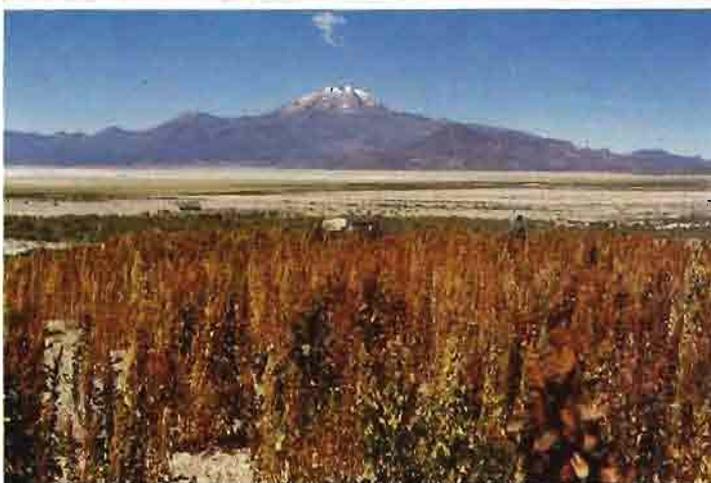


**A**CTAS DEL  
VII CONGRESO  
INTERNACIONAL  
SOBRE CULTIVOS  
ANDINOS

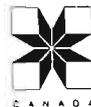
LA PAZ BOLIVIA 4 AL 8 DE FEBRERO DE 1991



EDITORES: D. MORALES Y J.J. VACHER



CRSTOM



# **ACTAS DEL VII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CULTIVOS ANDINOS**

**La Paz - Bolivia, 4 al 8 de febrero**

Editores

D. Morales y J.J. Vacher

**IBTA**

INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

**ORSTOM**

L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE  
DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

**CIID-Canada**

CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

**La Paz, 1992**

*Diseño de portada: CARLOS VILLAGOMEZ*

**VII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CULTIVOS ANDINOS  
4 - 8 DE FEBRERO DE 1991**

**COMISION HONORARIA**

Ing. Humberto Gandarillas  
PRESIDENTE

Ing. Julio Rea C.  
VICE-PRESIDENTE

Ing. Segundo Alandía B.  
VICE-PRESIDENTE

**COMITE ORGANIZADOR**

Dr. Armando Cardozo  
PRESIDENTE  
Director General del IBTA

Ing. David Morales  
SECRETARIO  
Director de Producción Agropecuaria del IBTA

Dr. Teddy Monasterios De La Torre  
VOCAL  
Director Técnico del IBTA

Ing. Teodomiro Ordoñez  
VOCAL  
Coordinador CIID - Canadá

Ing. Raúl Saravia  
VOCAL  
Director Estación Experimental Patacamaya

Ing. Alejandro Bonifacio  
VOCAL  
Jefe Cultivos Andinos E. E. Patacamaya

Dr. Jean Vacher  
VOCAL  
ORSTOM - Bolivia

Dr. Dominique Herve  
VOCAL  
ORSTOM - Bolivia

Ing. Elio Flores  
VOCAL  
Jefe Depto. Comunicación Técnica

Danilza Saravia  
VOCAL  
Técnico Comunicación Técnica

Jenny Guzmán Jáuregui  
SECRETARIA  
Producción Agropecuaria IBTA



## **PRESENTACION**

La mutua cooperación entre el CIID-Canadá y el IBTA ha permitido congregar a los investigadores de la Zona Andina en diferentes reuniones sobre Cultivos Andinos; sin embargo, para el caso del VII Congreso Internacional Sobre Cultivos Andinos, se contó con la cooperación y co-auspicio de la Misión ORSTOM en Bolivia, cuyos resultados se han compilado en el presente documento y contribuirán a enriquecer los conocimientos sobre la materia. Hay otros productos adicionales, entre otros, la relación personal que se robustece y crece entre personas cuyo trabajo se realiza en medio de ambientes similares.

Todavía no se ha comprendido el valor de los cultivos andinos. Constituye un tema complejo y vastísimo. Es difícil imaginar la biodiversidad de los recursos vegetales y su proyección como fuente de alimentación y riqueza para las generaciones futuras. Lo que se puede comprender hoy día es que se disponen de unas semillas o materiales de reproducción sin entender su magnitud al interior de su genotipo. Asombra que en las manipulaciones primiciales con los genes, casi mágicamente, aparecen formas, colores, caracteres cualitativos y cuantitativos que asombran. Ese germoplasma es aún virgen y no se conoce su verdadero potencial y de pronto, esta generación no alcanzará a desarrollar todas las segregaciones.

En ese panorama, la erosión genética aparece como un espectro si ese valioso material se pierde de nuestros inventarios, es imposible imaginar el gran potencial que también se pierde, espacios y tiempos perdidos en el mañana, porque en el presente no se hizo conciencia del valor del germoplasma. La conservación, por ello, es el camino ineludible para el desarrollo de la agricultura andina. La agronomía, la sanidad vegetal, la biotecnología, vendrán por añadidura.

El IBTA y el CIID-Canadá, en sólida amistad, concretaron estas experiencias e ideas, compilándolas para marcar un hito en la investigación.

Complace también al IBTA, que en suelo boliviano, se haya fortalecido la amistad personal de personas y equipos que fecundan su trabajo con la cooperación y sana emulación. Esta integración es un requisito insoslayable para cumplir con los países y con los pequeños productores andinos.

**Dr. Armando Cardozo G.  
DIRECTOR GENERAL IBTA**



## **PREFACIO**

Del 4 al 8 de febrero de 1991, se han reunido en La Paz - Bolivia, más de doscientos científicos provenientes de doce países de América y Europa. Esta participación masiva e internacional nos demuestra el interés cada vez más creciente para los cultivos andinos.

En este libro se presentan ochenta y un trabajos de investigación sobre diferentes tópicos de la agricultura de los Cultivos Andinos. Los temas científicos expuestos trataron de Genética, Fitomejoramiento, Sanidad Vegetal, Edafología, Agroclimatología, Sistemas de Producción, Nutrición y otros, mostrándonos la necesaria diversidad del enfoque científico para entender la riqueza de los cultivos andinos.

En este evento se presentaron más de cien trabajos de los cuales se hizo una selección según criterios inherentes a una publicación científica acorde al buen nivel actual de la investigación andina. El contenido de los trabajos científicos fue respetado en su integridad, solamente se homogeneizó la presentación del texto para facilitar la comprensión del lector.

Este Congreso fue organizado por el IBTA con el auspicio de la misión ORSTOM en Bolivia y del Centro Internacional de Investigación y Desarrollo (CIID) de Canadá. La edición de estas memorias no habría sido posible sin la decidida cooperación del Dr. Dominique Herve, Jenny Guzman, Ing. Denis Avilés, Ing. Magalí Garcia, Cecilia Gonzales y Tesoro Michel.

Ing. MSc. David Morales  
**IBTA**

Dr. Jean Joinville Vacher  
**ORSTOM**



## **LOS CULTIVOS ANDINOS EN LOS PAISES EN DESARROLLO**

*Ha sido muy grato para mi, como Ministro de Asuntos Campesinos y Agropecuarios de la República de Bolivia, alentar al IBTA y a los organizadores de el VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, para recibir a los delegados de nuestra Patria grande de los Andes. Mas grato aún, conocer la documentación que se ha recogido como fruto del intercambio de experiencias y que se publica en este volumen.*

*En la política agropecuaria de Bolivia hay objetivos claros y que coinciden con los postulados de los países de nuestra Región. Con una gran proporción de la población con nivel inferior al de la pobreza, la preocupación y la gran política es asegurar la alimentación. Los cultivos andinos constituyen un recurso natural ideal, por su gran valor nutritivo, su producción en condiciones ecológicas precarias y las posibilidades de llegar a los grandes mercados. Agregar a estas condiciones nuevas tecnologías, significa maximizar la eficiencia de los recursos andinos.*

*La labor del Estado es la de analizar y determinar los medios más adecuados para fomentar la producción de los alimentos en los Andes. Las limitaciones, en el caso de Bolivia, no son pocas. Problemas de comercialización, tenencia de la tierra, crédito, transporte, constituyen algunos que se convierten en las prioridades de las políticas agropecuarias para el área andina.*

*El MACA, a través de sus instituciones descentralizadas, como órganos de ejecución, es el encargado de encontrar las estrategias adecuadas. Al IBTA se le ha encomendado las tareas de investigación y transferencia de tecnología como estrategia fundamental para estimular y fomentar la producción agropecuaria andina, esto es, los cultivos nativos y perteneciente a los Andes.*

*El volumen que se ofrece a la difusión será indudablemente un aporte para continuar la excelsa labor de los investigadores de los Países de la Región. Hacemos votos para que el apoyo de nuestra gestión Ministerial haya sido fructífero para la tecnología y alentador también para los investigadores andinos.*

**Dr. Mauro Bertero Gutiérrez  
MINISTRO DE ASUNTOS CAMPESINOS  
Y AGROPECUARIOS**

## INDICE DE CONTENIDOS

### GRANOS

	Pag
Herencia del tiempo de madurez, altura de la planta y tamaño del grano en la quinua H. Gandarillas, A. Bonifacio	3
Herencia mendeliana en la quinua A. Bonifacio	11
Interacción génica en <i>Chenopodium quinoa</i> , Willd A. Bonifacio	15
Caracterización de material genético disponible de quinua D. Fairbanks, L. Robison, K. Burgener, W. Andersen, D. López, E. Ballón, R. Bernal, R. Peña, J. Sanchez, A. Pimentel.	19
La androesterilidad en quinua y forma de herencia R. Saravia	23
Comparativo de ecotipos seleccionados de granos andinos. Evaluación de líneas mejoradas de quinua PICASA	27
Male sterility in two quinoa selections in Colorado S. Ward, D. Johnson	33
Estudio de adaptación de variedades de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> , W.) y su aplicación en la selección para rendimiento y tamaño de grano E. Ballón, L. Robison, D. Johnson, S. Nelson, T. Clure	37
Estudio de adaptación de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) en el departamento de Ancash L. Gomez, S. Ubillus	43
Comportamiento y potencialidades de la quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> , W.) en las zonas agroecológicas de Puno - Perú A. Canahua	47
Selección de genotipos de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> , W.) resistentes a heladas y perspectivas de producción en camellones P. Catacora, A. Canahua	53
Estudio comparativo del comportamiento hídrico de dos variedades de quinua en el altiplano central M. García, J.J. Vacher, J. Hidalgo	57

Evapotranspiración máxima del cultivo de la quinua por lisimetría y su relación con la evapotranspiración potencial en el altiplano boliviano J. Choquecallata, J.J. Vacher, T. Fellmann, E. Imaña	63
Estudio de microscopía electrónica de la morfología de los órganos de la quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> , Willd) y de la cañihua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> , Aellen) en relación con la resistencia a la sequía J. Dizes, A. Bonifacio	69
Fluctuación de la nematofauna fitoparásitaria de varios cultivos en rotación con quinua en dos localidades de la sierra ecuatoriana M. Defaz, R. Eguiguren	75
Influencia del control cultural a la incidencia del mildiu ( <i>Peronospora shachtii</i> , Fuckel) y al rendimiento en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> , Willd) M. Hitzel, E.G. Becerra, J. Callañaupa	79
Caracterización física y química del grano de quinua A. Contreras, J. Amusquivar	85
Growing of quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> , Willd) in Denmark with respect to N-fertilization, seed-rate harvesting method and harvesting time S. Jacobsen	91
Evaluación del poder germinativo del banco de germoplasma de quinua de la Estación Experimental de Patatamaya J. Tupa, A. Bonifacio, E. Aiza	97
Parámetros de calidad en la producción de semilla básica de quinua N. Chipana, A. Bonifacio, D. Morales	101
Comportamiento de semillas de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> , Willd) almacenadas a largo y corto plazo R. Castillo, J. Estrella, C. Tapia, L. Muñoz	105
Manufacturing of <i>Chenopodium quinoa</i> , Willd in a pelleting factory J. Haaber	109
Diseño, construcción y prueba de un prototipo de clasificadora de granos de quinua C. Nieto, G. Guerrero	113
Diseño, construcción y evaluación de un prototipo de trilladora de quinua G. Montoya, C. Nieto	119
Análisis de la comercialización de la quinua en Ecuador. Estado actual y proyecciones futuras C. Nieto, P. Andrade	125

Evaluación de la cañihua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> , Aellen) en tres pisos altitudinales de la sierra peruana L. Gomez, G. Gutierrez	131
Rendimiento y fenología de 14 colecciones de achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> , L.) en la localidad de La Viñaca - Ayacucho M. Aedo, F. Barrantes del Aguila	135
Avances en la investigación del cultivo de amaranto ( <i>Amaranthus sp.</i> ), en la provincia de Jujuy - Argentina A. Andrade, B. de Andrade	139
Fertilización por densidad de siembra en achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> , L.) E. Nuñez	143
Efectos de fecha de siembra en tres especies de <i>Amaranthus sp.</i> A. Andrade, B. de Andrade	149
Efectos de la cosecha de hojas en el rendimiento de grano de la kiwicha ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) L. Gomez, J. Haupaya	153
Daños del barrenador del tallo ( <i>Coleoptera: Curculionidae</i> ) en germoplasma de achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> , L.) en Ayacucho J. Vilca, A. Jeri	159
Enfermedades de la kiwicha ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) en Ayacucho (2750 m.s.n.m.) F. Barrantes del Aguila	163
Manual de capacitación nutricional de amaranto R. Kietz	169
Obtención de líneas precoces de tarwi ( <i>Lupinus mutabilis</i> , S) J. Lescano, E. Zuñiga, R. Valdivia	173
Evaluación del rendimiento de ocho ecotipos de tarwi en dos comunidades de Ayacucho (3200 - 3400 m.s.n.m.), durante cuatro campañas agrícolas E. Nuñez, M. Huaman	179
Algunas creencias que limitan la promoción del tarwi ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) y cañihua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> , A) en comunidades alto andinas de Cusco - Perú L. Concha, A. Yanque	183
Propiedades físicas y termicas del aceite de chocho J. Alvarado	185

**TUBERCULOS**

Evaluación de la productividad por efecto de almacenamiento (luz difusa - tradicional) en 15 variedades de tubérculo - semilla de papa. Departamento de Puno, República del Perú E. Serruto, D. Paredes, M. Amesquita	193
Estudio comparativo de la evapotranspiración real (ETR) de la papa dulce ( <i>Solanum tuberosum ssp andigena</i> ) y de la papa amarga ( <i>Solanum juzepczukii</i> ) en el altiplano boliviano J. Vacher Th. Fellman R. Maldonado, A. Mendez	197
Comportamiento de la papa ( <i>Solanum tuberosum ssp andigena</i> ) en waru-warú y otras zonas de producción P. Aguilar	203
Cultivo de meristemas y termoterapia en variedades bolivianas de papa ( <i>Solanum andigena</i> L.), <i>Ullucus tuberosus</i> , Lindl y <i>Oxalis tuberosa</i> Mol. en vias de su limpieza viral G. Aguirre	207
Dos tecnologías tradicionales de procesamiento y transformación del chuño blanco o tunta en Puno - Perú S. Paredes	215
Variabilidad genética y caracterización varietal de <i>Solanum muricatum</i> Aiton para el Perú A. Navarrete, T. Gonzales	219
Análisis de crecimiento, producción de biomasa y potencial de rendimiento de tres clones de melloco ( <i>Ullucus tuberosus</i> ) C. Vimos, C. Nieto	225
Variation between clones in seed set of ulluco L. Pietila, P. Jokela	235
Influence of environmental factors on seed production in <i>Ullucus tuberosus</i> P. Jokela, L. Pietila	239
Estudios preliminares sobre enfermedades virales en <i>Ullucus tuberosus</i> J. Toledo, U. Jayasinghe	243
Diagnóstico agrosocioeconómico a productores de melloco ( <i>Ullucus tuberosus</i> , L.) en Ecuador E. Peralta, C. Nieto	247

Fructificación, producción y viabilidad de semilla sexual en oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> Mol.) M. Vallenas	255
Conservación <i>in vitro</i> de tubérculos andinos C. Tapia, L. Muñoz, R. Castillo	259
Comparativo de ecotipos seleccionados de tubérculos andinos. Olluco ( <i>Ullucus tuberosus</i> ), oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> ) e isaño ( <i>Tropaelum tuberosum</i> )	265
Diagnostico de la producción tradicional de tubérculos andinos y su uso en tres comunidades de la provincia Tapacarí E. Veizaga	271
Evaluación de doce ecotipos de arracacha o racacha ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> B.) en el valle de Cajamarca S. Franco, A. Llajaruna, J. Uceda	277
El cultivo de la maca ( <i>Lepidium meyenii</i> , Walp) en el Perú O. Garay	281
<b>MISCELANEAS</b>	
Los riesgos de helada en el altiplano boliviano Ph. Le Tacon, J.J. Vacher,, M. Eldin, E. Imaña	287
El frío y la sequedad: dificultades en las evaluaciones climáticas del altiplano de Perú y Bolivia P. Morlon, J. Vacher	293
Respuesta de los cultivos andinos a perturbaciones climaticas caso del altiplano del Puno - Perú A. Canahua	297
Perspectivas del manejo de suelos en el altiplano central como alternativa para mejorar su regimen hídrico V. Orsag	303
Efecto de la humedad y profundidad de rotación sobre la humedad en el suelo, al momento de la siembra D. Condori, D. Herve	311
Evolución del estado superficial entre la roturación y la siembra D. Herve, D. Condori	319
Efecto de tres formas y dos densidades de siembra en cebada sobre la erosión hídrica de un suelo en el altiplano P. Molina	325

Investigación y validación de la tecnología de camellones en Puno Perú A. Canahua, C. Díaz, P. Aguilar	331
Alternativas de producción agrícola en waru-warus Z. Cutipa	337
Manejo de suelos en la reconstrucción de camellones en el altiplano peruano A. Cari	341
Evaluación agroeconómica de los camellones (waru-warus) F. Ccama, A. Achata, G. Pari	345
Insectos plagas y benéficos en camellones (waru-warus) R. Ortiz	349
Valor nutricional de las quenopodiáceas y amarantáceas de los andes A. Antezana, S. Castellón	353
Valoración nutricional y aceptabilidad de algunas recetas preparadas a base de quinua N. Lara, C. Nieto	357
Sustitución de la harina de trigo por harina de kiwicha en la elaboración de pan C. Huarabaya	363
Importancia del consumo de productos andinos en la dieta de niños preescolares F. Choqueticlla, Ph. Chevalier	367
Posibilidades de los cultivos andinos para el mejoramiento de la alimentación infantil en comunidades altoandinas del Cuzco M. Lovon, M. Valverde, M. Villafuerte, R. Gougnon	373
El programa de nutrición y el estudio de mezclas vegetales de cultivos andinos. Una alternativa nutricional A. Antezana, S. Castellón	377
Problemática de las plagas y su manejo en los cultivos andinos J. Sarmiento	381
Agricultura, sociedad y medio natural en la cuenca del Titicaca: tres mil años de relaciones T. Bouysse, P. Morlon, P. Mourguiart, D. Wirrmann	388
Los sistemas de rotación de los cultivos andinos subexplotados (CAS) en los andes del Perú M. Tapia	389

Determinantes de los sistemas de cultivo a secano en comunidades originarias D. Herve, E. Pozo, O. Angulo	395
Propuesta para la formación de una red andina en recursos fitogenéticos (REDARFIT) R. Castillo	403
Propuesta para la nueva estructura de un sistema de documentación de germoplasma en cultivos andinos A. Aguirre	407
Las redes de recursos genéticos por cultivos del IBPGR K. Okada	413
Adaptación de un prototipo de peladora de sorgo a la escarificación de quinua auspiciado por CIID-CANADA	417
-----*****-----	
Los Congresos sobre Cultivos Andinos a través del tiempo y su evolución Ing. Julio Rea, Vicepresidente Honorario del VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos	423
Lista de autores	425

# **G R A N O S**

<b>QUINUA</b>	<b>(<i>Chenopodium quinoa</i>, Willd)</b>
<b>KAÑIWA</b>	<b>(<i>Chenopodium pallidicaule</i>, Aellen)</b>
<b>ACHITA</b>	<b>(<i>Amaranthus caudatus</i>, L.)</b>
<b>TARWI</b>	<b>(<i>Lupinus mutabilis</i>, Sweet)</b>



## HERENCIA DEL TIEMPO DE MADUREZ, ALTURA DE LA PLANTA Y TAMAÑO DEL GRANO EN LA QUINUA

Humberto GANDARILLAS<sup>1</sup> y Alejandro BONIFACIO<sup>2</sup>

1: Ex-asesor. Proyecto quinua. IBTA-CIID-Canadá.

2: Técnico de la Estación Experimental Patacamaya.

### I. INTRODUCCION

El trabajo de mejoramiento genético de la quinua recibe especial atención en la Estación Experimental de Patacamaya; donde se vienen realizando estudios sobre la herencia de los diferentes caracteres de los órganos de la planta, que pueden tener valor económico o informativo. Entre los caracteres estudiados están el color del tallo y el fruto, el tipo de inflorescencia, el contenido de saponina, el endosperma traslúcido, el carácter koitu, la macho esterilidad y el largo del pedicelo (Gandarillas 1968; 1974; Simmonds 1971; Aguilar 1980; Bonifacio 1990; Saravia 1990).

El tiempo de madurez de la quinua es un carácter muy variable. Bajo las condiciones medio ambientales del altiplano, en el cual se encuentra la Estación Experimental de Patacamaya, algunas muestras de los valles bolivianos, el Ecuador y el norte del Perú no llegan a la madurez desde la siembra temprana en la primavera, es decir, en un período de ocho meses. Las variedades adaptadas completan su ciclo vegetativo entre 140 y 180 días (Informe Proyecto Quinua 1980-1981) y los días que requieren desde la siembra a la floración entre 80 y 100 días (Informe del Proyecto Quinua 1981-1982). La variedad Sajama que se emplea como testigo casi en la totalidad de los estudios, llega a la floración alrededor de 80 días y a la madurez en 160 días.

La altura de la planta en la especie es un carácter igualmente variable, siendo por lo general más altas en los valles, el norte del Perú y el Ecuador. Hablando en términos de raza, los números típicos que se estudiaron en la Estación Experimental de Patacamaya, que se encuentra a una altura de 3.780 metros sobre el nivel del mar son: la altura varió entre 0.70 y 1.40 metros (Gandarillas *et al.*, 1984).

El tamaño del grano que en realidad es un fruto, varía de 1.5 a 2.4 milímetros (Gandarillas, 1967). La mayor concentración de quinuas de grano grande se encuentra en la parte sud del altiplano boliviano, donde se la cultiva con el nombre de quinua Real.

El objeto de este trabajo es el de proveer a los fitomejoradores de esta planta, información sobre la herencia de la madurez, la altura de la planta y el tamaño del grano que están incluidos dentro de herencia de factores múltiples con efecto acumulativo.

### II. MATERIALES Y METODOS

Los estudios de herencia del tiempo de madurez y altura de planta, han sido basados en los trabajos de Quinby y Karper (1945-1954) en el sorgo. Para este fin se cruzó la muestra de origen argentino 1473 del Banco de Germoplasma de Patacamaya, que además de tener un período vegetativo corto, es enana, con las variedades Sajama y Cheweka que son tardías en comparación con la anterior. La muestra argentina y Sajama se cruzaron recíprocamente. Para determinar el tiempo de madurez se tomaron en cuenta los días de la siembra a la floración del 50 por ciento de las plantas, con intervalos de tres días, en la idea de identificar más fácilmente las plantas observadas.

Para el estudio de la herencia de la altura de la planta se aprovecharon los cruzamientos anotados, ya que la muestra 1473 no sobrepasa de 40 cm de altura. La variedad boliviana Sajama tiene un tamaño intermedio de 1.10 metros y la peruana Cheweka que alcanza en el altiplano una estatura algo mayor, se la considera alta y además tardía.

Las parcelas experimentales en los dos casos anteriores se sembraron con las progenies de cada panoja de la generación  $F_1$ , separadamente, en surcos de 5m de largo distanciados a 60 cm, con el objetivo de tener mayor población y también facilitar las lecturas durante el proceso de la toma de datos.

La herencia del tamaño del grano se estudió haciendo dos cruzamientos con la participación de 4 padres diferentes. En el primer cruzamiento intervinieron la quinua Real registrada en el Banco de Germoplasma con el número 1488 que es de grano grande, por la variedad Ocasuca que es de grano pequeño, sirviendo como progenitor masculino esta última. En el segundo cruzamiento participó como progenitor femenino la entrada 591 que es de grano mediano y como masculino la muestra 132 de grano grande. Las entradas anteriores corresponden a las razas Achacachi y Challapata respectivamente. El tamaño se determinó midiendo el diámetro del grano con un calibrador mecánico y promediando las medidas de 10 granos.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 1. Herencia de la madurez

La quinua es una especie en la cual se observa una amplia gama de duración del período vegetativo. Las variedades comerciales cultivadas en el altiplano boliviano, cumplen este período entre 130 y 180 días desde la siembra a la madurez. Con la introducción de nuevo material al Banco de Germoplasma, se ha encontrado una muestra muy precoz procedente de la Argentina que cumple este proceso en 100 días.

La segregación del cruzamiento de la muestra 1473 empleada como progenitor femenino por la variedad Sajama, se presenta en el Cuadro 1. Las cifras encontradas muestran que la progenie segregó desde la siembra a la floración entre 55 y 80 días, que son los mismos que tomaron los padres sembrados como testigos. La progenie resultante de 1.893 individuos fue dividida en 5 clases con intervalos de 5 días, correspondiendo cada clase a la combinación de dos pares de genes que determinan el tiempo de madurez. La prueba de concordancia  $\chi^2$  dió un valor altamente significativo de 1.893 con una probabilidad de 95 a 50 por ciento.

**Cuadro 1. Segregación de la generación  $F_2$  del cruzamiento de la muestra 1473 x Sajama para estudiar la herencia de la madurez.**

Clases Días a floración	Frecuencia		Relación			
	Observada	Calculada	Observada	Esperada	$\chi^2$	P
55.0 - 60	69	75.5	0.9	1	0.559	
60.1 - 65	317	302.0	4.2	4	0.745	
65.1 - 70	441	453.0	5.8	6	0.318	
70.1 - 75	301	302.0	4.0	4	0.003	
75.1 - 80	80	75.5	1.0	1	0.268	
Suma	1.208	1.208.0	15.9	16	1.803	95-50

El cruzamiento recíproco tomando como progenitor femenino la variedad Sajama por la muestra 1473 (Cuadro 2), dió resultados similares al cruzamiento anterior, aunque la población observada en la generación  $F_2$  fue menor llegando sólo a 864 individuos. La relación de las clases entre las observadas y las esperadas fue muy estrecha. El valor de  $\chi^2$  calculado fue de 2.541 que alcanza a una probabilidad que varía entre 99 y 95 por ciento. Los resultados de éste y el anterior cruzamiento confirman que el tiempo que transcurre desde la siembra al 50 por ciento de floración, es debida a dos pares de genes cumulativos.

**Cuadro 2. Segregación de la generación F<sub>2</sub> del cruzamiento de la variedad Sajama por la muestra 1473 para estudiar la herencia de la madurez.**

Clases Días a floración	Frecuencia		Relación		x <sup>2</sup>	P
	Observada	Calculada	Observada	Esperada		
55.0 - 60	62	54	0.9	1	0.185	
60.1 - 65	217	216	4.0	4	0.005	
65.1 - 70	332	324	5.8	6	0.012	
70.1 - 75	199	216	4.3	4	0.133	
75.1 - 80	54	54	1.0	1	-----	
Suma	864	864	16.0	16	2.591	99-95

El tercer cruzamiento efectuado con el mismo propósito fue entre la muestra precoz 1473 empleada como progenitor femenino y la variedad Cheweka como masculino. La variedad anterior como se hizo notar en otra parte, se la consideraba para el medio ambiente de la Estación Experimental de Patacamaya como tardía, siendo la realidad otra como se verá después. La progenie segregante F<sub>2</sub> fue igualmente dividida en 5 clases, esta vez con intervalos de 6 días, en vez de 5 como en los casos anteriores. La muestra precoz sembrada como testigo floreció al mismo tiempo que la clase comprendida entre 54-61 días y la variedad Cheweka al mismo que la clase 79-85 días (Cuadro 3). La relación obtenida entre las clases observadas y esperadas fué igual que en los casos anteriores. El valor de x<sup>2</sup> calculado fue de 2.052 con una probabilidad comprendida entre 99-95 por ciento.

**Cuadro 3. Segregación de la generación F<sub>2</sub> del cruzamiento de la muestra 1473 por la variedad Cheweka.**

Clases Días a floración	Frecuencia		Relación		x <sup>2</sup>	P
	Observada	Calculada	Observada	Esperada		
54.0 - 61	62	59.5	0.9	1	0.105	
61.1 - 67	246	238.0	3.9	4	0.269	
67.1 - 73	341	357.0	6.2	6	0.717	
73.1 - 79	236	238.0	4.0	4	0.016	
79.1 - 85	67	59.5	1.0	1	0.945	
Suma	952	952.0	16.0	16	2.052	99-95

Los resultados de los tres cruzamientos anteriores, demuestran que el tiempo de madurez de las quinuas adaptadas al altiplano boliviano está influenciado por dos pares de genes. Estos genes en otras especies se los denominan con el símbolo Ma, en este caso, mientras no se hagan estudios más extensivos en otros ambientes, los designaremos Ma<sub>1</sub>, Ma<sub>2</sub> los dominantes. La muestra precoz 1473 estaría influenciada por los genes recesivos ma<sub>1</sub>, ma<sub>2</sub> y las variedades Sajama y Cheweka por los dominantes Ma<sub>1</sub>, Ma<sub>2</sub>.

Es muy posible que en los valles bolivianos y peruanos y cerca a la línea del Ecuador, las variedades tardías están influenciadas por un tercer gene dominante que tendría que reconocerse como el gene Ma, igual que en el sorgo, resultando que las variedades tardías estarían influenciadas por tres genes dominantes Ma, Ma<sub>1</sub>, Ma<sub>2</sub> y las precoces serían homocigotas para los recesivos.

Quinby y Karper (1945), encontraron que el tiempo de madurez en los sorgos del tipo Milo están influenciados por tres genes, de cuya combinación resultaría ocho genotipos homocigotas, pero que habrían solamente cuatro fenotipos visibles que serían: 1) ultratardío de 92-106 días a la siembra de ántesis, 2) tardío de 76-88 días, 3) intermedio de 64-74 días y finalmente precoz de 46-60 días. En los cruzamientos de quinua estudiados, se observan claramente el intermedio representado por las variedades Sajama y Cheweka y el precoz por la muestra 1473, faltando los tardíos. Con los antecedentes anteriores podríamos esperar que en la quinua pasaría una cosa semejante, pudiendo ser los tiempos de madurez los que se muestran en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Genotipos y Fenotipos probables de tiempo de madurez.**

Genotipo	Fenotipo	Días de siembra a floracion	Variedades o razas
Ma Ma <sub>1</sub> Ma <sup>2</sup>	Tardío	85 - 95	Cochabamba
Ma Ma <sub>1</sub> ma <sub>1</sub>	Intermedio	75 - 85	Sajama Cheweka
Ma ma <sub>1</sub> Ma <sub>2</sub>	"	"	-----
ma Ma <sub>1</sub> Ma <sub>2</sub>	"	"	-----
Ma ma <sub>1</sub> ma <sub>2</sub>	Semi-precoz	65 - 75	Real
ma Ma <sub>1</sub> ma <sub>2</sub>	"	"	-----
ma ma <sub>1</sub> Ma <sub>2</sub>	"	"	-----
ma ma <sub>1</sub> ma <sub>2</sub>	Precoz	50	1473

## 2. Herencia de la altura de la planta

La herencia de la altura de la planta se ha estudiado en tres cruzamientos, participando una muestra enana, una intermedia y otra supuestamente alta. Los resultados obtenidos del cruzamiento de la muestra enana 1473 por la variedad Sajama, se presentan en el Cuadro 5. Estos resultados así como, los que se presentan posteriormente, han sido divididos en 7 clases que corresponden al número de genes cumulativos, con intervalos que variaron entre 11 y 12 centímetros, estando la clase más reducida comprendida entre 26 y 38 cm, que es la misma de la muestra 1473 y la clase que va de 98 a 110 cm da la variedad Sajama. La relación encontrada y la teórica calculada concuerdan estrechamente y la prueba de conformidad de  $\chi^2$  dió un valor de 4.04 que es altamente significativo con una probabilidad de 95-50 por ciento.

**Cuadro 5. Segregación de la generación F<sub>2</sub> del cruzamiento de la muestra 1473 x Sajama para estudiar la herencia de la altura de la planta.**

Clases Altura planta en cm	Frecuencia		Relación		$\chi^2$	P
	Observada	Calculada	Observada	Esperada		
26.0 - 38	20	15	1.3	1	1.66	
38.1 - 50	94	90	6.3	6	0.17	
50.1 - 62	213	224	14.2	15	0.64	
62.1 - 74	317	300	21.1	20	0.96	
74.1 - 86	217	222	15.5	15	0.28	
86.1 - 98	85	90	5.7	6	0.27	
98.1 - 110	14	15	0.9	1	0.06	
Suma	960	960	64.0	64	4.04	95-50

El cruzamiento recíproco de la variedad Sajama empleándola como progenitor femenino y la muestra 1473, se puede ver en el Cuadro 6. En este caso la progenie fue dividida con intervalos de 11 cm de longitud, en vez de 12 cm, como en el anterior cruzamiento. Las alturas de la clase más baja y la alta fueron ligeramente diferentes que del cruzamiento recíproco, debido a la heterogeneidad del terreno.

El valor de  $\chi^2$  encontrado fue de 4.44 que es igualmente altamente significativo.

**Cuadro 6. Segregación de la generación  $F_2$  del cruzamiento de la variedad Sajama por la muestra 1473 para estudiar la herencia de la altura de la planta.**

Clases Altura planta en cm	Frecuencia		Relación		$\chi^2$	P
	Observada	Calculada	Observada	Esperada		
30.0 - 41	9	7	1.3	1	0.57	
41.1 - 52	50	42	7.1	6	1.52	
52.1 - 63	98	105	13.8	15	0.60	
63.1 - 74	141	140	20.1	20	0.07	
74.1 - 85	95	105	13.6	15	0.95	
85.1 - 96	47	42	6.7	6	0.59	
96.1 - 107	8	7	1.1	1	0.14	
Suma	448	448	63.7	64	4.44	95-50

La variedad Cheweka cruzada por la muestra enana 1473 acusó los resultados que se muestran en el Cuadro 7, en el cual se puede apreciar que la clase más alta que es la misma que la variedad nombrada que midió entre 107 y 119 cm de altura y la enana en este cruzamiento es ligeramente más alta que en las anteriores, variando entre 35 y 47 cm. Las clases fueron divididas con intervalos de 12 cm, lo que significa que cada gene dominante contribuye con 12 cm de altura. El valor de  $\chi^2$  fue altamente significativo sumando 3.97 que equivale a una probabilidad de 95-50 por ciento.

**Cuadro 7. Segregación de la generación  $F_2$  del cruzamiento de la muestra 1473 por la variedad Cheweka para estudiar la herencia de la altura de la planta.**

Clases Altura planta en cm	Frecuencia		Relación		$\chi^2$	P
	Observada	Calculada	Observada	Esperada		
35.0 - 47	13	11	1.2	1	0.36	
47.1 - 59	73	66	6.6	6	0.74	
59.1 - 71	166	165	15.1	15	0.00	
71.1 - 83	229	220	20.8	20	0.36	
83.1 - 95	145	165	13.2	15	2.42	
95.1 - 107	66	66	6.0	6	0.00	
107.1-119	12	11	1.1	1	0.09	
Suma	704	704	64.0	64	3.97	95-50

Los resultados encontrados en los tres cruzamientos, indican que la altura de la planta estaría influenciada por tres pares de genes, que hemos designado con las mismas letras que se usan en inglés  $Dw_1$ ,  $Dw_2$ ,  $Dw_3$  para los dominantes, y  $dw_1$ ,  $dw_2$ ,  $dw_3$  para los recesivos. Las variedades Sajama y Cheweka serían dominantes homocigotas y la muestra 1473 homocigota recesivo. Se desea hacer notar que al iniciar el experimento fue considerada la variedad Cheweka como una variedad alta, comparándola con las otras variedades comerciales cultivadas en el altiplano. Por otra parte hemos considerado conveniente dejar libre el gene  $Dw$  porque creemos que influye sobre la altura de las variedades o razas altas de donde resultaría que las variedades Sajama y Cheweka serán de tamaño intermedio, aunque en este trabajo aparecieron como altas.

En las evaluaciones efectuadas del material del Banco de Germoplasma de Patacamaya, se han encontrado muestras que llegan hasta 1.40 metros de altura, y otras pocas que se podrían considerar pequeñas como es el caso de la raza Llocalla (Gandarillas, 1968) que mide solamente alrededor de 70 cm, la mayoría del material estudiado queda incluido entre 0.80 y 1.20 m de altura. La introducción de la muestra enana 1473 ha permitido identificar la existencia de tres genes recesivos. Con la variación observada entre 0.40 a 1.20 m de altura y la existencia de muestras de 1.40 m de estatura provenientes de los valles, se puede suponer que la altura se debe a la combinación de cuatro genes que serían  $Dw$ ,  $Dw_1$ ,  $Dw_2$ ,  $Dw_3$  y sus respectivos recesivos. Este estudio ha mostrado que cada gene dominante influiría entre 11 y 12 cm de altura, de donde resultaría que la altura de acuerdo al número de pares de genes recesivos variaría en Patacamaya en la siguiente forma:

**Cuadro 8. Altura de las especies en el Altiplano Boliviano**

Pares de Genes	Altura	Variedad o raza
Todos dominantes	1.20 a 1.40 m	Cochabamba
Recesivo para 1 gene	1.05 a 1.20 m	Sajama, Cheweka
Recesivo para 2 genes	0.73 a 0.97 m	Real
Recesivo para 3 genes	0.50 a 0.60 m	Llocalla
Recesivo para 4 genes	0.30 a 0.40 m	Muestra 1473

Entre las plantas altas quedarían incluidas la procedente de Cochabamba, entre las recesivas para un gene Sajama y Cheweka, para dos genes algunas variedades de quinua Real, para tres genes la raza Llocalla y otras similares y para cuatro genes la muestra 1473.

### 3. Herencia del tamaño del grano

El tamaño del grano es un carácter económico importante, porque en el mercado, el precio de las más grandes es mayor. En Bolivia el grano grande está representado por la quinua Real, que se la cultiva al sud del Altiplano. Por esta razón, en los programas de mejoramiento de la Estación Experimental de Patacamaya, se pone especial énfasis en este carácter, cruzando variedades de grano grande por otras que tengan otros caracteres agronómicos favorables.

Para estudiar este carácter se hicieron dos cruzamientos. En el primer cruzamiento participaron la quinua Real registrada en el Banco de Germoplasma con el número 1488 por la variedad Ocasuca, que es de grano pequeño, sirviendo como progenitor masculino. El tamaño se determinó por el diámetro del grano, habiendo la quinua Real medido 2.20 milímetros en promedio y la variedad Ocasuca 1.60 mm. La progenie de la generación  $F_1$  de este cruzamiento dio un promedio de 2.20 mm similar al padre de grano más grande. La población resultante de la generación  $F_2$  se muestra en el Cuadro 9, dividido en cuatro clases, que varían de 1.60 a 2.20 mm de diámetro, haciéndose notar que la progenie constaba de cinco panojas que fueron sembradas y tabuladas separadamente. El mayor número observado está en la clase de 2.00 mm de diámetro con 263 individuos y los más bajos y altos en las clases 1.60 y 2.20 mm con 45 y 93 individuos respectivamente, que son los tamaños de los padres.

**Cuadro 9. Generación  $F_2$  del cruzamiento de la quinua Real de grano grande por la variedad Ocasuca de grano pequeño.**

Número de la panoja	Clases de tamaño de grano en mm				
	1.60	1.80	2.00	2.20	Suma
1	17	19	37	23	86
2	7	36	48	14	105
3	10	39	72	16	137
4	3	20	42	10	75
5	8	29	64	40	141
Suma	45	143	263	93	544

En el segundo cruzamiento (Cuadro 10), participó como progenitor femenino la muestra 581 de grano mediano de 2.00 mm y como masculino la muestra 152 de grano grande de 2.20 mm de diámetro. En la generación  $F_1$  todos los granos fueron grandes, y en la generación  $F_2$  segregaron en grandes, mediano y pequeños. No obstante de ser uno de los padres de grano mediano, aparecieron 25 individuos de grano pequeño.

**Cuadro 10. Generación  $F_2$  del cruzamiento de la muestra 581 de grano mediano por la muestra 152 de grano grande.**

Número de la panoja	Clases de tamaño de grano en mm				Suma
	1.60	1.80	2.00	2.20	
1	10	63	103	31	207
2	15	55	90	12	172
Suma	25	118	193	43	372

Los cruzamientos anteriores fueron interpretados en el invierno de 1983 e incluidos en el informe anual del "Proyecto Quinua IBTA-CIID-Canadá" del año indicado. Revisadas las cifras para presentar en este Congreso, resulta que la herencia del tamaño de grano en la quinua es más simple de lo que se pensó y se debe no más que a dos genes de carácter cumulativo. Anteriormente se había dividido la progenie  $F_2$  en cuatro clases en vez de cinco, que es el que resulta cuando intervienen dos pares de factores.

Como en la generación  $F_2$  aparecieron las clases extremas del tamaño de grano de los padres, se hizo una nueva interpretación considerando una relación de un pequeño contra quince medianos y grandes (Cuadro 11), lo que muestra que el tamaño del grano está influenciado por dos pares de genes.

**Cuadro 11. Segregación del cruzamiento de quinuas con granos grandes por pequeños y medianos.**

Padres	Genotipo	Segregación		Relación		$X^2$	P
		O	C	O	C		
Real x Ocasuca	Dominantes	499	510	14.18	15	0.23	10.5
	Recesivo	45	34	1.32	1	3.55	
	Suma	544	544	16.00	16	3.79	
0.581 x 0.152	Dominantes	354	355.20	15.05	15	0.00	50-20
	Recesivo	25	23.68	0.95	1	0.07	
	Suma	379	378.88	16.00	16	0.07	

Cuando se cruzaron la quinua Real por la variedad Ocasuca, los recesivos solamente alcanzaron a 45 individuos y los dominantes a 499 dando una relación de 15:1, que es la que resulta de la combinación de dos pares de genes. El valor de  $X^2$  fue de 3.706 que es significativo con una probabilidad de 10 a 5 por ciento.

En el segundo cruzamiento en el cual participaron las muestra 581 y la 152, la prueba de concordancia dio un valor altamente significativo de  $X^2$  0.079 con una probabilidad de 50 a 20 por ciento, mostrando claramente que el tamaño del grano de la quinua se debe en estos casos a dos genes.

Los genes que determinan el carácter en estudio se los ha designado con el símbolo Gr para el dominante y gr para el recesivo. De este modo los genes que determinan el grano grande serían  $Gr_1$ ,  $Gr_2$  y los granos pequeños  $gr_1$ ,  $gr_2$ .

La aparición de granos grandes, medianos y pequeños en el segundo cruzamiento se puede explicar sobre la base de que ambos padres eran de tamaño mediano genotípicamente y diferentes fenotípicamente. El cruzamiento de padres extremos como el presente, da lugar a cuatro genotipos y solamente tres fenotipos, en la forma que se muestra a continuación:

<u>Genotipo</u>	<u>Fenotipo</u>
Gr <sub>1</sub> Gr <sub>1</sub> Gr <sub>2</sub> Gr <sub>2</sub>	grande
Gr <sub>1</sub> Gr <sub>1</sub> gr <sub>2</sub> gr <sub>2</sub>	mediano
gr <sub>1</sub> gr <sub>1</sub> Gr <sub>2</sub> Gr <sub>2</sub>	mediano
gr <sub>1</sub> gr <sub>1</sub> gr <sub>2</sub> gr <sub>2</sub>	pequeño

Como en la quinua se observa una amplia variación de tamaño de grano entre las diferentes variedades y razas y dentro de ellas, seguramente en algunos casos los genes dominantes tienen más influencia que en otros, debido a factores modificadores. La muestra 152 de grano grande es un híbrido natural de las razas Real y Dulce y la muestra 581 corresponde a la raza Achacachi que normalmente es de grano pequeño. Para hacer este cruzamiento se tuvo en cuenta el tamaño del grano y la forma de la inflorescencia para poder identificar los F<sub>1</sub>, siendo la primera de ellas glomerulada y la otra amarantiforme. Por otro lado, el hecho de que en ambos cruzamientos la primera generación fuera de granos grandes, está mostrando la probable presencia de genes modificadores.

#### IV. CONCLUSIONES

1. El tiempo de madurez de las quinuas comerciales que se cultivan en el Altiplano Boliviano, está influenciada por dos genes Ma<sub>1</sub>, Ma<sub>2</sub>. Además se postula que el tiempo de madurez de la especie estaría influenciado por tres genes Ma, Ma<sub>1</sub>, Ma<sub>2</sub>.
2. La altura de las plantas del material estudiado depende de tres genes cumulativos Dw<sub>1</sub>, Dw<sub>2</sub>, Dw<sub>3</sub>. Se postula también la existencia de un cuarto gene para la especie, que sería Dw.
3. La herencia del tamaño del grano depende solamente de dos genes que son Gr<sub>1</sub>, Gr<sub>2</sub>.

#### V. BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR A., P.C. 1980. Identificación de mecanismos de androesterilidad, componentes de rendimiento y contenido proteico en Quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd). M.S. Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Peru.
- BONIFACIO, F. A. 1990. Caracteres hereditarios y ligamiento factorial en la quinua *Chenopodium quinoa*, Willd). Tesis, Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- GANDARILLAS, H. 1967. Distribución geográfica de quinuas sin saponina y granos grandes. *Sayaña* 5, 6-8. La Paz, Bolivia.
- 1969. Razas de quinua. Bol. No. 34. Instituto Boliviano de Cultivos Andinos, División de Investigaciones Agrícolas, Ministerio de Agricultura. La Paz, Bolivia.
- 1969. Esterilidad genética y citoplásmica de la quinua (*Chenopodium quinoa*). *Turrialba* 19, 429-430.
- 1974. Genética y origen de la quinua. Bol No. 9, Instituto Nacional de Trigo, Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz, Bolivia.
- 1979. Genética y origen. In: (Quinua y Kañiwa). Cultivos Andinos (M.E. Tapia, ed.). Serie libros y materiales educativos No. 49, pp 45-64. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Bogotá, Colombia.
- y otros. 1989. Razas de quinua en Ecuador. Est. Exp. "Santa Catalina" Bol. Técnico No. 67. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador.
- INFORME PROYECTO QUINUA. 1981. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz, Bolivia.
- 1982. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz, Bolivia.
- QUINBY, J. R. y KARPER R. E. 1945. Inheritance of three genes that influence time of floral initiation and nativity date in milo. *Jour. of American Society of Agronomy* 37, 916-936.
- RISI, C. J. y GLAWAY, N. W. 1984. The *Chenopodium* grains of the Andes: Inca crops for modern agriculture. *Advances in Applied Biology*. Vol X, 145-216. Academic Press, Inc. Londres.
- SARAVIA, R. 1990. La androesterilidad en quinua y forma de herencia (Tesis). Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- SIMMONDS, N. W. 1971. The breeding system of *Chenopodium quinoa*. I. Male sterility. *Heredity* 27, 73-82.

## HERENCIA MENDELIANA EN LA QUINUA

Alejandro BONIFACIO  
Estación Experimental Patacamaya. IBTA - Bolivia

### I. INTRODUCCION

La quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd), presenta amplia variabilidad genética; sin embargo, en el interior de esta diversidad natural, los caracteres considerados favorables generalmente se encuentran dispersos en los diferentes ecotipos, por lo que el conocimiento de la herencia de caracteres que involucra la planta reviste importancia, porque facilitará la ejecución de programas eficaces de mejoramiento genético orientados a concentrar los factores de interés agronómico e industrial.

En la especie, se ha determinado la forma de herencia del color de la planta, forma de inflorescencia, color y tipo de grano, carácter amargo y otros. En el presente trabajo se abordará la segregación del color de la planta frente a la forma de panoja y al tipo de grano, como también este último carácter junto a la presencia o ausencia de saponina en el grano.

Según reportes de Gandarillas (1974 y 1979), la serie alelomórfica  $R > r^p > rr$  determina los colores básicos de la quinua ( $R$ - = rojo,  $r^p$ - = púrpura y  $rr$  = verde). Bonifacio y Gandarillas (1986), informaron sobre la herencia del carácter mixtura o bicolor, el que estaba gobernado por el locus  $M$  de acción dominante para la forma variegada.

Gandarillas (1979), definió las formas de inflorescencia y estudiando su herencia, determinó la participación de un par alélico con dominancia de la forma glomerulada  $G$ - sobre la amarantiforme  $gg$ , presentando la segregación fenotípica en  $F_2$ , acorde con la relación de 3:1.

La presencia de saponina, considerada como carácter limitante para ampliar su consumo, fué estudiado por Gandarillas (1974), atribuyendo a la acción de un par de genes, siendo dominante la amarga ( $D$ -) y recesiva la dulce ( $dd$ ). Igualmente el tipo de grano "chullpi" o de fractura vidriosa ( $susu$ ) y harinosa ( $Su$ -), como también el grano "k'oyto" de pericarpio ceniciento u opaco ( $kk$ ) y el pericarpio delgado o transparente ( $K$ -), están gobernados en cada caso por un par alelomórfico (Gandarillas, 1974 y 1979).

### II. MATERIALES Y METODOS

Se emplearon las accesiones del Banco de Germoplasma 0026, 0692, 1792 y la variedad Sajama amarantiforme, material específico para cruzamientos, estacas, etiquetas, sobre de papel, etc.

La labor de cruzamiento se inició cuando los progenitores establecidos en el Bloque de hibridación registraron floración simultánea, valiéndose para ello de la técnica propuesta por Gandarillas (1967) consistente en la emasculación y polinización artificial consecutiva.

Las plantas híbridas en progenies  $F_1$ , han sido identificadas por la expresión de los factores dominantes implicados en cada cruzamiento, las que fueron autofecundadas por aislamiento con sobres de papel previa a la antesis. En las poblaciones segregantes  $F_2$ , integrada por las progénies de 3 a 5 plantas híbridas, se registraron y tabularon las frecuencias fenotípicas, analizándose su concordancia con la proporción dihíbrida 9:3:3:1 y la prueba de independencia guiadas por las sugerencias presentadas por Panse y Sukhatme (1963), Robles (1986) y Strickberger (1988).

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

Los Cuadros 1, 2, 3 y 4, muestran las frecuencias fenotípicas concordantes con la relación teórica por dihibridismo, dominancia completa, segregación independiente y sin interacción; igualmente la prueba de independencia realizada en base a tablas de contingencia 2 x 2, confirman su comportamiento independiente en la herencia, deduciéndose que los loci génicos participantes se encuentran en cromosomas diferentes o estando en el mismo par cromosómico se hallan suficientemente distanciadas (50 u.m) y en consecuencia presentan segregación independiente.

**Cuadro 1. Población F<sub>2</sub> y prueba de  $\chi^2$  del cruce**  
 0026 x 1792  
 m/m;G/G M/M;g/g  
 Reg: 3g(86)/1+2+3/

Fenotipo	Frecuencia		Relación		(Obs-Esp) <sup>2</sup> Esp.	P(gl=3)
	Obs.	Esp.	Obs.	Esp.		
Mixtura, glomerulada	439	436,5	9,1	9	0,0143	
Mixtura, amaranti-forme	149	145,5	3,1	3	0,0842	
Verde, glomerulada	140	145,5	2,9	3	0,2079	
Verde, amaranti-forme	48	48,5	1,0	1	0,0052	
T O T A L	776	776,0	16,1	16	0,3116	0,97
Prueba/independencia: $\chi^2 = 0028$ y $P (gl = 1) = 0,96$						

**Cuadro 2. Población F<sub>2</sub> y prueba de  $\chi^2$  del cruce**  
 0026 x 0692  
 r/r;su/su R/R;Su/Su  
 Reg: 1g(86)/1+2+3+4+5/

Fenotipo	Frecuencia		Relación		(Obs-Esp) <sup>2</sup> Esp.	P(gl=3)
	Obs.	Esp.	Obs.	Esp.		
Rojo, harinosa	371	376,875	10,3	9	0,0265	
Rojo, vidriosa	119	122,625	3,3	3	0,1072	
Verde, harinosa	128	122,625	3,5	3	0,2356	
Verde, vidriosa	36	40,875	1,0	1	0,5414	
T O T A L	654	654,00	18,1	16	0,9507	0,81
Prueba/independencia: $\chi^2=0,4108$ y $P(gl=1) = 0.53$						

P = Probabilidad

gl = Grados de libertad

**Cuadro 3. Población F<sub>2</sub> y prueba de  $\chi^2$  del cruce**  
 0026 x 1792  
 m/m;su/su M/M;Su/Su  
 Reg: 3g(86)/6+7+8/

Fenotipo	Frecuencia		Relación		(Obs-Esp) <sup>2</sup> Esp.	P(gl=3)
	Obs.	Esp.	Obs.	Esp.		
Mixtura,harinosa	259	279,0	6,8	9	1.4337	
Mixtura,"chullpi"	88	93,0	2,3	3	0,2688	
Verde,harinosa	111	93,0	2,9	3	3,4839	
Verde, "chullpi"	38	31,0	1,0	1	1,5806	
T O T A L	496	496,0	13,0	16	6,7670	0,08
Prueba/independencia: $\chi^2 = 0,0011$ y $P(gl=1) = 0,97$						

P = Probabilidad

gl = Grados de libertad

**Cuadro 4. Población F<sub>2</sub> y Prueba de  $\chi^2$  del cruce**  
**0026 x Saj. gg**  
**D/D;su/su d/d;Su/Su**  
**Reg:6g(86)/1+2+3/**

Fenotipo	Frecuencia		Relación		(Obs-Esp) <sup>2</sup> Esp.	P(gl=3)
	Obs.	Esp.	Obs.	Esp.		
Amargo,harinosa	226	219,375	9,4	9	0,2001	
Amargo,"chullpi"	69	73,125	2,9	3	0,2327	
Dulce,harinosa	71	73,125	3,0	3	0,0618	
Dulce,"chullpi"	24	24,375	1,0	1	0,0058	
T O T A L	390	390,00	16,3	16	0,5004	0,91
Prueba/independencia: $\chi^2 = 0,1389$ y $P(gl=1) = 0,71$						

P = Probabilidad

gl = Grados de libertad

Mendel (1965), mediante sus trabajos clásicos de hibridación, dedujo la segregación independiente de unos caracteres frente a otros, estimando también el número de combinaciones posibles cuando se toman simultáneamente dos pares génicos. Esta característica de la herencia, se encuentra ampliamente reportada en las obras especializadas de Robres (1986), Strickberger (1988), y otros, cuya segregación fenotípica en F<sup>2</sup> es concordante con la relación 9:3:3:1 para progénies de dihíbridos y 1:1:1:1 en las cruza de prueba.

Gandarillas (1979), presumió la independencia hereditaria de algunos caracteres de la quinua, aunque Simmonds (1971) informó sobre el ligamiento de los genes R--Ax---Ms y Bonifacio (1990) constató que los loci K y D pertenecen a un grupo de enlace.

#### IV. CONCLUSIONES

Los colores de la planta estudiados en el trabajo, como ser el mixtura, rojo y verde, presenta segregación independiente de la forma que toma la inflorescencia y del tipo de grano.

El caracter amargo o la presencia de saponina en el grano, registra independencia en la herencia frente al tipo de grano.

La independencia hereditaria de los factores estudiados, conduce a la interpretación de que tales pares se encuentran en cromosomas diferentes o estando en el mismo cromosoma se hallan considerablemente distanciadas (50 u.m).

La segregación independiente de los factores, constituye una característica favorable para propósitos de mejoramiento, puesto que facilitarán la selección de un fenotipo dado independientemente de otros.

#### V. BIBLIOGRAFIA

- BONIFACIO, A. 1990. Caracteres hereditarios y ligamiento factorial en quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd). Cochabamba, Bolivia, Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón. 189 p.
- y GANDARILLAS, H. 1986. Herencia del caracter mixtura en la quinua. In: V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. Puno, Perú. p. 148-155.
- GANDARILLAS, H. 1967. Observaciones sobre la biología reproductiva de la quinua. Sayaan (Bolivia).5(2): 26-9.
- , 1974. Genética y origen de la quinua. La Paz, Bolivia, MACA, Instituto Nacional de Trigo. Boletín Informativo No. 9. 20 p.
- , 1979. Genética y origen. In: Quinua y Kañihua. Bogotá, Colombia, IICA. p. 45-64.
- ROBLES, R. 1986. Genética elemental y fitomejoramiento práctico. México, LIMUSA. 477 p.
- SIMMONDS, N.W. 1971. The breeding system of *Chenopodium quinoa*. Male sterility. Heredity. 27:73-82.



## INTERACCION GENICA EN *Chenopodium quinoa*, Willd

Alejandro BONIFACIO.  
Estación Experimental Patacamaya. IBTA-Bolivia

### I. INTRODUCCION

Las investigaciones realizadas en *Chenopodium quinoa* Willd, han determinado la herencia de algunos caracteres, entre ellos: Los colores básicos, forma de inflorescencia, color de grano, tipo de grano, presencia de saponina, la androesterilidad, coloración axilar, los fenotipos "mixtura" o variegado y el "pantela"; sin embargo, tales factores fueron estudiados en base a la acción de un par alelomórfico, sin considerar la presencia simultánea de dos o más pares.

En el presente trabajo, se estudió el comportamiento hereditario de los factores que determinan los diferentes colores de la planta, planteándose los siguientes objetivos:

- Determinar la herencia del factor rojo frente al "mixtura" y "pantela".
- Estudiar la expresión de la pigmentación axilar frente al rojo, púrpura y "mixtura".
- Evaluar el efecto inhibitor detectado en algunas accesiones fenotípicas verdes.

Gandarillas (1968, 1974 y 1979), describió tres colores básicos: Rojo, púrpura y verde; complementando que las plantas púrpuras pueden presentar panoja púrpura o amarilla, igualmente las púrpuras como las verdes tienen el tallo coloreado, listado o con axilas pigmentadas. El mismo autor (1968), cruzó las plantas verdes por rojas, rojas por púrpuras y verdes por púrpuras y al analizar las frecuencias de segregación en  $F_2$ , encontró la relación de 3:1 en todos los casos. En base a estos resultados postuló que los mismos estaban gobernados por la serie alelomórfica  $R r^p rr$ , donde el gen  $R$  determina el rojo,  $r^p$  el púrpura y  $rr$  verde.

Según Simmonds (1971), el gen  $Ax^-$  controla la producción de manchas pigmentadas en las axilas y el recesivo  $axax$  carece de pigmentos axilares, observando concordancia con la relación  $e Ax^- : 1 axax$  en la  $F_2$ ; también constató la presencia de ligamiento entre los genes  $Ax$ ,  $R$  y  $Ms$ .

La herencia del fenotipo "mixtura", fue reportado por Bonifacio y Gandarillas (1986), donde el factor  $M^-$  es el responsable de la expresión del color irregularmente distribuido, siendo dominante la forma variegada y recesiva  $mm$  la que carece de manchas pigmentadas en hojas y panojas. Posteriormente, Bonifacio (1988), describió el fenotipo "pantela" y determinó su herencia, proponiendo que el par  $P^-$  influía en la coloración peculiar.

### II. MATERIALES Y METODOS

**Cuadro 1: Características del material genético**

No. Registro	Procedencia	Fenotipo
03-07-0692	Perú (Cusco)	Rojo, glomerulada
06-01-1473	Argentina	Verde, glomerulada
04-03-1638	Bolivia (Potosi)	"pantela", amarantiforme
04-01-1792	Bolivia (La Paz)	"mixtura", amarantiforme
02-02-1798	Ecuador (Quito)	Púrpura, glomerulada
6-84	Bolivia (La Paz)	Rojo, glomerulada
1i (80)/M/	Bolivia (La Paz)	Verde axila roja

Se utilizó material específico para cruzamientos: Tijera punta fina, aguja de microscopía, lentes de aumento tipo frontal, libro de registros, lápiz negro, vidrio de reloj, pincel, bollos de algodón, alcohol, sobre de papel bond 4 x 6.5 cm y clips de 32 mm.

El plan de cruces fué elaborado de acuerdo a los objetivos del trabajo, adoptándose para los cruzamientos la metodología desarrollada por Gandarillas en 1967, la que se denominó de "emasculación y polinización artificial consecutiva". La identificación de plantas híbridas  $F_1$  ha sido posibilitada por la expresión fenotípica de los marcadores genéticos involucrados en cada cruce, las que fueron autofecundadas, cosechadas y trilladas individualmente; este material dió origen a la población  $F_2$ , permitiendo las lecturas en sus frecuencias fenotípicas segregadas y el análisis de concordancia ( $\chi^2$ ) según sugerencias presentadas por Panse y Sukhatme (1963) y Strickberger (1988).

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

**Cuadro 2. Población  $F_2$  y prueba de  $\chi^2$  del cruce**

1i(80)/M/ x 6-84  
r/r;Ax/Ax R/R ax/ax  
Reg: 66 (86)/1+2+3+4/

Fenotipo	Frecuencia		Relación		$\frac{(\text{Obs}-\text{Esp})^2}{\text{Esp.}}$	P(gl=2)
	Obs.	Esp.	Obs.	Esp.		
Planta roja	1986	1885,5	12,4	12	0,0001	
Axila roja	476	471,375	3,1	3	0,0454	
Planta verde	152	157,125	1,0	1	0,1672	
T O T A L	2514	2514,000	16,5	16	0,2117	0,9

P = Probabilidad

gl = Grados de libertad

**Cuadro 3: Población  $F_2$  y prueba de  $\chi^2$  del cruce**

1638 x 0692  
r/r;p/p R/R;p/p  
Ref: 24 g(86)/1+3+4+5+6/

Fenotipo	Frecuencia		Relación		$\frac{(\text{Obs}-\text{Esp})^2}{\text{Esp.}}$	P(gl=2)
	Obs.	Esp.	Obs.	Esp.		
Rojo	1028	1002,0	11,7	12	0,6747	
"Pantela"	250	250,5	2,8	3	0,0010	
Verde	88	83,5	1,0	1	0,2425	
T O T A L	1366	1366,0	15,5	16	0,9175	0,64

P = Probabilidad

gl = Grados de libertad

**Cuadro 4: Población  $F_2$  y prueba de  $\chi^2$  del cruce**

1792 x 0692  
r/r;M/M R/R;m/m  
Reg: 30g (86)/1+4+5+6+7/

Fenotipo	Frecuencia		Relación		$\frac{(\text{Obs}-\text{Esp})^2}{\text{Esp.}}$	P(gl=2)
	Obs.	Esp.	Obs.	Esp.		
Rojo	2150	2109,0	12,4	12	0,7971	
"Mixtura"	489	527,25	2,7	3	2,7749	
Verde	173	175,75	1,0	1	0,0430	
T O T A L	2812	2812,00	16,1	16	3,6150	0,17

P = Probabilidad

gl = Grados de libertad

**Cuadro 5: Población F<sub>2</sub> y prueba de  $\chi^2$  del cruce**  
 1792 x 1798  
 r/r;M/M r<sup>p</sup>/r<sup>p</sup>; m/m  
 Reg: 30 (85)/1+2+3+4/

Fenotipo	Frecuencia		Relación		$\frac{(\text{Obs}-\text{Esp})^2}{\text{Esp.}}$	P(gl=3)
	Obs.	Esp.	Obs.	Esp.		
Púrpura						
-mixture	580	569,25	10,0	9	0,2030	
Púrpura	199	189,75	3,4	3	0,4509	
"Mixture"	175	189,75	3,0	3	1,1466	
Verde	58	63,25	1,0	1	0,4358	
TOTAL	1012	1012,00	17,4	16	2,2363	0,53

P = Probabilidad

gl = Grados de libertad

En los Cuadros 2, 3 y 4, se evidencia la interacción de dos pares génicos, donde el factor R- ejerce enmascaramiento sobre la pigmentación axilar, "pantela" y "mixture", expresándose los fenotipos menos pigmentados solamente cuando el otro par es recesivo (rr) y la constitución del color verde inexpressivo en los progenitores, por lo que la relación aproximada es de 12:3:1, en todos los casos.

Por otra parte, el Cuadro 5, muestra la interacción de los factores M- y r<sup>p</sup>- cuya expresión es la conformación del fenotipo nuevo "púrpura-mixture", manifestándose el púrpura solo cuando el par de mixture es recesivo en homocigosis y recíprocamente el mixture se expresa cuando el par del púrpura sea recesivo; como en casos anteriores, se observa también plantas verdes cuyos factores no se manifestaban en los progenitores por su recesividad.

**Cuadro 6: Población F<sub>2</sub>, y prueba de  $\chi^2$  del cruce recíproco**  
 1792 x 1473  
 M/M;i/i m/m;l/l  
 Reg: 31g(86)/1+2+3/ y  
 16g(86)/1+2+3/

Fenotipo	Frecuencia		Relación		$\frac{(3a-13b)^2}{13x3(a+b)}$	P(gl=1)
	Obs.	Esp.	Obs.	Esp.		
Verde	335	336,375	12,7	13		
Mixture	79	77,625	3,0	3		
TOTAL	414	414,625	15,7	16	0,0300	0,77
<b>Recíproco</b>						
Verde	684	676,8125	13,8	13		
Mixture	149	156,1875	3,0	3		
TOTAL	833	833,0000	16,8	16	0,4071	0,52

a = Frecuencia mayor observada

P = Probabilidad

b = Frecuencia menor observada

gl = Grados de libertad

13:3 = Proporción teórica

Finalmente, se constató la existencia de un factor de inhibición para el fenotipo "mixture" (Cuadro 6), siendo su acción dominante por la que en F<sub>2</sub> se encontró la relación concordante con 13 verde: 3 mixture, expresándose la forma variegada solo cuando el factor de inhibición es recesivo.

El enmascaramiento como fenómeno de interacción interalélica, ha sido reportado en varias especies, siendo uno de ellos en la avena, en la que el color negro de la semilla enmascara al amarillo que a su vez es dominante sobre el blanco, dando la relación de 12:3:1 en F<sub>2</sub>.

La presencia de plantas verdes en progenies  $F_2$  provenientes de progenitores pigmentados (rojo, axila roja, "pantela" y mixtura), se interpretó considerando que los loci que tipifican tales fenotipos, son pares diferentes (excepto la serie  $R r^P rr$ ), en las que se registran interacciones epistáticas traducidas en forma de enmascaramiento por los de mayor penetrancia, sobre las de menor intensidad en color. Por otra parte, la constitución del fenotipo combinado "púrpura-mixtura" es atribuible a la interacción de  $r^P$ - y  $M$ -, similar a la acción hereditaria reportada para la forma de cresta en aves de corral en las que la forma en guisante ( $aaB$ -) y en roseta ( $A-bb$ ) son dominantes sobre la sencilla ( $aabb$ ), mientras que la interacción de ambos ( $A-B$ -) origina cresta en nuez (Batesson citado por Strickberger, 1988).

Efectos de inhibición, fueron reportados por Poelhman (1987), donde el gen  $I$  inhibe la expresión del color rojo en el maíz, manifestandose el color solo cuando el par inhibitor es recesivo ( $ii$ ); también Angladette (1975), menciona que la pigmentación antocianina en el arroz, depende de dos genes de base, un cromógeno  $C$  y otro de reducción  $A$ .

#### IV. CONCLUSIONES

Los fenotipos mixtura, "pantela" y axila roja, son enmascarados en su expresión por el color rojo, segregando en  $F_2$  concordante con la proporción 12:3:1 comprendiendo a los colores paternos y una proporción mínima de plantas verdes inexpressivos en los progenitores pigmentados como consecuencia de su recesividad.

El factor  $r^P$ - junto al  $M$ -, genera un fenotipo nuevo o combinado "Púrpura-mixtura" ( $r^P-M$ -), con segregación independiente en  $F_2$  conforme a la relación  $9 r^P-M$ -:  $3r^P-mm$ :-  $3rrM$ -:  $1 rrrmm$ .

Se evidenció la participación del factor de inhibición de tipo dominante para el fenotipo mixtura, el que se presenta en plantas fenotípicamente verdes, encontrándose la relación epistática de 13 verde: 3 mixtura en  $F_2$ .

#### V. BIBLIOGRAFIA

- ANGLADETTE, A. 1975. El arroz. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Trad. Vicente Ripol y Fermín Palomeque. Barcelona, España, Blume, 978 p.
- BONIFACIO, A. 1988. Herencia del caracter "pantela en la quinua". In: VI Congreso Internacional Sobre Cultivos Andinos. Quito, Ecuador. p. 69-72.
- y GANDARILLAS, H. 1986. Herencia del caracter mixtura en la quinua. In: V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Adninos, Puno, Perú. p. 148-155.
- GANDARILLAS, H. 1967. Observaciones sobre la biología reproductiva de la quinua. Sayaña (Bolivia). 5(2): 26-29.
- 1968. Estudios de herencia de la quinua. La Paz, Bolivia, Ministerio de Agricultura, Universo. Boletín experimental No. 35. 10 p.
- 1974. Genética y origen de la quinua. La Paz, Bolivia. Instituto Nacional de Trigo. Boletín Informativo No. 9. 20 p.
- PANSE, V.G. y SUKHATME, P.V. 1963. Métodos estadísticos para la investigación agrícola. Trad. A. María Flores y M. Guadalupe Lomelí. México, Fondo de cultura económica, Urquijo. 349 p.
- POEHLMAN, J. M. 1987. Mejoramiento de las cosechas. Trad. Nicolas Sanchez Durón México, Limusa. 453 p.
- SIMMONDS, N.W. 1971. The breeding syystem of *Chenopodium quinoa*. Male sterility. Heredity . 27:73-82.
- STRICKBERGER, M. 1988. Genética. Trad. José Luis Ménsua. Barcelona, España, 3ra. ed. Omega. 869 p.

## CARACTERIZACION DE MATERIAL GENETICO DISPONIBLE DE QUINUA

D. FAIRBANKS, L. ROBISON, K. BURGNER, W. ANDERSEN, D. LOPEZ, E. BALLON, R. BERNAL, R. PEÑA, J. SÁNCHEZ y A. PIMENTEL.

Instituto de Agricultura y Ciencias Alimenticias "Ezra Taft Benson". (EUA).

Universidad Brigham Young (EUA).

Universidad Nacional del Altiplano (Perú).

Instituto Tecnológico Agropecuario de Tlaxcala.México

### I. INTRODUCCION

Aunque cientos de especies vegetativas han sido "domesticadas" y usadas como alimentos, la mayor porción del alimento mundial consiste en relativamente pocas especies. La falta de diversificación de especies en los cultivos más importantes y la pérdida de diversificación genética es estas especies tiene profundas implicaciones para el futuro de la producción mundial de alimento. De acuerdo al Dr. Noel Vietmeyer, miembro de la Academia Nacional de Ciencias (National Academy of Science) y posiblemente el exponente y defensor más prominente del aumento del desarrollo de las especies alimenticias menos utilizadas, "Apenas un puñado de cultivos domina las reservas alimenticias del mundo. Esto constituye un pequeño granero para alimentar a todo el planeta" (Vietmeyer, 1986).

De las muchas especies "domesticadas" y menos utilizadas, la quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) está entre las más prometedoras. Previo al contacto europeo, éste era un cultivo básico conocido por los habitantes de las regiones andinas como "el grano madre" (La chisiya mama). Su historia pasada y presente de cultivo incluye toda la región de los Andes desde Venezuela hasta el sur de Chile y Argentina. Mientras dos de los cultivos más importantes de la región andina, el maíz y la papa, fueron llevados a Europa y que se transformaron en cultivos mundiales, el cultivo de dos productos básicos andinos, la quinoa y el amaranto (*Amaranthus spp.*), declinó en los siglos después de la conquista europea. Sin embargo, la quinoa sigue siendo un producto básico importante en la región andina montañosa.

A medida que se desarrollan nuevas variedades de quinoa mediante programas genéticos, la pérdida de la diversificación genética debido a la dispersación de variedades, se transforma en una seria preocupación. Mientras que varias colecciones de germoplasma de quinoa se guardan en varias instituciones, mucho material necesita ser caracterizado en cuanto a rasgos agronómicos, morfológicos y bioquímicos. Además, casi todas las fuentes de colección, pueden sufrir de redundancia genética resultando en gastos y esfuerzos que pueden ser reducidos si se procede a eliminar esa redundancia. Para que la colección genética sea de valor a los botánicos, es imperativo que se realice una caracterización de los rasgos morfológicos y agronómicos. Sin embargo, la caracterización puede transformarse en un impedimento debido a las limitaciones de tiempo y recursos.

Una solución razonable a estos problemas propuesta por varios investigadores es el desarrollo de una colección núcleo, bien caracterizada que sirva como fuente primaria de semilla para genetistas, la cual es sistemáticamente estructurada para representar la diversificación genética presente en una colección extensa (Franklel, 1984; Brown, 1989). Una colección-núcleo apropiada puede incluir aproximadamente 5- 10% de los incrementos genéticos incluidos en la colección más grande (Brown, 1989). El resto de los incrementos genéticos, formarían parte de una colección que no está tan extensamente caracterizada y que se mantiene en reserva por largos períodos de tiempo.

Es posible que el aspecto más crítico del desarrollo de la colección-núcleo, sea el método de muestreo. Brown (1989) propuso que el muestreo se realice en forma sistemática en base a los tres tipos de información:

1. El origen de los incrementos genéticos (v.g."pasaporte" informativo).
2. Información de caracterización, que incluye taxonomía, marcadores genéticos, de naturaleza biológica y bioquímica.
3. Evaluación de los rasgos agronómicos.

Los genotipos podrían compararse para determinar el grado de similitud genética usando el análisis de grupo jerárquico en una colección. Desafortunadamente, una cuidadosa caracterización de una colección grande, particularmente de los rasgos agronómicos, puede llegar a ser impráctico y puede destruir el propósito de la colección-núcleo. A la misma vez, los rasgos morfológicos y agronómicos tienen la desventaja de ser influenciados por factores ambientales y puede que no representen verdaderas similitudes o diferencias genéticas.

Los marcadores genéticos-bioquímicos son ventajosos por el hecho de que representan solamente variación genética y no están sujetos a la influencia ambiental. Idealmente, una colección-núcleo puede desarrollarse a través de una identificación rápida de las similitudes genéticas y las diferencias en base a los marcadores genéticos bioquímicos así como la información morfológica, agronómica y de pasaporte. Entonces se puede realizar una evaluación agronómica en forma más económica en la colección-núcleo.

Además de la colección-núcleo, se pueden usar marcadores genético-bioquímicos para comparar la diversificación genética adentro de los incrementos genéticos y así observar los cambios en la frecuencia de alelos durante la mantención y regeneración de las fuentes genéticas. En esta forma, la biotecnología tiene un papel crítico e inmediato en la caracterización de recurso genético vegetativo.

La Reacción en Cadena de Polímeros (PCR) ha impactado la investigación de biología molecular más que cualquier otra técnica en los últimos años. Esta permite la ampliación selectiva de segmentos DNA de pequeñas cantidades de DNA total del organismo. Como una analogía, si consideráramos que un libro representa toda la información genética de un organismo, PCR se puede comparar a una fotocopia de una simple página, más de un millón de veces. Una aplicación de PCR conocida como análisis de Ampliación al azar Polimórfica de DNA (RAPD), tiene un gran potencial para la caracterización de recurso genético vegetativo (Andersen y Firbanks, 1990). Este análisis permite el estudio de numerosas secuencias homologas de DNA de incrementos genéticos vegetativos en un período corto de tiempo.

Los modelos se pueden analizar después para determinar la distancia genética de los incrementos genéticos y de esta información, una colección-núcleo se puede identificar para una caracterización en más detalle. Por varias razones se ha seleccionado la quinoa como un sistema modelo para determinar la eficacia de este procedimiento. Las colecciones de quinoa son relativamente pequeñas pero genéticamente diversificadas (Fairbanks *et al.*, 1990) y una colección puede ser caracterizada en corto período de tiempo a un bajo costo. También la información agronómica producida por este estudio será útil de inmediato para los programas genéticos de quinua y aumentará la visibilidad y la utilidad de colecciones de quinua.

La Universidad Brigham Young (E.U.A.), la Universidad Nacional del Altiplano (Perú) y el Instituto Tecnológico Agropecuario de Tlaxcala No. 29, DGETA (México), han comenzado un acuerdo cooperativo que incluye la caracterización de las fuentes genéticas de quinoa. Actualmente se encuentra en el proceso de desarrollar marcadores de DNA para establecer comparación con las medidas de diversificación genética y de otros rasgos. A continuación se describen varios de los rasgos que hemos analizado para examinar la diversificación genética de los 162 incrementos genéticos.

## **1. Semilla (Contenido Protéico)**

El contenido protéico fue medido en un análisis del método de micro Kjeldahl. El contenido protéico fue de un promedio de 18,3% y la variación fue de 8.8 a 22.5% con numerosas variedades que excedían el 20%. La proteína de la semilla de quinoa se caracterizó por la movilidad electroforética, fraccionamiento de solubilidad y variación genética de una amplia variación genética (Fairbanks *et al.*, 1990).

Los perfiles electroforéticos de albumina desnaturalizada, globulina, prolamina y fracciones de glutelina soluble demostraron que los polipéptidos de la semilla de quinua pueden ser clasificados ya sea como albúmina o globulina con polipéptidos más predominantes en la fracción de globulina. Montos insignificantes de proteína se encontraban en la fracción de prolamina y todos los polipéptidos en la fracción de glutelina tenían la misma movilidad electroforética de albúminas y globulinas. Tres polipéptidos de globulina de 34.4 y 36.2 kilodaltons de tamaño eran altamente visibles dentro y alrededor de los incrementos genéticos examinados y parecen estar codificados por lo menos en dos genes. El desarrollo de un mapa biodimensional de una cadena peptida revela que estos tres polipéptidos son homólogos.

Estos marcadores altamente variables pueden usarse para la identificación y clasificación de **germoplasma** y la aclaración de variabilidad de sistemática y genética dentro del banco de **germoplasma de quinua**. De todos los incrementos genéticos examinados, todos los otros polipéptidos importantes fueron invariables electroforéticamente.

## 2. Composición de Aminoácidos

Se cuantificaron 18 aminoácidos de la proteína de quinua usando cromatografía líquida de alta resolución. La variación de los incrementos genéticos fue más alta en histidina, lisina, metionina, ácido glutámico y arginina, indicando que algunos de los incrementos genéticos se desvían levemente de la composición ideal de aminoácidos para la nutrición humana (Burgener *et al.*, 1990).

## 3. Características Agronómicas

Durante el verano de 1990 se evaluaron varios incrementos genéticos en los Estados Unidos y en México, buscando la fecha de brote de la inflorescencia, fecha de florecimiento, fecha de maduración, tamaño de la planta a 30, 60, 90 días de siembra y al madurar, tipo de planta (compacta vs. ramificada), tipo de inflorescencia, tamaño de inflorescencia, acame, quebradura de la semilla, daño por pájaros, daño por insectos, rendimiento de semilla, peso de 1000 semillas, color de la semilla y contenido de saponina. Al momento de escribir ese documento, esta información no se ha analizado.

De la comparación de variación de la características mencionadas con el análisis de marcadores moleculares es posible determinar la confiabilidad del análisis de marcadores genéticos en predecir diversidad genética para las características agronómicas y nutricionales y para la indentificación de redundancia genética.

## II. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSEN, W., FAIRBANKS J. 1990. Molecular markers for characterization of plant genetic resoucers. Diversity (in press).
- BURGENER, W., ROBISON L.R., FAIRBANKS D.J., VANBUREN. 1990. Minera, protein, and amino acid content of quinoa seed accessions. Agron. Abs. p. 163.
- BROW, A.D. 1989. The case for core collections. *In*: A. D. H. Brown, D.R. Marshall, O.H. Frankel, and J. T. Williams (eds) The Use of Plant Genetic Resources. Combridge University Press, Cambridge. pp. 136-156.
- FAIRBANKS, D.J., BURGENER, K.R., ROBISON L.R., ANDERSEN W.R., E. BALLON. 1990. Electrophoretic characterization of quinoa seed proteins. Plant Breeding 104: 190-195.
- FRAKEL, O.S. 1984. Genetic perspectives of germoplasm conservation. *In*: Genetic Manipulation: Impact on Man and Society, pp. 161-170.
- VIETMEYER, N.C. 1986. Lesser known of potential use in agriculture and forestry science 232: 13798-1384.



## LA ANDROESTERILIDAD EN QUINUA Y FORMA DE HERENCIA

Raúl SARAVIDA Z.  
Estación Experimental de Patacamaya. IBTA.

### I. INTRODUCCIÓN

En estudios preliminares sobre la quinua, se ha encontrado que el fenómeno de la androesterilidad se presenta con cierta frecuencia, especialmente en variedades autóctonas y muy escasamente en las mejoradas.

La presencia de la androesterilidad en la quinua fue reportada por León (1964), quién menciona que el porcentaje de las flores hermafroditas y femeninas en la misma inflorescencia difieren según la variedad, dándose incluso el caso de que en un glomérulo únicamente la flor apical es hermafrodita.

Gandarillas (1968), por su parte a objeto de conocer la forma de herencia de varios caracteres de la planta con fines de mejoramiento y mejor uso de la quinua inicia estudios de citología y genética en la Estación Experimental de Patacamaya (Bolivia). Este autor (1969), afirma la existencia de la esterilidad masculina genética y citoplásmica en material proveniente de Challapata (Bolivia).

Por su parte Simmonds (1971), en una muestra de Batallas (Bolivia), observa también la existencia de la androesterilidad genética, según el citado autor casi todas las quinuas son ginomónicas (Ms-) ya que llevan mezclas de flores femeninas y hermafroditas).

### II. OBJETIVOS

Los objetivos del estudio son:

- Determinar si la androesterilidad existente es genética o citoplásmica.
- Determinar los mecanismos hereditarios que condicionan la androesterilidad.
- Verificar la existencia del gen restaurador de la androesterilidad.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo ha sido realizado en la Estación Experimental de Patacamaya (Bolivia).

El material genético, está constituido por 5 accesiones del Banco de Germoplasma de la Estación Experimental de Patacamaya, registrados con los números 1981, 1989, 1911, 1917 y 1919, procedentes de Vinto, Huancane, Challapata del departamento de Oruro respectivamente.

El trabajo se llevó a cabo en condiciones de invernadero. La metodología básicamente consistió en cruces de plantas androestériles (PA), por plantas hermafroditas (PH), la generación  $F_2$ , se obtuvo por autofecundación y retrocruzamiento de los individuos  $F_1$ . Cabe hacer notar que el cruzamiento practicado fue planta a planta, es decir que el polen recolectado de una planta hermafrodita fecundo solo a otra planta androestéril.

Para determinar el tipo de herencia, se analizó las proporciones de plantas hermafroditas y androestériles en la generación  $F_1$  y  $F_2$  mediante la prueba de Ji cuadrado ( $X^2$ ), con corrección de Yates propuesto por Panse (1959) y Steel y Torrie (1960).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se muestran en el cuadro 1.

**Cuadro 1 Proporción de PH y PA en la progenie de la generación F1 y F2 por familia**

No. Cruza autofecundal retrocruza	Estado	Proporciones observadas		X2	Tipo de Ajuste	Posible genotipo de Ph autofecundadas y PA cruzam. o retrocruza
		PH	PA			
1981						
Cruzamiento (F <sub>1</sub> )						
1	PH <sub>1</sub> x	92	32	0.01(1)	3:1	Ms/ms
	PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub>	48	47	0.00(2)	1:1	ms/ms
Autofecundaciones (F <sub>2</sub> )						
	(PH <sub>1</sub> xx) <sub>10</sub>	95	31	0.00(1)	3:1	Ms/ms
a.2.	(PA <sub>1</sub> PH <sub>1</sub> ) <sub>4</sub> x	60	27	1.38(1)	3:1	Ms/ms
a.3.	(PA <sub>1</sub> PH <sub>1</sub> ) <sub>3</sub> x	89	27	0.07(1)	3:1	Ms/ms
Retrocruzas (F <sub>2</sub> )						
	(PH <sub>1</sub> xx) <sub>10</sub>	95	31	0.00(1)	3:1	Ms/ms
r.1.	(PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub> ) (PH <sub>1</sub> x) <sub>14</sub>	61	64	0.03(2)	1:1	ms/ms
	(PH <sub>1</sub> xx) <sub>14</sub>	106	30	0.48(1)	3:1	Ms/ms
r.2.	(PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub> ) (PH <sub>1</sub> x) <sub>14</sub>	62	66	0.07(2)	1:1	ms/ms

No. Cruza autofecundal retrocruza	Estado	Proporciones observadas		X2	Tipo de Ajuste	Posible genotipo de Ph autofecundadas y PA cruzam. o retrocruza
		PH	PA			
1909						
Cruzamiento (F <sub>1</sub> )						
2	PH <sub>3</sub> x	9	0	--(3)	homocigoto	(N) ms/ms
	PA <sub>3</sub> x PH <sub>3</sub>	0	85	--(5)	citoplasmico	(S) ms/ms
Retrocruzas (F <sub>2</sub> )						
	(PH <sub>3</sub> xx) <sub>2</sub>	119	0	--(3)	homocigoto	(N) ms/ms
r.1.	(PA <sub>3</sub> x PH <sub>3</sub> ) (PH <sub>3</sub> x) <sub>2</sub>	0	85	--(5)	citoplasmico	(S) ms/ms
Cruzamiento (F <sub>1</sub> )						
3	PH <sub>4</sub>	58	0	--(3)	homocigoto	MsMs/RR
	PA <sub>4</sub> x PA <sub>4</sub>	46	0	--(6)	dom. gen.	msms/rr
Autofecundaciones (F <sub>2</sub> )						
	(PH <sub>4</sub> xx)	130	0	--(3)	homocigoto	MsMs/RR
a.1.	(PA <sub>4</sub> x PH <sub>4</sub> ) <sub>1</sub> x	110	0	--(7)	restaurador	MsmS/Rr
a.3.	(PA <sub>4</sub> x PH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> x	147	12	0.47(7)	15:1	MsmS/Rr
Cruzamiento (F <sub>1</sub> )						
4	PH <sub>6</sub> x	11	0	--(3)	homocigoto	Ms/Ms
	PA <sub>6</sub> x PA <sub>6</sub>	83	0	--(6)	dom. gen.	ms/ms
Autofecundaciones (F <sub>2</sub> )						
a.1.	(PA <sub>6</sub> x PH <sub>6</sub> ) <sub>1</sub> x	49	10	1.63(1)	3:1	Ms/Ms
a.3.	(PA <sub>6</sub> x PH <sub>6</sub> ) <sub>1</sub> x	92	32	0.01(1)	3:1	Ms/Ms
1911						
Cruzamiento (F <sub>1</sub> )						
1	PH <sub>1</sub> x	59	0	--(3)	homocigoto	(N) ms/ms
	PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub>	0	54	--(5)	citoplasmico	(S) ms/ms
Retrocruzas (F <sub>2</sub> )						
	(PH <sub>1</sub> xx) <sub>1</sub>	38	0	--(3)	homocigoto	(N) ms/ms
r.1.	(PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub> ) (PH <sub>1</sub> x) <sub>1</sub>	0	48	--(5)	citoplasmico	(S) ms/ms
	(PH <sub>1</sub> xx) <sub>10</sub>	49	0	--(3)	homocigoto	(N) ms/ms
r.2.	(PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub> ) (PH <sub>1</sub> x) <sub>10</sub>	1	107	--(5)	citoplasmico	(S) ms/ms
1917						
Cruzamiento (F <sub>1</sub> )						
1	PH <sub>1</sub> x	76	0	--(3)	homocigoto	MsMs/RR
	PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub>	71	0	--(6)	dom. gen.	msms/rr

No. Cruza autofecunda/retrocruza	Estado	Proporciones observadas		X2	Tipo de Ajuste	Posible genotipo de Ph autofecundadas y PA cruzam. o retrocruza
		PH	PA			
-----						
Autofecundaciones (F <sub>2</sub> )						
a.1.	PH <sub>1</sub> xx	75	0 --(3)		homocigoto	MsMs/RR
a.2.	(PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub> ) <sub>1</sub> x	76	0 --(7)		restaurador	Msms/Rr
a.2.	(PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub> ) <sub>2</sub> x	78	3 0.88(7)		15:1	Msms/Rr
-----						
Cruzamiento (F <sub>1</sub> )						
2	PH <sub>1</sub> x	16	0 --(3)		homocigoto	(N) ms/ms
	PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub>	0	133 --(5)		citoplasmico	(S) ms/ms
-----						
Retrocruzas (F <sub>2</sub> )						
r.1.	(PH <sub>1</sub> xx) <sub>3</sub>	37	0 --(3)		homocigoto	(N) ms/ms
	(PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub> ) (PH <sub>1</sub> x) <sub>3</sub>	3	59 --(5)		citoplasmico	(S) ms/ms
r.2.	(PH <sub>1</sub> xx) <sub>3</sub>	37	0 --(3)		homocigoto	(N) ms/ms
	(PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub> ) (PH <sub>1</sub> x) <sub>3</sub>	0	48 --(5)		citoplasmico	(S) ms/ms
-----						
1919						
-----						
Cruzamiento (F <sub>1</sub> )						
1	PH <sub>1</sub> x	112	0 --(3)		homocigoto	(N) ms/ms
	PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub>	1	64 --(5)		citoplasmico	(S) ms/ms
-----						
Retrocruzas (F <sub>2</sub> )						
r.1.	(PH <sub>1</sub> xx) <sub>7</sub>	140	0 --(3)		homocigoto	(N) ms/ms
	(PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub> ) (PH <sub>1</sub> x) <sub>7</sub>	0	146 --(5)		citoplasmico	(S) ms/ms
r.2.	(PH <sub>1</sub> xx) <sub>11</sub>	129	0 --(3)		homocigoto	(N) ms/ms
	(PA <sub>1</sub> x PH <sub>1</sub> ) (PH <sub>1</sub> x) <sub>11</sub>	0	134 --(5)		citoplasmico	(S) ms/ms
-----						
Cruzamiento (F <sub>1</sub> )						
2	PH <sub>3</sub> x	77	0 --(3)		homocigoto	MsMs/RR
	PA <sub>3</sub> x PH <sub>3</sub>	92	0 --(6)		dom. gen.	msms/rr
-----						
Autofecundaciones (F <sub>2</sub> )						
a.1.	(PH <sub>3</sub> xx) <sub>5</sub>	116	0 --(3)		homocigoto	MsMs/RR
a.2.	(PA <sub>3</sub> x PH <sub>3</sub> ) <sub>1</sub> x	31	0 --(7)		restaurador	Msms/Rr
a.2.	(PA <sub>3</sub> x PH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> x	167	15 1.23(7)		15:1	Msms/Rr
a.3.	(PA <sub>3</sub> x PH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> x	154	0 --(7)		restaurador	Msms/Rr

De la observación comparativa de las accesiones se encuentran tres grupos más o menos definidos sobre la manifestación del carácter androestéril que son los siguientes:

### 1. Grupo de la androesterilidad génica

La accesión cuyas proporciones de androesterilidad y hermafroditismo, llevan a catalogarla inicialmente dentro el grupo de la androesterilidad génica esta la accesión 1891. La cruce 1 producto de la intervención de los progenitores PA<sub>1</sub> x PH<sub>1</sub> se ajustan a una relación fenotípica de 1 PA: 1 PH. Esto no es sino la consecuencia del apareamiento de una planta androestéril con genotipo ms/ms con una planta hermafrodita con genotipo Ms/ms. Las autofecundaciones diseñadas para verificar tal acierto, muestran que efectivamente en esta accesión la androesterilidad esta gobernada por el gene dominante Ms. y un alelo recesivo ms, es decir por un par de genes nucleares de herencia simple.

### 2. Grupo de la androesterilidad citoplásmica

Dentro este grupo se encuentra la accesión 1911. Las cruces y retrocruzas muestran proporciones que implícita o explícitamente llevan a catalogarla como poseedora de la androesterilidad citoplásmica. Esta primera pauta se observa en la progenie de la cruce 1, donde todos los individuos contabilizados fueron androestériles. De esto se deduce que las PH tenían la composición (N) ms/ms (Fértil) y la PA tenía la composición (S) ms/ms (Estéril), para luego inducir a que toda la progenie tenga la composición (S) ms/ms, donde el factor citoplásmico (N) del progenitor masculino es desplazado por el citoplasma (S).

### 3. Grupo de la androesterilidad genica, citoplasmica y genes restauradores

Las accesiones que dan pautas de poseer la androesterilidad génica y citoplásmica en la misma población son la 1909, 1917 y 1919.

Ahora bien, cuando las progenies de las cruzas que en F1, mostraban la tendencia a la herencia genica fueron autofecundadas, también quedó confirmado que en esas cruzas particulares las progenies encontradas sólo se explicaban con la composición génica de Ms/Ms/ms más un otro gene que en este caso puede denominarse "restaurador". En la literatura no existe una clara información sobre este tipo de genes restauradores presumiendo que su característica funcional varía en función a las especies.

En maíz se encontró diversos tipos de restauradores (Erawar 1969), en tanto que en sorgo parece existir un gene simple con característica de dominancia o recesividad (House 1982).

En este caso se puede decir que el posible gene restaurador se ajusta a una relación fenotípica de 3:1 que en combinación con los genes Ms y ms vienen a estructurarse la segregación deshibridación con dos pares de genes. Bajo esta estructura teoricamente debe existir una ocurrencia de 15 individuos androfértiles frente a un androesteril. Esto vienen a confirmarse en algunas cruzas de estas, mostrando la prueba de  $X^2$  un alto grado de conformidad al nivel del 5% de probabilidad.

## V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos extraemos las siguientes conclusiones:

- En la accesión 1891, se detectó androesterilidad gobernada por un par de genes recesivos ms/ms.
- La accesión 1911, es una población que tiene los genes recesivos ms/ms con la que actúa la androesterilidad citoplásmica (S).
- En las accesiones 1909, 1917, 1919 se encontró la presencia simultánea de la androesterilidad génica y citoplásmica.
- En las accesiones 1909, 1917, 1919 que poseen ambos tipos de esterilidad, se encontró también el gene restaurador (R) de la androesterilidad provocada por el citoplasma (S).
- Las plantas fenotípicamente normales pueden tener la siguiente constitución génica; (N) ms/ms, Ms / - o Ms-/R-.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- GANDARILLAS, H. 1968. Estudios de herencia de la quinua. Bolivia, Ministerio de Agricultura. Boletín Experimental No. 35 p. 10.
- \_\_\_\_\_. 1969. Esterilidad genética y citoplásmica. (*Chenopodium quinoa*). Separata de Turrialba. Vol 19 No. 3 pp. 429-430.
- LEON, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. Lima-Peru. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Zona Andina. Boletín Técnico No. 6 sp.
- SIMMONDS, N.W. 1971. The breeding system of *Chenopodium quinoa*. I. Make Sterility. Heredity 27:73-82.
- STEEL, R. G. D. y TORRIE, J. H. 1960. Principles and procedures of statistics. Mc Graw. Hill Book Co. Nueva York.

## COMPARATIVO DE ECOTIPOS SELECCIONADOS DE GRANOS ANDINOS EVALUACION DE LINEAS MEJORADAS DE QUINUA

PICASA

### I. INTRODUCCIÓN

Atendiendo las conclusiones y recomendaciones del Diagnóstico Agro-socio-económico del Distrito de Coporaque (Valle del Colca), ejecutado por la Universidad Nacional de San Agustín Arequipa (UNSA) e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), se pone en marcha diferentes tareas a favor del desarrollo del Agro del Distrito de Coporaque, Provincia de Caylloma entre ellas, la investigación en el cultivo de Quinua, que ejecutará la Estación Experimental Agropecuaria San Camilo, con los auspicios del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá.

Considerando que la quinua constituye el alimento básico del poblador de las zonas altas, se efectuó un comparativo de Ecotipos seleccionados de granos de quinua en tres localidades.

El objetivo de la investigación es evaluar el comportamiento agronómico, seleccionar variedades de alto rendimiento y determinar el comportamiento de las variedades seleccionadas en los ecosistemas de los distritos de Coporaque y Lari en Caylloma; y Echancay en Chuquibamba.

### II. MATERIALES Y METODOS

El ensayo se ejecutó en la campaña 1989-1990, en las siguientes localidades:

Localidad	Ubicacion Geografica	Altitud	Latitud	Longitud	Siembra
Coporaque	Provincia Caylloma	3628	16°44'	71°52'	19-10-89
Lari	Provincia Caylloma	3296	16°44'	71°52'	24-10-89
Echancay	Provincia Condesuyos	2320	15°38'	71°38'	25-11-89

En el experimento se utilizaron 8 variedades; 6 procedentes de la Estación Experimental Agropecuaria Illpa-Puno y 2 Ecotipos locales de Chivay y Chuquibamba: Tahuaco, Cheweca, Puno 13, Amarillo Marangani, Kamiri y Chucapaca (de Puno), Testigo Local "1" de Chivay y Testigo Local "2" de Chuquibamba.

El diseño empleado por localidad fue de bloques completos randomizados con 3 repeticiones: cada parcela o tratamiento formada de 4 surcos de 0.80 m de ancho por 5 m de largo.

Las parcelas instaladas en Caylloma fueron facilitadas por agricultores que apoyaron en la conducción y manejo del cultivo: los suelos empleados fueron franco-arenosos limosos y franco arenosos.

Previo a la siembra, se preparó el terreno, mediante riego, arada, desterronada, limpieza de terreno y surcado a 12 y 15 cm de profundidad, la densidad de siembra de 8 kg/ha, siembra a chorro continuo en líneas.

La formulación empleada para fertilizar 100-80-90 de NPK, previo análisis de suelo, se aplicó en 2 oportunidades 50% del Nitrógeno con la totalidad de fósforo a la siembra; la segunda fracción del nitrógeno al momento del aporque.

Se realizaron labores culturales como, desahije a los 30 y 40 días de siembra, deshierbos, un aporque a 65-70 días, riegos (Echancay) y controles fitosanitarios.

Las labores de evaluación y selección se orientaron a la observación de caracteres botánicos y Estado fenológico: porcentaje de germinación, vigor de plantas, altura de planta, color y tipo de tallo, panoja, hojas, longitud de panoja, días a germinación, días a floración y panojado, formación de granos y días de madurez.

Para observar la presencia de plagas y enfermedades, se tomaron 20 plantas al azar por parcela y variedad, se emplearon descriptores y formatos que proporcionó el Programa de Investigación de Cultivos Andinos.

La cosecha se realizó los días 07-07-90 en Coporaque, 09-07-90 en Lari y 17-07-90 en Chuquibamba; esta labor se adelantó para el caso de las variedades precoces (Chucapaca, Kamiri, Cheweca).

La característica principal para la evaluación final fue el rendimiento, y como factor secundario, la adaptación, precocidad a madurez, resistencia a plagas y enfermedades.

Los promedios de temperaturas máximas y mínimas mensuales fueron de 16.9°C y 2.3°C para Caylloma y de 17.8°C y 8.0°C para Chuquibamba.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en cada una de las localidades se presentan en los cuadros 1, 2 y 3, donde se muestra en detalle los datos promedios de los caracteres estudiados: altura de planta, longitud de panoja en plena floración, color de panoja a floración a cosecha, longitud de panoja a cosecha, días a germinación, días a floración, días a formación de panoja, días a formación de grano, días a madurez fisiológica y rendimientos, análisis de varianza por localidad, pruebas de significación correspondiente.

La sequía que duró todo el ciclo vegetativo del cultivo aunado a los descensos de temperatura que llegaron hasta -8° C. (Febrero - Caylloma) desfavorecieron el desarrollo normal de los cultivos alterando significativamente las diferentes etapas de crecimiento, disminución de producción, favoreció la presencia de plagas como pulgones, Epitrix y aves, que al alimentarse de los granos, sobre todo de las variedades dulces (Kamiri, Chucapaca), ocasionaron pérdidas de producción del orden del 50%.

No se pudo evaluar las características de susceptibilidad a enfermedades fungosas, la infestación no fue significativa, debido a la sequía del año agrícola.

Por las condiciones especiales del comportamiento del medio-ambiente, consideramos importante poner énfasis en algunos caracteres señalados líneas arriba, cuyos resultados se observan en los Cuadro 1, 2 y 3.

Destacaron por adaptación a las diferentes condiciones medio-ambientales, las variedades: Kamiri, Chucapaca, Tahuaco y Amarillo Marangani. El ciclo vegetativo promedio de las variedades en las tres localidades duró 216 días en germinación; 81 días a formación de panoja; 120 días a floración (98 días en Echancay) y 132 días a formación de grano (118 días Echancay).

Al realizar el ANDEVA de rendimiento de cada localidad, se encuentra diferencias significativas para las variedades en estudio, las pruebas de Duncan hechas a nivel de 1% demuestran la existencia de hasta 3 rangos de significación.

**Cuadro 1. Caracteres botánicos y fenológicos. Localidad: Coporaque**

VARIETADES	CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS					CARACTERÍSTICAS FENOLOGICAS				
	Altura de Planta m.	Longitud Panoja a floración cm.	Color Panoja Floración	Color Panoja Cosecha	Longitud Panoja Cosecha cm.	Días a Germinación	Días a Floración	Días a Formación panoja	Días a Formación grano	Días a Madurez
TAWACO	1.40	55	Rosado opaco	Rosado opaco	54	17	136	74	129	208
CHEWECA	1.30	55	Rosado claro	Rosado opaco	45	17	140	98	136	210
PUNO 13	1.60	48	Rosado	Pardo claro	36	17	145	80	143	220
AMARILLO MARANGANI	1.30	30	Amaril.	Amaril. opaco	28	17	146	82	145	227
KAMIRI	1.20	40	Blanco	Blanco	40	14	129	76	130	208
CHUCAPACA	1.20	42	Blanco rosado	Blanco rosáceo	42	14	129	76	130	208
T1 AMARILLO	1.57	30	Amaril.	Rojo	30	18	136	86	136	227
T2 ROJO	1.55	35	Rojo	Amaril. opaco	35	20	140	90	143	227
PROMEDIO	1.39	40			39	17	138	83	136	217

**Cuadro 2. Caracteres botánicos y fenológicos. Localidad: Lari**

VARIETADES	CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS					CARACTERÍSTICAS FENOLOGICAS				
	Altura Planta m.	Longitud Panoja a Floración cm.	Color Panoja Floración	Color Panoja Cosecha	Longitud Panoja Cosecha cm.	Días a Germinación	Días a Floración	Días a Formación Panoja	Días a Formación grano	Días a Madurez
TAWACO	1.90	46	Rosado	Rosado opaco	46	18	135	76	142	208
CHEWECA	1.70	40	Rosado	Rosa-café opaco	40	18	130	94	139	218
PUNO 13	2.00	42	Rosado	Café carmesí	42	18	135	79	135	218
AMARILLO MARANGANI	1.50	0.22	Amaril.	Amaril. opaco	22	18	138	79	150	220
KAMIRI	1.20	38	Blanco	Blanco	38	15	120	73	130	202
CHUCAPACA	1.25	35	Blanco rosado	Blanco	35	15	120	73	130	202
T1	1.35	30	Rojo	Rojo	30	15	137	82	146	218
T2	1.80	45	Amaril.	Amaril.	45	20	126	90	154	222
PROMEDIO	1.59	37			37	17	130	81	141	213

**Cuadro 3. Caracteres botánicos y fenológicos. Localidad: Echancay**

VARIETADES	CARACTERISTICAS BOTANICAS					CARACTERISTICAS FENOLOGICAS				
	Altura Planta	Longitud Panoja a Flora- ción	Color Panoja Flora- ción	Color Panoja Cosecha	Longitud Panoja Cosecha	Días a Germinación	Días a Flora- ción	Días a Forma- ción Panoja	Días a Forma- ción grano	Días a Madurez
	m.	cm.			cm.					
TAWACO	1.30	79	Violeta	Rosado opaco	70	15	95	72	115	200
CHEWECA	1.15	42	Púrpura	Café claro	45	15	90	90	117	204
PUNO 13	1.50	31	Violeta	Rosa café	40	15	110	80	125	200
AMARILLO MARANGANI	1.30	41	Amaril. violeta	Amaril. opaco	48	16	105	78	125	200
CHUCAPACA	1.20	59	Púrpura	Blanco Rosa	46	14	90	70	111	196
TG. LOCAL 1	1.40	42	Rojo	Rojo	47	14	100	80	118	210
BLANCA DE JUNIN	1.05	47	Blanca	Blanca	47	17	105	88	124	214
PROMEDIO	1.27	48			48	15	98	78	118	203

En la localidad de Coporaque: las variedades Testigo local 2; Puno 13 y Kamiri: superaron en rendimiento al resto de tratamientos, con 1.663 TM/ha. 1.625 y 1.412 kg/ha, respectivamente; siendo iguales entre sí con Cheweca y Chucapaca se logró los rendimientos bajos: 0.938 TM y 0.875 TM/ha.

- En la localidad de Lari superaron en producción las variedades Kamiri y Chucapaca con 3.125 TM/ha y 3.04 TM/ha, dejando en segundo rango a las variedades Cheweca, Tawaco, A. Marangani, Testigo Local 1 y Puno 13; el Testigo local 2 ocupó el último lugar y tercer rango de producción con 1.03 TM/ha.

- En Chuquibamba la variabilidad de producción fue alta, se establecieron hasta 4 rangos; ocupó el primer lugar la variedad Chucapaca con 4.547 TM/ha, seguido por las variedades Kamiri y Puno 13 con 3.955 TM/ha; ocuparon las últimas ubicaciones las variedades Cheweca y Testigo Local con 2.205 y 2.570 TM/ha, respectivamente.

- El análisis de varianza, combinado entre variedades y localidades, muestra alta diferencia para localidades, mas no para las variedades en estudio; para determinar los rangos de significancia de rendimientos por localidad, se hizo la prueba de Duncan al 1%, los resultados obtenidos indican que los rendimientos logrados en el Anexo Echancay 3.458 TM/ha, superaron a los obtenidos en Coporaque y Lari 1.930 TM/ha y 1.250 TM/ha, respectivamente, donde las variedades alcanzaron los mayores rendimientos promedio.

- Los resultados nos muestran que las variedades estudiadas se adaptaron mejor a las condiciones ecológicas de Echancay, no se puede descartar la posibilidad de que estas variedades podrían rendir mejor en el Valle del Colca, bajo un regimen climatológico normal, sin las sequías y heladas que acontecieron en la presente campaña.

- Los análisis nos indican que el comportamiento de las variedades, en las localidades de Coporaque y Lari, fue similar.

#### IV. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento, los resultados fueron los siguientes:

- El período vegetativo de los cultivos varía entre 217 días en Coporaque, 213 días en Lari, 203 días en Echancay, las variedades Kamiri, Chucapaca, Cheweca y Testigo Local destacaron por precocidad.

- En las características botánicas y fenológicas evaluadas, se vió que la altura de planta no presentó mucha variación entre variedades; en la localidad de Lari, las plantas alcanzaron mayor altura, 1.59 m promedio. Mejor desarrollo de la panoja se observó en la localidad de Lari, siendo la variedad Tawaco que destacó por este carácter, hubo variabilidad en la coloración de panoja.

- El brotamiento fue total, la duración de las diferentes fases fenológicas difirió significativamente en Coporaque y Lari que se encuentran a 3.628 y 3.296 m.s.n.m., el tiempo transcurrido entre fases fue mayor que en Echancay que está a 2,320 m.s.n.m.

- Durante el proceso productivo, se presentaron variaciones de temperatura en Caylloma (Coporaque y Lari); las temperaturas máximas y mínimas totales fueron de 16.9° C y 2.3° C; mientras que en Echancay las temperaturas variaron entre 17.78°C. y 8.07°C. El ciclo vegetativo fue afectado por la sequía y descensos de temperatura hasta de - 8°C que ocurrieron sobre todo en las zonas altas y en etapas críticas de desarrollo del cultivo; este comportamiento del clima favoreció la presencia de plagas Aphydos, gusanos cortadores de brotes, *Copitarsi turbata* y barreno *Liriomyza sp* y aves que al no encontrar otros alimentos afectaron la quinua disminuyendo significativamente el rendimiento de las variedades precoces y dulces.

- El rendimiento varió entre variedades como entre localidades. Correspondió el menor rendimiento promedio en las tres localidades a las variedades Tawaco, Cheweca y Testigo Local con 1,917; 1,728 y 1,703 kg/ha, mientras que el mayor rendimiento se logró con las variedades Kamiri y Chucapaca con 2,830 y 2,821 kg/ha. También los rendimientos en la localidad de Echanacay-Chuquibamba fueron superiores, el promedio logrado fue de 3,458 kg/ha, mientras que en Coporaque y Lari la producción fue de 1,930 y 1,205 kg/ha.

- El tamaño de semilla fue variable, se obtuvo mejores granos con las variedades Kamiri, Chucapaca y Amarillo Marangani.

#### VI. BIBLIOGRAFIA

ARROYO VERGARA, J.R. Curso Estadística Experimental I.

GANDARILLAS, H. 1982. El cultivo de la Quinua, La Paz, Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria.

REYES CASTAÑEDA, P. Diseño de experimentos aplicados a la agronomía, biología, química, industrias, Ciencias Sociales y Ciencias de la Salud.

TAPIA, M. 1980. Manual de agricultura andina, IICA, La Paz, Bolivia.

TAPIA, M., GANDARILLAS, H., ALANDIA, S., CARDOZO, A., MUJICA, A., ORTIZ, R., OTAZU, V. REA, J., SALAS, B. ZANABRIA, E. La quinua y la kañiwa, Cultivos Andinos



## MALE STERILITY IN TWO QUINOA SELECTIONS IN COLORADO

Sarah WARD; Duane JOHNSON  
Colorado State University, U.S.A.

### I. INTRODUCTION

There is increasing interest in cultivating quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) in areas of higher elevation and low precipitation in western North America. Some Bolivian and Chilean quinoas are performing well in Colorado, but further progress in creating new varieties suited to North America would be aided by a reliable and efficient method of hybridization. The possibility of using male sterile plants as maternal parents has been suggested (Wilson 1980; Risi and Galwel 1984), and several authors have reported the existence of male sterility in quinoa. Gandarillas (1969) described both genetic and cytoplasmic male sterility in Bolivian lines. Simmoneds (1971) reported an erratically transmitted male sterility in quinoa, and suggested a recessive nuclear gene generating a cytoplasmic sterility, influenced by environmental factors. Cytoplasmic male sterility was also reported by Aguilar (1980), together with an apparent restorer gene.

The present project at Colorado State University set out to screen quinoa lines grown in Colorado for forms of male sterility which could be characterized and used in breeding programs.

### II. MATERIALS AND METHODS

Twenty-nine quinoa plants with unusually low seed set (20 to 100 seeds per plant) were collected in August 1989 from a field population of the variety "Apelawa" grown in the San Luis valley (37° N) in southern Colorado. A further six plants with extremely poor seed set (fewer than 20 seeds per plant) were found in two test rows of the variety "Amachuma". Seed was removed from the dried panicles by hand and planted in a Fort Collins greenhouse in January 1990. Plants were raised in groups of 8 or 19 in 25 cm. pots with commercial potting compost supplemented by a commercial liquid fertilizer. This resulted in plants 70 to 80 cm. tall with an accelerated life cycle: flowering commenced 8 to 9 weeks after germination, with harvestable seed at 14 weeks. All plants were visually examined at flowering for the presence of anthers and the production of pollen. In the case of male sterile plants, a minimum of 10 flowers from different parts of the inflorescence of each plant was examined microscopically, and the stage at which anther development aborted was recorded.

Male fertile plants were self-pollinated by enclosing the inflorescence in a waxed paper pollination bag during anthesis. Crossing of male sterile with male fertile pollen donors was achieved by enclosing both inflorescences in a single pollination bag for 7 to 10 days and shaking the bag each day to promote pollen transfer. Pollen donors were also selfed and 20 progeny from each donor plant were grown out to ensure that plants used as paternal parents were not heterozygous for recessive genetic male sterility.

### III. RESULTS

1) **Amachuma** From the 6 field-grown plants, 3 yielded viable seed. From these 3 viable plants, 17 F1 plants were selfed to yield 66 F2 plants which segregated in the ratio of 3 male fertile: 1 male sterile. The pooled results are summarized below:

<u>Male fertile</u>	<u>Male sterile</u>	<u>X<sup>2</sup></u>
47	19	0.505 ns

It was observed that all male sterile plants had flowers with completely formed, but empty, anthers and no pollen was present. The anthers were characteristically cream or light brown in color, quite distinct from the bright yellow anthers of a normal fertile flower. Frequently the anthers remained partially enclosed within the perianth, and the stigmas were not exerted.

2) **Apelawa** Four progeny were raised from each of the 29 plants collected in the field, thus producing 29 F1 families of unknown paternity. Each family was therefore presumed to be comprised of at least half-sibs. Twenty-five of these families consisted entirely of male fertile plants, but seed was obtained from only 8 of these families when selfed. The F2 generation derived from these 8 families consisted of 352 plants, all with normal hermaphrodite flowers and good seed set. The remaining four families consisted of a mixture of male sterile and male fertile plants. Additional plants were grown in two families to give the following final numbers:

<u>Family</u>	<u>Male fertile</u>	<u>Male sterile</u>
AP12	2	2
AP14	1	3
AP18	4	10
AP30	4	8

All male fertile plants in these families were selfed, but only one plant (from AP18) produced viable seed. Male sterile plants were crossed, either to male fertile "**Apelawa**" pollen donors or to "407", a line of Chilean (Linares) origin which has undergone several cycles of selection for cultivation in Colorado. One male sterile plant (AP18-9) was crossed with a male fertile half-sib (AP18-12). Results for plants which produced progeny are summarized below:

<u>Female parent</u>	<u>Male parent</u>	<u>Progeny</u>
AP18-1	Apelawa	18 plants, male sterile
AP18-5	407	39 plants, male sterile
AP18-9	AP18-12	16 plants, male sterile 15 plants, male fertile
AP18-12	Selfed	24 plants, male fertile 1 plants, male sterile
SG2-7	407	39 plants, male sterile
SG2-9	407	26 plants, male sterile
SG2-12	407	37 plants, male sterile

Four of the (AP18-1 x apelawa) progeny were crossed with "407", and four with Apelawa. These crosses yielded the following progeny:

<u>Female parent</u>	<u>Male parent</u>	<u>Progeny</u>
(AP18-1 X Apelawa)	407	75 plants, male sterile
(AP18-1 X Apelawa)	Apelawa	78 plants, male sterile

Microscopic examination of flowers from male sterile plants showed that anthers were completely absent in every case.

Usually a ring of reduced filaments without anthers surrounded the ovary, although some flowers lacked stamens entirely.

#### IV. DISCUSSION

The male fertile F1 in "**Amachuma**", followed by a 3:1 segregation in the F2 generation indicates that here male sterility is controlled by a single recessive nuclear gene, such as that described by Gandarillas (1969) and others. This form of male sterility would be difficult to use in a hybridization program, due to segregation of sterile and fertile plants. The failure of the stigmas to exert also reduces the efficiency of cross-pollination.

In "**Apelawa**", successive transmission of male sterility through the female parent to produce two generations of all male sterile progeny strongly suggests a cytoplasmically inherited trait. This is in agreement with the findings of Gandarillas (1969) and Aguilar (1980). The absence of anthers and the prominent exertion of the stigmas at flowering make these plants easier to identify and to pollinate than the genetic male steriles. These features, together with the lack of segregation for male sterility in several crosses in the progeny will make this system a more promising option for producing hybrid quinoas than genetic male sterility, provided that a suitable restorer gene can be identified.

The appearance of both male sterile and male fertile progeny in the F1 generation derived from some of the original plants collected in the field suggests that these plants may have outcrossed with two or more pollen donors, at least one of which transmitted a partial restorer gene. This could account for the fertile F1 plant AP18-12, which produced 50 % fertile offspring when crossed with a male sterile half-sib. One possible source of this partial restorer gene is the related weed *Chenopodium berlandieri* which was present in the fields from which collections were made. Wilson (1980) reported artificial hybridization of *Chenopodium berlandieri* with male sterile quinoa to produce a viable F1 progeny, some of which had normal anthers. It was observed that where as some of the AP18 F1 plants were of normal Apelawa type, others more closely resembled *C. berlandieri* in morphological features such as leaf shape and inflorescence structure. Further research is proposed to investigate a possible restorer gene in *C. berlandieri*, together with the potential of this weed for spontaneous hybridization with quinoa in the field in Colorado.

#### V. CONCLUSION

Genetic and cytoplasmic systems of male sterility have been confirmed in quinoa lines grown in Colorado. The two systems differ not only in their mode of transmission but also in the stage at which anther development is aborted in the male sterile flowers. The cytoplasmic system has more potential for use in breeding hybrid quinoas, but a reliable restorer gene is needed. A partial restorer gene may be present in the related weed species *Chenopodium berlandieri*.

#### VI. BIBLIOGRAPHY

- AGUILAR, A., P. C. 1980. Identificación de mecanismos de androesterilidad, componentes de rendimiento y contenido proteico en quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Cited in RISI, J. and N. W. GALWEY (1984) op. cit.
- GANDARILLAS, H. 1969. Esterilidad genética y citoplásmica en la quinoa (*Chenopodium quinoa*). Turrialba 19: 429-430.
- RISI, J. and N. W. GALWEL. 1984. The *Chenopodium* grains of the Andes: Inca crops for modern agriculture. *Advances in Applied Biology* 10: 145-216.
- SIMMONDS, N. W. 1971. The breeding system of *Chenopodium quinoa*. I. Male sterility. *Heredity* 27: 73-82.
- WILSON, H. D. (1980). Artificial hibridization among species of *Chenopodium* sect. *Chenopodium*. *Systematic Botany* 5(3): 253-263.



## ESTUDIO DE ADAPTACION DE VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* W.) Y SU APLICACION EN LA SELECCION PARA RENDIMIENTO Y TAMAÑO DE GRANO<sup>1</sup>

BALLON, E.; ROBISON, L.; JHONSON, D.; NELSON, S.; CLAURE, T.

### I. INTRODUCCION

La quinua, cultivo de la zona Andina, está alcanzando importancia en el consumo de los E.U.A., lo que motiva observar la contribución del ambiente en la expresión fenotípica de un carácter. Cuando el efecto ambiental representa una proporción considerable del valor fenotípico, el efecto de la selección se reduce y el progreso del mejoramiento resulta lento; así individuos que exhiben características promisorias en determinado ambiente pueden resultar inadecuados en otro. Estas diferencias ambientales no permiten al investigador hacer recomendaciones en base a resultados obtenidos en un solo ambiente. Por lo anterior, es necesario medir la estabilidad fenotípica de variedades seleccionadas bajo un amplio rango de condiciones ecológicas.

### II. OBJETIVOS

La presente investigación tiene por objetivos:

- Estudiar la adaptación de variedades seleccionadas a través de varios ciclos en tres ambientes diferentes del estado de Nuevo México.
- Determinar la heredabilidad para rendimiento y tamaño de grano lo que permitirá anticipar la eficiencia de selección para éstas características en los materiales en estudio.

### III. REVISION DE LITERATURA

El efecto del ambiente sobre el genotipo, o la interacción genotipo X ambiente, ha merecido la atención de muchos investigadores en una amplia gama de cultivos.

Finlay y Wilkinson (1963), usaron el análisis de regresión, para estudiar la estabilidad de una colección de 800 variedades de cebada; bajo éste método la estabilidad se midió según el valor del coeficiente de regresión, que relaciona el rendimiento de cada variedad con el promedio de todas las variedades, en todos los ambientes. Eberhart y Russell (1986), indican que al investigar la estabilidad de diferentes cruzamientos simples y triples en maíz, propusieron que el coeficiente de regresión lineal y las desviaciones de la regresión son parámetros para estimar la estabilidad. Ellos definieron un genotipo estable aquel con un coeficiente de regresión igual a uno y con una desviación de regresión tan pequeña, como sea posible.

Jensen (1952), recomienda el uso de variedades multilineales en avena, para asegurar mayor estabilidad de la producción y mejor adaptabilidad a condiciones variables del ambiente. La constitución genotípica de ésta variedad, podría cambiarse en el transcurso del tiempo sin variar su apariencia externa, por medio de la adición o sustracción de líneas en la mezcla original.

Allard y Bradshaw (1961) sugieren el uso de poblaciones heterogéneas y heterocigotas para reducir la interacción, genotipo X ambiente. Comstock y Moll (1963), consideran inútil probar los genotipos en ambientes diferentes, donde el avance genético por selección se retarda cuando la magnitud de ésta interacción es grande. Ballón (1984), al estudiar 8 variedades de quinua en 4 ambientes diferentes del altiplano boliviano, encontró diferencias respecto a la estabilidad y una alta significancia entre localidades, como consecuencia del efecto ambiental.

---

1: U.S.D.A. Low-Input/Sustainable Agricultura (LISA) Programa. Brigham Young University (B.Y.U.)

Carballo (1970), propuso una clasificación que permite interpretar mejor los parámetros de estabilidad, el cual se resume a continuación:

<b>b</b>	$S^2$ <b>d<sub>i</sub></b>	= 0	> 0
<	1	Responde mejor en ambiente desfavorable. Consistente	Responde mejor en ambiente desfavorable Inconsistente.
=	1	Variedad estable	Responde bien en todos los ambientes. Inconsistente.
>	1	Responde mejor en buen ambiente. Consistente	Responde mejor en buenos ambientes Inconsistente.

b = Coeficiente de regresión

$S^2$  = Desviación de la regresión

d<sub>i</sub>

SHU Geng, *et al.*, (1987), al investigar la estabilidad para rendimiento, y calidad de fibra de 43 variedades de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) a través de localidades, muestran que el mejoramiento de plantas en los últimos 18 años, ha mejorado simultáneamente el rendimiento y la calidad de algodón en California.

### III. MATERIALES Y METODOS

El material experimental fué de 15 variedades provenientes del Perú, Bolivia y Chile; sembradas en diferentes ambientes y seleccionadas a través de varios ciclos iniciados en 1986. Se siguió los métodos de selección individual y masal, tomando como criterio panoja compacta, vigor, altura de planta, longitud de panoja, tolerancia a plagas, enfermedades color, sabor y tamaño de semilla, por espacio de 3 años continuos. El estudio se condujo el año agrícola 1989 en las localidades de Tesuque Indian Pueblo, Alcalde, Ghost Ranch Abiqui; cuyas condiciones ecológicas difieren considerablemente entre ellas.

El diseño experimental empleado, fue el de bloques al azar con dos repeticiones, 3 surcos por tratamiento, se cosechó el surco central, se analizó en forma separada cada experimento y en forma conjunta, los tres ambientes de evaluación. Para estimar la estabilidad de las variedades, se utilizó el modelo de Eberhart y Russel:

$$Y_{ij} = M_i + B_i I_j + \epsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Es la medida de la variedad en el ambiente J,

$M_i$  = Es la medida de la variedad "i" sobre todos los ambientes,

$B_i$  = Es el coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad i en varios ambientes,

$I_j$  = Es el índice ambiental dado por la media de todas las variedades en el ambiente menos la media general,

$\epsilon_{ij}$  = Es la desviación de la regresión de la variedad i en el ambiente J.

El cual define los parámetros de estabilidad para describir el comportamiento de una variedad sobre una serie de ambientes.

Fueron medidas las siguientes variables: Rendimiento de grano en granos por parcela; tamaño de grano, expresado en mm.; promedio de 20 granos por variedad y otros caracteres que no fueron considerados en el análisis estadístico. Se estimó la heredabilidad en sentido amplio, para rendimiento y

para tamaño de grano, mediante la esperanza del cuadro medio utilizando el análisis de varianza combinado.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Cabe destacar que el ambiente tuvo una acentuada influencia en los rendimientos en cada una de las localidades donde se llevó a cabo el estudio, las cuales muestran diferencias marcadas como período vegetativo, presencia de heladas tempranas, exceso de temperatura, sequías y otros factores adversos al cultivo.

Los mayores rendimientos (Cuadro 1) se observan en la localidad de Ghost Ranch seguido por Tesuque Indian Pueblo; y los más bajos en Alcalde. La variedad 31 Tes, alcanzó el rendimiento promedio más alto, 1962 Kg/Ha, seguido de la variedad 40 Tes con 1249.40 Kg/Ha, mientras que los rendimientos más bajos arrojaron las variedades 42 Tes y 32 Alc.

En el análisis por localidad, se observó que Ghost Ranch presentó el rendimiento promedio más alto, 339.66 gr/parcela y el más bajo correspondió al Alcalde con 143 gr/parcela. Tesuque, presenta rendimientos intermedios 644 gr/parcela. Los rendimientos más bajos se observaron en la localidad de Alcalde, donde el ecotipo 40 Tes. presenta el rendimiento promedio más alto de 237 gr/parcela y el más bajo 50 Alc. con 75 gr/parcela.

**Cuadro 1. Rendimiento promedio de las variedades evaluadas en las diferentes localidades.**

VARIETADES	LOCALIDADES			SUMA	Kg/Ha
	Ghost Ranch	Alcalde	Tesuque		
1 54 ALC	251	175	235	661	733.33
2 20 GR	230	116	298	664	714.43
3 50 ALC	367	75	153	595	660.57
4 10 GR	270	83	307	660	732.77
5 1 ESP	240	178	378	796	884.43
6 42 TES	186	117	198	501	556.10
7 40 TES	549	237	339	1125	1249.43
8 47 TES	394	193	303	890	987.77
9 32 ALC	295	95	202	592	657.23
10 31 TES	573	225	725	1523	1692.23
11 23 GR	490	150	354	994	1104.43
12 23 TES	252	92	273	617	685.57
13 16 GR	430	197	299	926	1027.77
14 20 ALC	264	116	298	678	752.23
15 22 GR	304	108	472	884	981.10
	5095	2157	4834	12106	
$\bar{X}$	339.66	143.8	322.27		
$I_j$		71.06	- 124.8	53.66	

El análisis de varianza combinado (Cuadro 2), muestra diferencias significativas para variedades y para la interacción, variedad X localidad. La variación significativa entre variedades indica que el rendimiento promedio de todas las variedades fue estadísticamente diferente, estos resultados justifican la designación de ambientes favorables y desfavorables que influyeron en el rendimiento, a este efecto significativo puede contribuir la interacción variedad por localidad.

**Cuadro 2. Análisis de varianza combinado para las diferentes localidades**

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.
Localidades	2	704849.756	352424.878
Bloques dentro localidad	3	16255.367	5418.457
Variedades	14	655817.222	46844 .087**
Var. X localidades	28	359391.447	12835 .409**
Error	89	182575.134	2051.406

\*\* Significativo al nivel de probabilidad de 0.01

En el análisis de varianza combinado para estabilidad (Cuadro 3), se observan diferencias significativas entre las variedades.

La interacción variedad X ambiente, también mostró diferencias en donde algunas variedades exhibieron mejores características de adaptación y adaptabilidad en los tres ambiente de evaluación.

**Cuadro 3. Análisis de varianza combinado para estabilidad de 15 variedades sobre tres ambientes**

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.
Variedad (V)	14	325589.65	23256.40**
Ambiente (E) + VE	30	523614.33	
Ambiente (lineal)	1	351798.12	
V X E (lineal)	14	113695.98	8121.14*
Desviaciones ponderadas	15	47340.81	3156.05
Variedad	1	59.90	59.90
	2	- 5373.79	-3573.79
	3	19274.75	19274.75
	4	- 398.35	- 398.35
	5	11231.00	11231.00
	6	189.34	189.34
	7	12516.00	12516.00
	8	9051.35	9051.35
	9	-22996.76	-22996.76
	10	9217.00	9217.00
	11	6168.34	6168.34
	12	-12175.00	-12175 .00
	13	6665.16	6165.16
	14	1241.81	1241.81
	15	18770.26	18770 .26
Error ponderado	41		2173 .51

La comparación de medias según la prueba de Turkey (Cuadro 4) mostró como las mejores variedades a la 10, 7 y 11 y las de menor rendimiento a las 6, 9 y 3. El mayor tamaño de grano estuvo relacionado con el mayor rendimiento; la variedad 13 presentó los granos más grandes.

La heredabilidad para rendimiento de 49%, es un valor aceptable que también permitirá aplicar un método de selección masiva o familiar, principalmente aplicado a caracteres que manifiestan antes de la floración en función del grado de alogamia de la variedad. La heredabilidad para tamaño de grano fue de 32% lo cual indica que por selección, también se podría mejorar dicho carácter aunque en forma menos eficiente que para rendimiento de grano que fue de mayor heredabilidad.

**Cuadro 4. Rendimiento y tamaño de grano en promedio de tres localidades y parámetros de estabilidad de 15 variedades.**

VARIETADES	REND (G/par)	TAM.GRANO (mm)	b	S <sup>2</sup> d <sub>i</sub>
10 31 TES	507.67 a	2.04 ab	2.19	0.390
7 40 TES	374.83 ab	2.00 b	1.18	0.530
11 21 GR	331.33 ab	2.04	1.49	0.260
13 16 GR	308.33 b	2.20 a	0.94	0.280
8 41 TES	296.33 b	2.09 ab	8.88	0.130
15 22 GR	294.33 b	2.09 ab	1.42	0.800
5 1 ESP	265.33 b	2.20 a	0.64	0.450
14 20 ALC	225.67 b	1.87 b	0.86	0.050
1 54 ALC	220.00 b	2.02 ab	0.37	0.003
4 10 GR	219.82 bc	1.94 b	1.08	0.020
2 20 GR	214.33 c	2.04 ab	0.76	0.230
12 23 Gr	205.67 c	1.95 b	0.90	0.520
3 50 ALC	198.17 c	2.09 ab	1.06	0.820
9 32 ALC	197.17 c	2.04 ab	1.35	- 0.980
6 42 TES	166.83 c	1.95 b	0.39	0.008
DSH. 0.05	158.83 c	0.239		

Según el Cuadro 4, los parámetros de estabilidad (b y S<sup>2</sup> d<sub>i</sub>) muestran una buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente para un buen número de variedades.

La variedad 42 Tes (b=0.39), es inferior en rendimiento promedio general a todas las líneas, en todos los ambientes favorables, pero con mayor rendimiento en ambientes desfavorables y es consistente; en tanto que Tes 31 (b=2.19) es superior al promedio en buenos ambientes, pero inconsistente. De acuerdo al Cuadro 4, se observan que las variedades 54 Alc, 20 gr. 23 Tes, 16 gr. 20 Alc, con valores b < 1.0, S<sup>2</sup> d<sub>i</sub> > 0 muestran buena respuesta en ambientes desfavorables e inconsistentes, mientras que los ecotipos 50 Alc, 10 gr, 40 Tes, con valores de b = 1, S<sup>2</sup> d<sub>i</sub> > 0, muestran buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente; mientras que el grupo con valores de b > 1, S<sup>2</sup> d<sub>i</sub> > 0 que agrupa los genotipos 32 Alc, 31 Tes, 21 gr, 22 gr. muestran una buena respuesta en ambientes buenos e inconsistentes.

## V. BIBLIOGRAFIA

- ALLARD, R. W. and Bradshaw, A. D. 1961. Implications of genotype environment interactions in applied plant Breeding. *crop sc* 1, 4: 503-507.
- BALLON, E. 1984. Respuesta ambiental de ocho variedades de quinua, en el Altiplano, Centro y Sud. *Anales IV Congreso Internacional Sobre Cultivos Andinos*.
- CARBALLO, C.A. y MARQUEZ, S.F. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y La Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* a: 129 - 46.
- COMSTOCK, R.E. and MOLL, R.M. 1963. Genotype environment interaction symposium on statistical genetics and planta breeding. *Nas NRS. Pub. 983. pp* 164-196.
- EBERHART, S.A. and RUSSELL, W.A. 1966. Stability parameters for comparain varieties *crop Sci.* 6: 36-40.
- FINLAY, K. W. and WILKINSON, G. N. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Aust Agr. Res.* 14: 742 - 754.
- JENSEN, N. F. 1952. Intravarietal diversification in dat breeding. *agr. J.* 44: 30 - 34.
- JOHNSON, H. W.; ROBINSON, H. F. and COMSTOCK, R. E. 1965. Estimates of genetic and environmental variability in soybeans. *Agron l* 47: 314 - 318.
- SHU GENG, GIFA, Z. and BASEET. D. M. 1987. Stability in yield and fiber quality of California cotton. *Crop Sci.* 27: 1004 - 1010.



## ESTUDIO DE ADAPTACION DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) EN EL DEPARTAMENTO DE ANCASH

Luz GOMEZ y Carlos UBILLUS  
Programa de Cereales, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima -Perú.

### I. INTRODUCCION

En la sierra del departamento de Ancash, la quinua se cultiva principalmente en asociación con el maíz, llegando aproximadamente a los 3.400 m.s.n.m., con predominio casi total de la variedad tradicional "Amarillo de Ancash". Sobre este límite existen áreas significativas que podrían ser incorporadas al cultivo mediante la diversificación y selección de nuevos genotipos de quinua con resistencia a heladas y sequías que caracterizan a estas áreas de expansión.

### II. OBJETIVOS

- Evaluación preliminar de nuevas introducciones de quinua y su adaptación a dos pisos altitudinales del departamento de Ancash.
- Estudiar el efecto de las condiciones ecológicas de dos pisos altitudinales en el rendimiento y contenido de proteína de genotipos de quinua.

### III. MATERIALES Y METODOS

Los experimentos estuvieron ubicados en Carhuaz (2.700 m.s.n.m.) zona tradicional de cultivo y en Cátac (3.900 m.s.n.m.) zona de expansión agrícola. El material genético evaluado estuvo constituido de 23 colecciones promisorias procedentes de Puno, tomadas del Banco de Germoplasma de la UNALM, la variedad comercial Blanca de Junín y el testigo referencial "Amarillo de Ancash".

El diseño experimental empleado fue Bloques Completos al Azar de 25 tratamientos y cuatro repeticiones. El experimento se condujo empleando las prácticas normales de una siembra comercial de quinua. La dosis de abonamiento empleada fue de 80-120-0, en función al análisis de fertilidad respectivo.

### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se presentan los rendimientos de grano obtenidos en Cátac, se puede apreciar que estos valores variaron de 240 a 1010 Kg/Ha, es importante señalar que el rendimiento más bajo fue obtenido con el ecotipo nativo de Ancash, siendo todos los demás genotipos marcadamente superiores. El Análisis de Varianza de este parámetro nos indica que existen diferencias altamente significativas en la capacidad de rendimiento de los genotipos estudiados (Cuadro 2).

Los valores del % de proteína de los genotipos cultivados en Cátac se listan en el Cuadro 3. El promedio general de la zona fue de 16.19%. Los valores variaron de 15.37 a 18.09% y en general se puede apreciar que la diferencia entre los genotipos no fue muy marcada para este parámetro.

Los resultados obtenidos en esta zona muestran el efecto limitante del clima, principalmente las heladas, que causaron daños significativos en la época de floración y maduración del grano, especialmente en genotipos tardíos como el ecotipo "Amarillo de Ancash", efecto ya informado por Rea (1969) y Canahua (1977).

En Carhuaz los rendimientos de grano de genotipos estudiados fueron muy superiores a los obtenidos en Cátac. El rango varió de 1503 a 2571 Kg/Ha. y el promedio de la zona igual a 2043 Kg/Ha, apreciándose el efecto de un clima más favorable para el cultivo.

**Cuadro 1. Rendimientos Promedio de 25 Genotipos de Quinua en dos Zonas de Ancash. Campaña 1986 - 1987.**

Genotipo	C A T A C		O.M. Genotipo	C A R H U A Z	
	Rdto. Duncan	Kg/Ha (=0.05)		Rdto. Duncan	Kg/Ha (=0.05)
*CNQ 52	1.010	a	1	B.Junín	2.571 a
CNQ 188	1.004	ab	2	CNQ 138	2.495 ab
CNQ 60	964	abc	3	CNQ 36	2.421 abc
CNQ 203	959	abc	4	CNQ 52	2.381 abcd
CNQ 57	959	abc	5	CNQ 265	2.336 abcde
B.Junín	919	abcd	6	CNQ 187	2.321 abcde
CNQ 98	900	abcde	7	CNQ 185	2.261 abcde
CNQ 185	888	abcde	8	CNQ 136	2.198 abcde
CNQ 187	869	abcde	9	CNQ 42	2.196 abcde
CNQ 36	811	abcde	10	A.Ancash	2.155 abcde
CNQ 90	810	abcde	11	CNQ 245	2.133 abcdef
CNQ 59	790	abcde	12	CNQ 209	2.054 abcdefg
CNQ 265	782	abcde	13	CNQ 90	2.016 abcdefg
CNQ 136	758	abcde	14	CNQ 188	1.978 abcdefg
CNQ 96	736	abcde	15	CNQ 98	1.959 bcdefg
CNQ 209	729	abcde	16	CNQ 85	1.947 bcdefg
CNQ 109	699	abcde	17	CNQ 59	1.905 bcdefg
CNQ 138	692	abcde	18	CNQ 60	1.824 cdefg
CNQ 42	683	abcde	19	CNQ 109	1.819 cdefg
CNQ 267	678	acdè	20	CNQ 57	1.800 defg
CNQ 62	671	cde	21	CNQ 203	1.800 defg
CNQ 84	664	cde	22	CNQ 267	1.733 efg
CNQ 85	625	de	23	CNQ 96	1.730 efg
CNQ 245	588	e	24	CNQ 94	1.538 fg
A. Ancash	240	f	25	CNQ 62	1.504 g
Promedios 777					2.043

\*CNQ = Colección Nacional de Quinua de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

**Cuadro 2. Cuadrados Medio y Coeficiente de Variabilidad para Rendimiento y Porcentaje de Proteína de 25 Genotipos de Quinua en las Localidades de Cátac y Carhuaz. 1986 - 1987.**

F.V.	G.L.	C A T A C		C A R H U A Z	
		Rendimiento	% de Proteínas	Rendimiento	% de Proteínas
Repeticiones	2	112661.60*	0.6774	405547.523*	1.1673
Genotipos	24	112156.02**	0.7226	336175.445**	1.40
Error	72	35857.9	0.3572	126763.859	0.7601

**Cuadro 3. Porcentajes de Proteína Promedio de 25 Genotipos de Quinua en Dos Zonas de Ancash. Campaña 1986-1987.**

C A T A C			C A R H U A Z		
Genotipo	%Prot.	Duncan (=0.05)	O.M.	Genotipo	% Prot. Duncan (=0.05)
A.Ancash	18.09	a	1	B.Junín	17.46 a
*CNQ 85	17.32	ab	2	CNQ 136	16.205 ab
CNQ 98	16.83	abc	3	CNQ 267	15.72 abc
CNQ 109	16.62	bc	4	CNQ 59	15.715 abc
CNQ 187	16.62	bc	5	CNQ 52	15.65 abc
CNQ 57	16.55	bc	6	CNQ 245	15.645 abc
CNQ 267	16.27	bc	7	CNQ 60	15.575 abc
CNQ 188	16.27	bc	8	CNQ 42	15.535 abc
CNQ 59	16.27	bc	9	CNQ 36	15.295 bc
CNQ 60	16.20	bc	10	CNQ 265	15.23 bc
CNQ 52	16.20	bc	11	CNQ 203	15.16 bc
CNQ 84	16.20	bc	12	CNQ 62	15.16 bc
CNQ 90	16.20	bc	13	CNQ 185	15.09 bc
CNQ 96	16.20	bc	14	CNQ 84	14.945 bc
CNQ 245	15.99	bc	15	CNQ 138	14.875 bc
CNQ 136	15.92	bc	16	CNQ 187	14.81 bc
CNQ 203	15.92	bc	17	CNQ 188	14.81 bc
CNQ 42	15.85	c	18	CNQ 209	14.81 bc
B. Junín	15.78	c	19	CNQ 85	14.595 bc
CNQ 265	15.71	c	20	CNQ 96	14.36 bc
CNQ 209	15.67	c	21	CNQ 109	14.25 bc
CNQ 138	15.57	c	22	CNQ 98	14.245 bc
CNQ 36	15.57	c	23	A.Ancash	13.83 c
CNQ 185	15.50	c	24	CNQ 57	13.69 c
CNQ 62	15.37	c	25	CNQ 90	13.69 c
Promedios 16.19			15.05		

CNQ = Colección Nacional de Quinua de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

**Cuadro 4. Cuadrado Medio del Análisis Combinado para rendimiento de grano y % de proteína de 25 genotipos de Quinua en las localidades de Cátac y Carhuaz. 1986 - 1987**

F. V.	G. L.	Rendimiento	G.L.	Proteína <sup>1</sup>
Local	1	80103292.52**	1	32.3078**
Repet/Local	6	239104.56**	2	0.9224
Genotipos	24	247321.43**	24	0.5682
Loc * genot	24	201010.01**	24	1.5549**
Error	144	81310.88	48	0.5589

1: Dos repeticiones

## V. CONCLUSIONES

- Se han podido identificar genotipos de mejor comportamiento que el ecotipo local, en ambas localidades experimentales, destacando la variedad Blanca de Junín, las colecciones procedentes de Puno: 52, 35, 138, 265, 185, 42, 209, 90 y 188.

2. El rendimiento de granos obtenidos en ambas localidades fue superior al promedio nacional, mostrando la posibilidad de introducir nuevos genotipos valiosos de quinua a la sierra del departamento de Ancash.
3. El efecto de las localidades en las características estudiadas fue notorio. Bajo las condiciones del presente estudio las heladas influyeron drásticamente en los rendimientos de grano y % de proteína obtenidos.

## VI. BIBLIOGRAFIA

BARCELO, C.; NICOLAS, R.; SABATER, G. y SANCHEZ, T. 1980. Fisiología vegetal. Ed. Pirámide. S.A. Madrid-España.

CANAHUA, A. 1977. Producción de quinua en Juliaca. Bol-Tec. No. 9 - Serie Quinua. Ministerio de Alimentación, IICA-UNTA. Lima-Perú.

RELA, J. 1969. Biología Floral de la Quinua (*Chenopodium quinoa*). Turrialba. Costa Rica.

TAPIA, M. y Col. 1979. Quinua y kañihua. Cultivos andinos. CIID/IICA. Bogotá-Colombia.

**COMPORTAMIENTO Y POTENCIALIDADES DE LA QUINUA  
(*Chenopodium quinoa* W.) EN LAS ZONAS AGROECOLOGICAS  
DE PUNO - PERU <sup>1</sup>**

Alipio CANAHUA MURILLO  
Proyecto PIWA - PELT - COTESU/IC. Perú.

## I. INTRODUCCION

Las 15.000 ha de quinua en Puno, (75% del total nacional), estan en las zonas agroecológicas con período libre de heladas de 130 a 170 días, temperatura mínima absoluta en primavera y verano no menor de -5°C (a 10 cm. del suelo) y una precipitación pluvial entre 400 a 700 mm; que según Tapia, M. (1984:3) son conocidas como Circunlacustre y Suni. Por otra parte, por ser uno de los centros de origen de esta especie (Gandarillas, H.: 1979:62) presenta gran variabilidad de ecotipos.

Para incrementar la productividad y el área cultivada es necesario contrarrestar los efectos adversos del clima como heladas, excesiva humedad del suelo y granizo. De manera que el objetivo del estudio es conocer el comportamiento y potencialidades de las variedades y ecotipos de quinua en las diferentes zonas agroecológicas de Puno.

## II. MATERIALES Y METODOS

Las áreas de estudio fueron ubicadas a diferente altitud y distancia del Lago Titicaca (Cuadro 1). La extensión de las parcelas varían de 0.5 a 5.0 ha con dos repeticiones como mínimo. Desde 1976 se hicieron selecciones masales de ecotipos locales, manteniendo el nombre de cada lugar de origen: Blanca de Juli en Saganacachi; Kancolla en Mañazo y Cheweka en Posoconi (Ayaviri). Las variedades Sajama y Tahuaco 1 fueron proporcionadas por el INIAA. En la mezcla intervienen todas las variedades en forma proporcional. Las mediciones principales fueron referidas a susceptibilidad a sequías, heladas, granizo, exceso a humedad y rendimiento en TM/ha. El estudio es de tipo histórico y exploratorio.

**CUADRO 1. Ubicación de Areas de Estudio por Zona Agroecológica.**

ZONA AGRO- ECOLOGICA (ZA)	LUGAR	DISTRITO	ALTITUD m.s.n.m.	DIST. LAGO	TOPOGRA FIA
Circunlacustre (A)	Aziruni	Puno	3,820	1.5	Pie Ladera
	Camacani	Platería	3,825	3.0	Pie Ladera
	Molino	Juli	3,822	1.0	Plana
	Saganacachi	Coata	3,823	3.5	Pie Ladera
	Chapa	Capachica	3,823	2.5	Pie Ladera
Suní (B)	Sta. María	Ilave	3,860	25	Loma
	Ancaca	Lakeri	3,890	35	Pampa
	Silarani	Cabana	3,970	60	Loma
	Yocará	Julaca	3,860	50	Pie Ladera
	Yanarico	Cabana	3,860	60	Loma
	Pasoconi*	Orurillo	3,910	165*	Pie Ladera
	Sucre	Umachiri	3,910	140	Pie Ladera

\* Está ubicado a 10 Km. de la Laguna de Orurillo.

<sup>1</sup> Estudio realizado con apoyo de FSB/IICA. Ministerio de alimentación. Zona XII, Convenio Perú - Canadá. ACIDI - INIPA, Proyecto PISA - INIAA, ACIDI - CIID y PIWA - PELT - COTESU/IC, respectivamente.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 1. La Quinua en las Zonas Agroecológicas

La variedad boliviana "Sajama" introducida a Puno en 1972 supera las 3.5 TM/Ha en condiciones de la E.E. Camacani. Pero en siembras extensivas de la campaña agrícola 1974-1975 se obtienen resultados irregulares y pérdidas, especialmente en áreas alejadas del lago. En cambio, los ecotipos locales de áreas aledañas tuvieron una producción normal, en algunos casos alto como en Posoconi. Por otra parte éstos presentan menor variabilidad (Cuadro 2).

El pobre comportamiento de la Sajama en ZA Suni se debió al severo ataque (en enero de 1975) de la "podredumbre marrón del tallo", cuyo agente causal es identificado como *Phoma exigua* Var. *foviata* (Otazu, V. y B. Salas 1977); posiblemente por las precipitaciones pluviales altas de 704 a 750 mm. No se presentaron heladas.

Posteriormente, con base a esta experiencia, se hacen selecciones masales de ecotipos locales, para luego instalar una red de comparativos de rendimiento en las dos ZA y en las campañas agrícolas consecutivas de 1977/78 y 1978/79 (Cuadro 3).

**CUADRO 2. Productividad de la Quinua "Sajama" y ecotipos locales en Diferentes lugares. 1974 - 1975. En TM/ha.**

LUGAR	VARIEDAD SAJAMA	ECOTIPO LOCAL
Aziruni	2.81	1.92
Camacani	3.10	1.05
Silarani	0.63	1.10
Posoconi	0.06	1.85
Sucre	0.00	0.93
Promedio	1.32	1.17
C.V. %	115	33

FUENTE: Informes Técnicos del Ministerio de Alimentación. Zona XII de Puno. 1975.

Los resultados confirman el mejor comportamiento de las variedades locales en sus lugares de origen. En cambio, la variedad Sajama, ratifica su potencial de rendimiento en ZA Circunlacustre, pero en la ZA Suni los rendimientos son inferiores e incluso hay pérdidas como en Posoconi. Sin embargo, en algunos lugares de Suni con suelos de buen drenaje y microclima favorable como en el potrero "Japunite" de Yocar y en Sara, se llegan a obtener rendimientos de 2.3 y 1.35 Tm/ha respectivamente.

**CUADRO 3. Productividad de Variedades de Quinua en la ZA Circunlacustre "A" y Suni "B" de Puno Campañas Agrícolas 1977/1978 y 1978/1979. TM/ha.**

CAMPAÑA LUGAR	(ZA)	V A R I E D A D E S				
		SAJAMA	B.DE JULI	KANCOLLA	CHEWEKA	MEZCLA
1977/1978						
Aziruni	(A)	1.81	1.10	0.95	-	-
Chapa	(A)	1.60	1.35	1.21	-	-
Yanarico	(B)	0.38	0.92	1.91	2.93	-
Sara	(B)	0.71	1.56	1.85	2.10	-
Posoconi	(B)	0.13	0.83	2.63	3.10	-
1978/1979						
Aziruni	(A)	2.13	1.63	1.35	1.83	2.60
Chapa	(A)	0.95	1.85	1.62	2.15	2.70
Yanarico	(B)	0.21	2.20	2.92	4.10	6.30
Sara	(B)	1.35	1.10	2.60	3.10	3.80
Posoconi	(B)	0.0	1.53	2.65	3.65	3.05
PROMEDIO		0.93	1.41	1.97	2.87	3.7
C.V. (%)		82	31	35	27	41

Existe otro dato importante: la Var. Cheweka, seleccionada en el área de Orurillo-Asillo, además de dar buenos resultados en su lugar de origen (Posoconi), se comporta como la más rendidora en las zonas más bajas como Aziruni y Chapa; probablemente sea por su mayor rusticidad y plasticidad lograda en su procesos de adaptación en zonas altas; pues se pudo comprobar que esta variedad mantiene su regularidad en años secos y húmedos.

En lo que respecta al comportamiento de mezcla de variedades; en la última columna del Cuadro 3 (1978-1979), se registra la relativa superioridad de rendimientos unitarios de éstas, frente a las variedades "puras"; la misma que es confirmada con trabajos posteriores de mezcla de variedades afines como Blanca de Juli/Sajama, Kancolla/Cheweka, Tahuaco1/Kancolla; y Kancolla/Blanca de Juli en las localidades de Molino, Posoconi, Silarani y Santa María respectivamente, con rendimientos de 1.3 a 7.6 Tn/ha. Por lo tanto, existe una racionalidad campesina de manejar multilíneas (mezclas, con las cuales consigue mayor versatilidad fisiológica y plasticidad a condiciones ambientales cambiantes; a diferencia de las variedades puras, que resultan ser vulnerables por sus características homogéneas.

## 2. La Quinua frente a Sequías, Heladas y Excesos de Humedad:

La quinua mostró ser tolerante a las sequías extremas un vez logrado su establecimiento; en cambio es susceptible a precipitaciones pluviales altas. Es así que en 1982 las lluvias de 40 a 60 mm en septiembre-octubre fueron suficientes para la siembra y establecimiento, para luego soportar una sequía de hasta 60 días, y alcanzar su máximo desarrollo con las lluvias de 60 a 80 mm de enero y febrero; período en el cual la quinua está en panojamiento y floración. Es en 1982-1983 donde se obtienen los mejores rendimientos, aunque las cifras oficiales de CORPUNO mencionan pérdidas hasta en 70 % (Málaga, J.C. 1983:83). Resultados similares se obtienen en la sequía que se presentó en 1976/1987 (Cuadro 4). Estos hechos sugieren investigaciones específicas sobre necesidades mínimas de agua en las diferentes fases fenológicas de la quinua para planificar el riego complementario, así como drenar los excesos.

**CUADRO 4. Rendimiento de la Papa y Quinua en Años de Sequía y Lluvias en Puno - Perú.**

<b>CAMPAÑA AGRICOLA</b>	<b>PRECIPITACION PLUVIAL</b>	<b>CULTIVOS PAPA DULCE</b>	<b>TM/ha QUINUA</b>
1976/1977	600 - 640	5.4 a 13.1	0.7 a 1.95
1982/1983	430 - 550	0.0 a 1.31	0.65 a 2.13
1985/1986	800 -1400	4.5 a 25.5	0.21 a 0.41
1989/1990	390 - 450	0.0 a 3.5	0.0 a 0.31
1964/1987	740	0.51	4.85

\*Esperado o promedio de 1964 - 1987 (23 años)

FUENTE: SENAMHI - INIAA y Registro de Evaluación de Campo

En 1989, las lluvias se retrasan hasta fines de diciembre, por lo que la germinación se produce en este mes y las heladas de febrero de 1990 (de -4 a -8°C) terminan dañando un 80%. Este hecho confirma que la presencia de lluvias para la siembra de quinua (septiembre-octubre) es determinante. En algunas áreas planas de Ilave, Acra, Juliaca y Lampa, las quinuas de color (witullas) y algunas blancas, mostraron mayor tolerancia a la sequía y helada; esto confirma la existencia de quinuas que soportan heladas hasta en -8° en evaluaciones hechas desde 1980 y que continúa actualmente el INIAA (Canahua, A. y J. Rea. 1980). Entonces, las fases críticas en cuanto a necesidades adecuadas de humedad para la quinua serían germinación, panojamiento y floración; cuyas cantidades es necesario precisar. En cambio con las precipitaciones altas de 1985/1986 disminuye significativamente la producción de quinua; mientras que en papa se obtienen excelentes resultados (Cuadro 4). Los bajos rendimientos en quinua, en éstas, se deben a la excesiva humedad del suelo, que los campesinos denominaron "aguachinamiento"; de manera que, las excesivas lluvias y el drenaje imperfecto de las áreas planas e inundables es otra de las condicionantes para ampliar las áreas de cultivo para la quinua. En algunas zonas como Juliaca - Cabanillas, los agricultores suelen levantar los surcos en diciembre para el drenaje de las lluvias altas de enero y aereación, con resultados positivos, comprobados posteriormente. Para la helada las fases críticas son panojamiento y floración (verano).

Es probable que las culturas prehispánicas, solucionaron el problema del exceso de agua en el suelo, con la construcción y cultivo en camellones, aspecto que ha sido demostrado en la campaña 1988/1989 (Cuadro # 5). En efecto, los rendimientos en quinua en camellones y pampa sin camellones está en una relación de 5:1 respectivamente.

Las causas fueron evidentes, pues las excesivas precipitaciones de 201 mm en enero de 1989 en áreas planas hicieron que las plantas con exceso de agua en el suelo muestren síntomas de debilitamiento y marchitamiento generalizado, a diferencia de las plantas sobre camellones, que fueron más robustas y vigorosas. Con base a estos resultados y teniendo en consideración que en Puno existen 102,241 has. con restos de waru waru (Canahua, A. y Díaz, C. 1990:3), con sólo el 15% de los waru waru reconstruidos se puede duplicar el área cultivada actual. No obstante, muchas de estas áreas de drenaje imperfecto, presentan acumulaciones de sales; pero la quinua y cañihua a diferencia de la papa son halófitas.

**CUADRO 5. Comportamiento de variedades de quinua en pampa con y sin camellones (Waru Waru). Coata 1988/1989.**

CONDICION	V A R I E D A D E S TM/ha			MEZCLA PROMEDIO	
	B.DE JULI	KANKOLLA	LOCAL		
1. Pampa sin waru waru	0.32	0.28	0.35	0.23	0.31
2. Pampa con waru waru	0.81	1.8	0.9	2.33	1.46

Fuente: Resultados de Campos de Validación.

#### IV. CONCLUSIONES

Las variedades mejoradas en condiciones de Estaciones Experimentales, necesitan ser validadas en condiciones agroecológicas y frente a ecotipos locales antes de ser difundidas.

Cada zona agroecológica tiene diversidad de ecotipos de quinua adaptadas; los mismos que se pueden clasificar en dos grandes grupos; Blancas y de Color (Witulla), y en función al grado de susceptibilidad y tolerancia a heladas repectivamente.

Con la selección masal y mezcla de variedades se puede elevar y reducir la variabilidad de los rendimientos por encima de 1.2 TM/ha. Por lo que la investigación debe estar orientada a la creación de variedades de mayor estabilidad fenotípica y multilíneas, antes que las variedades puras.

La quinua se cultiva en Puno en las zonas homogéneas de producción ladera, pie de ladera, lugares elevados "lomas" y algunas areas de pampa. Sin embargo, es posible ampliar en áreas planas con base a selección de ecotipos resistentes a heladas y acondicionamiento de suelos inundables para el drenaje, como camellones o waru waru.

La helada, la excesiva humedad del suelo y el granizo son los elementos climáticos adversos que limitan la ampliación de la frontera agrícola en quinua, mientras que para la sequía se muestra tolerante una vez lograda su establecimiento. De manera que las prioridades de investigación deben estar orientadas para resolver estos problemas.

#### V. BIBLIOGRAFIA

CANAHUA, A., J. REA. 1980. Quinuas Resistentes a Heladas. Avances de Investigación. En: II Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Riobamba - Ecuador.

----- DIAZ, C.1990. Lineamientos para el desarrollo de la propuesta técnica de reconstrucción y desarrollo agrícola en camellones. Mimeo PIWA, PELT-COTESU/IC. Puno.

FRERE, M. J.R. RIJKS, J. REA. 1975. Estudio agroclimático de la Zona Andina. Proyecto Interinstitucional. FAO/UNESCO/OMM - Roma.

GANDARILLAS, H. 1979. Genética y Origen de la Quinua. En: Quinua y Cañihua Cultivos Andinos. Recop. Mario Tapia Ed. CIID-Bogotá. pg. 45 - 61.

- GRACE, B. 1983. El Clima del Altiplano de Puno - Perú. Ed. Convenio Perú - Canadá. INIPA - ACDI.
- MALAGA, J.C. 1983. Plan de Emergencia del Departamento de Puno.en: Seminario sobre Problemática Agropecuaria del Dpto. de Puno. Ed. IICA-UNTA-CIP-INIPA. Puno.
- OTAZU, V, y B. SALAS. 1977. La Podredumbre marrón del Tallo (*Phoma oxigua van faveata*) de la Quinoa (*Chenopodium quinoa*). Fitopatología. En Imprenta. UNA-Puno, Perú.
- TAPIA, M. 1984. Caracterización de los Agrosistemas Andinos y Alternativas para el Fomento de los Cultivos Andinos Autóctonos. En: IV Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Psto-Colombia.

**SELECCION DE GENOTIPOS DE QUINUA, (*Chenopodium quinoa* W.)  
RESISTENTES A HELADAS Y PERSPECTIVAS DE  
PRODUCCION EN CAMELLONES**

Policarpio CATAORA C.<sup>1</sup> y Alipio CANAHUA M.<sup>2</sup>

1 Investigador asociado INIAA - PIWA

2 Coordinador investigaciones. Proyecto PIWA - PELT - COTESU

## **I. INTRODUCCION Y OBJETIVO**

En Puno, Perú, de las 15.000 has, sembradas anualmente se pierden el 25 al 50% como consecuencia, en gran parte, de las heladas e inundaciones en las áreas planas. Sin embargo, existe la posibilidad de contrarrestar estos daños y ampliar la frontera a heladas y acondicionamiento del suelo para el drenaje de exceso de agua con camellones o waru waru. Bajo esta concepción la Estación Experimental Illpa del INIAA Perú, a partir de 1978, evalúa las entradas del germoplasma de quinua a condiciones extremas de helada con la finalidad de determinar el grado de resistencia a la helada de los genotipos de quinua en los diferentes estadíos fenológicos, y seleccionar a los genotipos más resistentes como fuente de nuevas variedades.

En el año de 1990; los 14 genotipos promisorios, se pusieron a prueba en condiciones de invierno a fin de ratificar el grado de resistencia los 14 genotipos promisorios.

## **II. MATERIALES Y METODOS**

El experimento se realizó en terrenos (acondicionados en forma de camellones) de la Estación Experimental Illpa del INIAA, a 3825 m.s.n.m. pampa abierta, perteneciente a la zona agroecológica, suni (Tapia, M. 1984). Las temperaturas mínimas absolutas en invierno llegan a 18 y 20 grados bajo cero.

Se ponen a prueba 14 genotipos de quinua resistentes a heladas, seleccionadas anteriormente y dos variedades comerciales: Blanca de Juli y Sajama, como testigo.

Las temperaturas mínimas absolutas se midieron a 10 cm. del suelo y a nivel de caseta; también se determinó la constante térmica y precipitaciones pluviales cada 10 días (Figura 1). El diseño estadístico usado es completo al azar con dos repeticiones. Las variables fueron: 2 épocas de siembra (EPSI) (30 de marzo y 14 de mayo); área foliar afectada (AFA), y mortalidad de plantas (MP). Para estimar AFA y MP se recurrió a la escala internacional de 1 a 9, después del ANDEVA se hace la prueba de contrastes o diferencia mínima significativa (DMS).

## **III. RESULTADOS Y DISCUSION**

En otoño de 1990 las temperaturas mínimas absolutas a 10 cm. del suelo descienden hasta en 11.5 a 14.5 c. bajo cero (Figura 1). En este período las plántulas están en pleno crecimiento, pero a una intensidad mucho menor que la normal (Primavera). Las plantas muestran buen vigor, entrenudos cortos y con dos a tres pares de hojas verdaderas (PHV.) de consistencia coreácea y ancha. Los daños de heladas son insignificantes, razón por la cual no se hace el ANDEVA.

Pero, en la segunda quincena de julio y primera de agosto las heladas invernales son las más altas con temperaturas mínimas absolutas de hasta -18.5 c, presentes en 6 y 7 días consecutivos. La constante térmica llega al valor más bajo. En consecuencia los daños de heladas en los genotipos alcanzan valores altos y magnitudes diferentes.

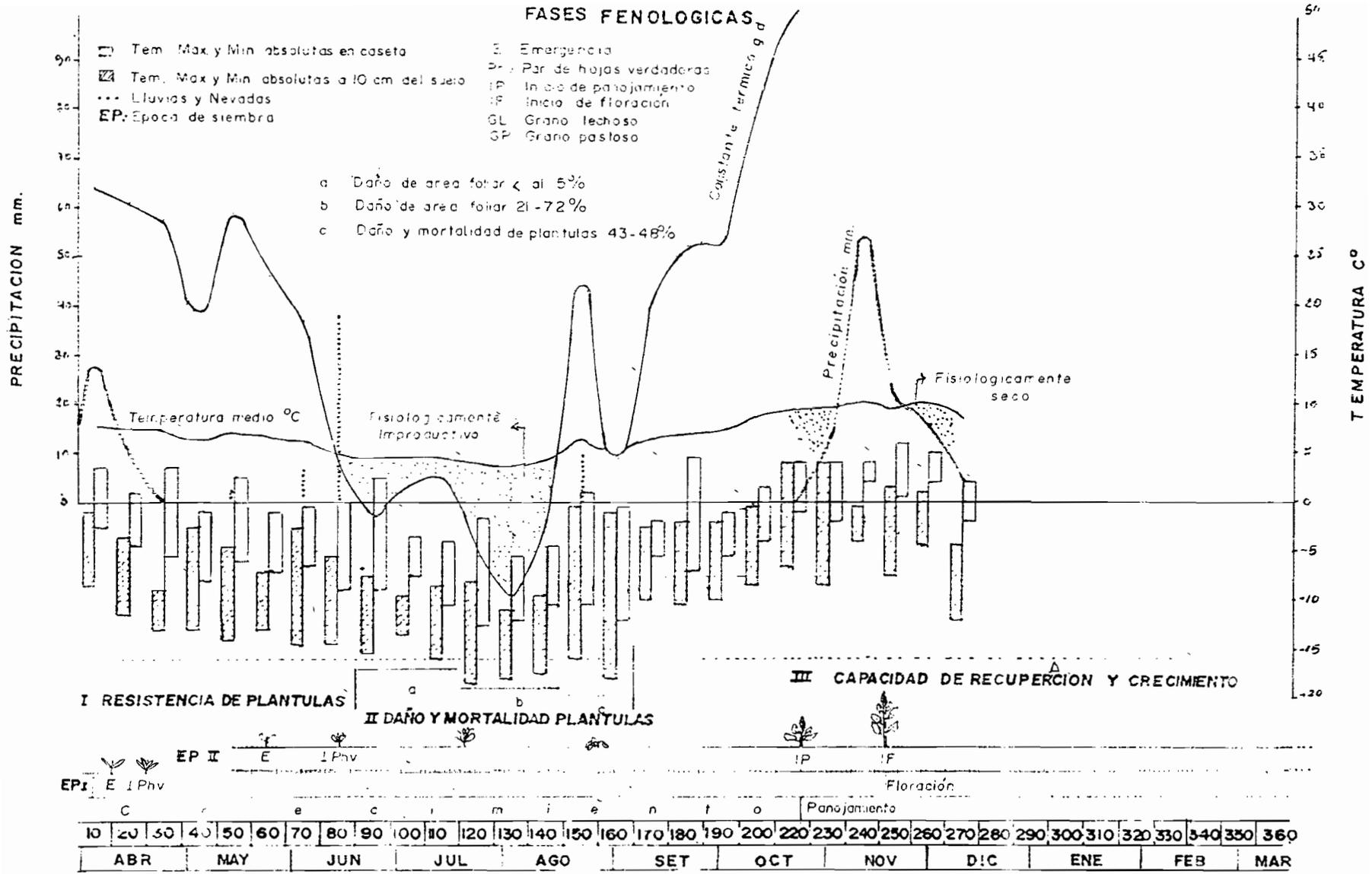


Fig. 1.. CLIMODIAGRAMA PARA FASES FENOLOGICAS DE LA QUINUA Y RESISTENCIA A HELADAS E.E.A.Z. ILLPA 1991.

Según el ANDEVA, existe diferencia altamente significativas para épocas de siembra (EPS) y Genotipos (G). Con respecto al daño de heladas en el primer caso, la segunda época de siembra (14-05-90) muestra en promedio, 21% del área foliar dañada, en contraposición de la época (30-03-90) que alcanza el 76% (Figura 1), esta diferencia se atribuye a la edad de las plántulas, pues en la segunda, por ser menor en 45 días, los tejidos de las plantas tiernas, por su menor actividad fisiológicas, tienen mayor resistencia a las heladas que las plantas en pleno desarrollo. Este hecho en quinua tiene importancia significativa para adelantar las épocas de siembra, especialmente las variedades tardías, a finales de invierno con riego complementario. En las zonas altas como Ayaviri y Azángaro (3,910 msnm) la época de siembra, en mayor proporción, está entre 15 de agosto y 15 de septiembre, de manera que soporta las últimas heladas de invierno y sequías hasta de 60 días, una vez logrado su establecimiento.

Al hacer la prueba de significancia por métodos de contrastes (D.M.S.) al 0.05 de error (Cuadro 1) se confirma la resistencia de los genotipos seleccionados, con índices superiores a las variedades comerciales de sajama y Blanca de Juli. Los genotipos cuyo daño de heladas es menor al 30% se pueden considerar como los más resistentes, los mismos que serán confirmados con el rendimiento del grano.

**Cuadro 1 Variación de genotipos de quinua resistentes a heladas en la fase fenológica de crecimiento E. E. Illpa. Invierno de 1990. Prueba de contraste (D. M. S. = 1.5) a = 0.01**

ORDEN DE MERITO	CLAVE DEL GENOTIPO	COLOR DE LA SEMILLA	GRADO DE RESISTENCIA * ( 1 a 9 )	
1	03-21-906	MIXTURA	1.6	a
2	I-106	WITULLA	1.7	ab
3	LP-2P	PURPURA	1.7	ab
4	I-113	KOYTO	1.9	ab
5	LP-4B	BLANCO	2.1	ab
6	LP-13K	KOYTO	2.1	ab
7	03-21-263	BLANCO	2.3	ab
8	LP-3B	BLANCO	2.3	ab
9	03-21-051	MIXTURA	2.3	ab
10	I-104	ANARANJADO	2.6	ab
11	11-151-31MB	MIXTURA	2.8	ab
12	I-122	AMARILLO	2.9	ab
13	03-21-049	MIXTURA	3.2	b
14	03-08-607	MIXTURA	3.4	b
15	B.de Juli	BLANCO	5.9	c
16	SAJAMA	BLANCO	9.0	d

\* No existe diferencia significativa entre las cifras que tienen la misma letra.

Fuente: Evaluación de campo.

En otros cultivos como trigo de invierno se comprobó que las heladas de -12 c. en agosto de 1981 en la fase de macollamiento, no influyeron en los rendimientos (Grace, B. 1983).

En estudios de resistencia a heladas en los diferentes cultivos se encontró, que varían en función a la especie, variedad, edad del cultivo y estado fenológico (Burgos, J, 1963; De Fina A, y A. Ravelo 1985). Para quinua podemos considerar que -16.5 a -18.5 °C son los límites de temperatura mínima (índice climático) que pueden soportar en los primeros estadios de crecimiento pues las heladas en este rango que se presentaron el 28 de agosto causaron mortalidad de plantas en cerca del 50% en todo los

que se presentaron el 28 de agosto causaron mortalidad de plantas en cerca del 50% en todo los genotipos, no existe diferencia significativa. Las pérdidas de las plantas ocurren como consecuencia del daño del área foliar de las anteriores heladas y éstas por falta de agua en el suelo. Al respecto Burgos J. (1963) indica que la duración de heladas y el número de veces que estas ocurren tienden a intensificar la mortalidad de las plantas.

Fue interesante observar la capacidad de recuperación de las plantas sobrevivientes a las heladas de agosto, hasta llegar a la floración y producción de grano. Este fenómeno es similar al fenómeno de vernalización o dormancia de las especies invernales como el trigo de invierno; pues la recuperación ocurre después de 100 días de crecimiento. En primavera la quinua de 50 a 60 días, inicia con el panojamiento. La recuperación coincide con el incremento de la constante térmica (Figura 1) y con las primeras lluvias de septiembre (40 mm), que son condiciones favorables para la absorción de nutrientes y a la actividad fotosintética (DE FINA, Y A. Ravelo, 1985). Por otra parte, en la reconstrucción de camellones en pampas inundables, a parte de favorecer el drenaje, es posible contrarrestar las heladas (2.5 °C) de manera que con un manejo integral de suelo-agua-planta se abre la posibilidad de ampliar la frontera agrícola quinua.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las quinuas resistentes a heladas, seleccionadas en el INIAA soportan temperaturas mínimas de hasta -16 c. en los primeros estadios de crecimiento, con una acumulación térmica de 21 grados día.
2. 12 de los 16 genotipos seleccionados resistentes al frío confirmaron esta cualidad, por lo que se recomienda continuar con las pruebas de selección por calidad y productividad de semilla para generar nuevas variedades.
3. Con las quinuas resistentes a heladas y acondicionamiento de suelos para el drenaje del exceso de agua en forma de camellones se puede ampliar la frontera agrícola para quinua en áreas planas inundables y de heladas extremas.

#### V. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BURGOS, J. 1963. Las heladas en la Argentina, colección científica del INTA. Buenos Aires. V3, P. 388.
- CANAHUA, A. 1980. Quinuas resistentes a la helada en II congreso Internacional del Cultivo Andino. Riobamba. pp. 145-149.
- DE FINA, A. y A. RAVELO. 1985. Climatología y fenología agrícola 4ta. edición. Buenos Aires, Argentina EUDEBA, pp. 206-216.
- GRACE, B. 1983. El clima del Altiplano: Departamento de Puno-Perú, INIPA, 183 p.
- TAPIA, M. 1984. Caracterización de los Agrosistemas Andinos y Alternativas para el Fomento de los Cultivos Andinos Autóctonos. En IV Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Past. Colombia.
- , et.al, 1979. La quinua y la kañiwa, Cultivos Andinos. Bogotá-Colombia, IICA, p. 227.

## ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO HIDRICO DE DOS VARIEDADES DE QUINUA EN EL ALTIPLANO CENTRAL

M. GARCIA<sup>1</sup>, J.J. VACHER<sup>1</sup> e HIDALGO J.<sup>2</sup>

1: ORSTOM, C.P. 9214, La Paz-Bolivia

2: SENAMHI, C.P. 10993, La Paz-Bolivia.

### I. INTRODUCCION

El Altiplano boliviano se caracteriza por tener muchas limitantes para la producción agrícola, principalmente la fuerte escasez de recursos hídricos. Uno de los principales cultivos del Altiplano es la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Este cultivo, de gran valor nutritivo, ha demostrado gran adaptabilidad y rusticidad para resistir a condiciones de sequía y de heladas. Sin embargo, aún no se conoce apropiadamente los mecanismos internos de esta planta, con los que reacciona ante el déficit de agua. Experiencias en otros cultivos han demostrado que las relaciones hídricas tienen estrecha relación con la resistencia a la escasez de agua, o sea que dependiendo de la forma que los cultivos regulen su sistema hídrico, tendrán una determinada reacción ante la sequía.

Jones (1983), asegura que las características hídricas con mayor influencia sobre la resistencia a la sequía, son el potencial foliar, la resistencia estomática y el contenido relativo de agua. Esta resistencia se traduce nítidamente en el rendimiento y puede servir como criterio de selección entre variedades.

El presente estudio, tiene como objetivo determinar el uso consuntivo de agua de la quinua en sistemas de riego y secano, y analizar los mecanismos hídricos de este cultivo ante el déficit hídrico.

### II. MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental de Patacamaya, con quinua dulce (var. Chukapaka) y quinua amarga (var. Real), sembradas en 4 parcelas de 150 m<sup>2</sup>, 2 por variedad, una bajo riego, otra a secano. En todas las parcelas se instalaron dos tubos de acceso para la sonda de neutrones, con objeto de medir la humedad del suelo, hasta la profundidad de 90 cm y 2 tensiómetros a 60 y 80 cm.

La Evapotranspiración real (ETR), se determinó en base a la fórmula del Balance Hídrico:

$$ETR = P + R - \Delta S - D - Es$$

donde:

$\Delta S$	=	Variación de stock de agua en el suelo
P	=	Precipitación
R	=	Riego
D	=	Drenaje o Ascensión Capilar
Es	=	Escorrentía

La variación de stock se midió con sonda de neutrones; se registró la magnitud del riego y la precipitación; el drenaje fue calculado a partir de datos de tensiómetros y de conductividad hidráulica del suelo (García, 1990). La escorrentía se consideró nula. El potencial Foliar se midió con una cámara de presión, tipo Scholander, en dos horarios: alba y mediodía, determinando el Potencial Foliar de Equilibrio y Mínimo respectivamente en cinco hojas elegidas al azar y en forma semanal. Se midió la Resistencia Estomática con un porómetro Delta T Devices, durante el último mes en forma semanal. El Contenido Relativo de Agua fue medido en forma semanal en las mismas hojas en que se determinó el Potencial Foliar de Equilibrio. Para esto, se hallaron los valores de las variables de la siguiente ecuación en cada hoja:

$$RWC = \frac{Wf - Ws}{Wt - Ws} \times 100$$

donde:

WF = Peso fresco, en el momento de cortar la hoja  
 Ws = Peso seco  
 Wt = Peso en turgencia, luego de someter a saturación

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 1. Evapotranspiración real

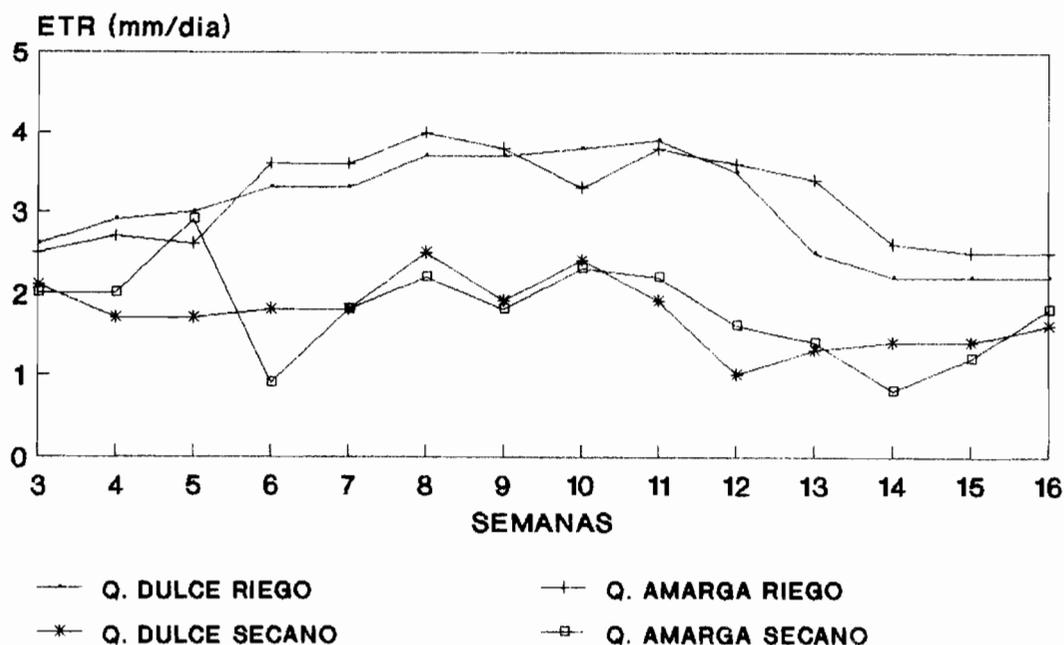
El Cuadro 1 muestra los valores de los diferentes componentes del balance hídrico. Se puede observar la baja precipitación que ocurrió durante el ensayo (153,6 mm), cuando el promedio es superior a 250 mm. La ETR en los tratamientos a secano fue mayor que la precipitación, lo cual muestra la capacidad de extracción de agua del suelo por parte del cultivo. La ETR de los tratamientos bajo riego, llega a valores más elevados, con un incremento del 80% frente a los valores de ETR a secano.

**Cuadro 1 : Componentes del Balance Hídrico en la Quinua**

Trat.	P (mm)	R (mm)	$\Delta S$ (mm)	ETR (mm)	Rend. (Kg)
QDR	153,6	156	3,8	305,8	3 500
QAR	153,6	156	-10,3	323,7	2 950
QDS	153,6	---	-20,2	173,8	1 050
QAS	153,6	---	-21,8	175,4	950

Las dos variedades bajo riego, mostraron una evolución similar de la ETR (Fig. 1), incrementándose al desarrollar el cultivo y con disminución al final del ciclo. Los valores máximos se producen de la octava a la décima semana y este período, en que la diferencia de requerimiento entre riego y secano es mayor, coincidiendo con la floración y la fructificación. A secano existe un comportamiento similar entre variedades, influido sólo por la precipitación. Aunque bajo ambos tratamientos, las diferencias no son elevadas; la Quinua Amarga, mostró en los dos casos mayor consumo de agua.

**Figura 1. Evapotranspiración Real Obtenida Durante el Ensayo**



2. Potencial foliar

La Figura 2, muestra el comportamiento del potencial foliar de equilibrio (Pf eq.). La bibliografía reporta que el Pf eq., medido antes de la salida del sol, se relaciona directamente en muchos cultivos con la cantidad de agua que existe en el suelo. Para el caso del cultivo de la quinua se puede confirmar esta característica (Fig. 3) por el alto Coeficiente de Correlación (r). El Pf eq. en el tratamiento a secano, siguió un constante comportamiento de incremento, dependiendo de la precipitación, confirmando así la escasez creciente de agua. Bajo riego, a pesar de existir constante aporte de agua, se aprecia incremento leve de los valores del Pf eq. con el tiempo. Un aumento similar del Pf eq. con la edad del cultivo fue reportado por Espíndola (1986) en quinua y Vos (1986) en otros cultivos.

Fig. 2. Potencial Foliar de Equilibrio

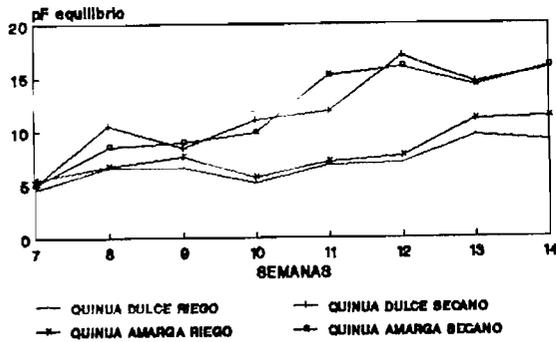
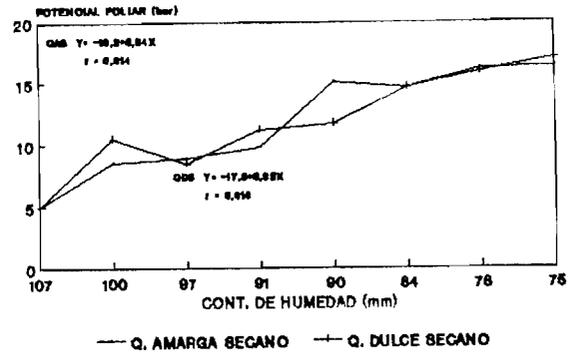


Fig. 3. Relación Pfefq y Cont. de Humedad en el Suelo



El potencial foliar mínimo (Pf min.), corresponde a la fuerza de la planta para extraer el agua del suelo y la retención en sus tejidos. El Pf min. alcanza para la quinua valores muy elevados (Figura 4), incluso superiores a 30 bar. Al ser medido al mediodía, el Pf min. muestra el comportamiento, cuando las exigencias evaporativas del ambiente son máximas. Bajo riego y a secano las dos variedades evolucionan en forma similar; en los tratamientos a secano se advierte un constante incremento, lo que demuestra que la quinua, según aumente el déficit de agua en el suelo, aumenta su fuerza de extracción de agua. El Pf min de la papa, bajo las mismas condiciones, alcanzó solamente valores extremos de 14 bar.

Como se aprecia en la Figura 5, ambos potenciales siguen comportamientos paralelos, lo que según la clasificación de Ritchie (1985), es típico de un cultivo conformista. El cultivo aumenta su extracción según se vayan dando las condiciones críticas de déficit de agua sin regular su transpiración.

Fig. 4. Potencial Foliar Mínimo

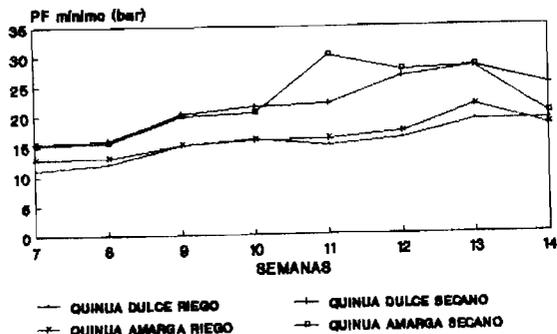
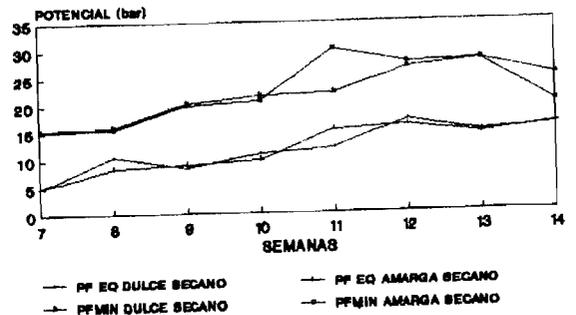


Fig. 5. Comparación de los Pot. Foliar de Equilibrio y Mínimo.

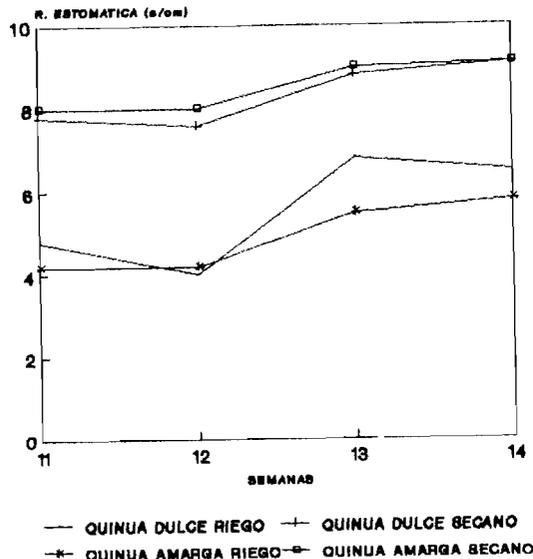


**3. Resistencia estomática**

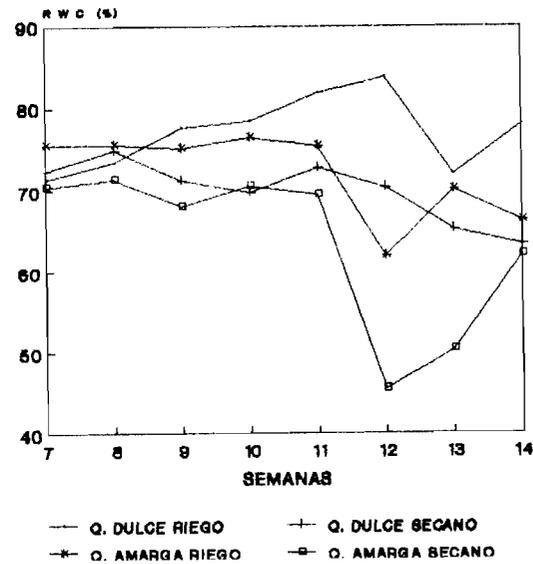
La Figura 6 representa la evolución de la resistencia estomática (Rest.) para los diferentes tratamientos. La Rest. es levemente superior en Quinua Dulce frente a Quinua Amarga, bajo ambos tratamientos, aunque la diferencia no es notoria. Existe diferencia entre tratamientos, pero la Rest. sigue baja en condiciones de secano. En el caso de la papa bajo riego, su Rest. es de 10 s/cm y a secano llega a 200 s/cm, llegando incluso a cerrar totalmente sus estomas y no presentar transpiración.

La quinua tiene un sistema de adaptación a las condiciones de déficit hídrico, de constante extracción de agua y también de continua transpiración, lo que se traduce en apertura de estomas y probablemente en fotosíntesis casi permanente.

**Fig. 6. Resistencia Estomática**



**Fig. 7. Contenido Relativo de Agua**



**4. Contenido relativo de agua**

El Contenido Relativo de Agua (RWC), en los tratamientos bajo riego, se mantiene casi constante, a nivel promedio de 70 a 80% en la variedad dulce y en amarga de 65 a 70%, con disminuciones durante déficit de riego, las que son rápidamente normalizadas (Figura 7). A secano se percibe igual tendencia, con valores constantes entre 60 y 70 % en la var. dulce; en la var. amarga, al igual que bajo riego, con déficit hídrico marcado se advierte una disminución importante del RWC (hasta 50%), para luego elevarse normalizándose por influencia de la precipitación.

Esta reacción, indica que la variedad dulce no modifica su RWC bajo condiciones de leve stress, mientras que la Quinua Amarga, disminuye su valor ante un pequeño déficit y perturba entonces sus funciones fisiológicas.

En general, se observa pocas diferencias entre tratamientos de agua, llegando a veces a valores similares entre la Quinua Dulce Secano y la Quinua Amarga Riego, de esta manera se aprecia que la quinua dulce no pierde en gran cantidad su contenido de agua, aún cuando se encuentre bajo déficits hídricos, lo que se relaciona con los elevados Pf encontrados.

**5. Rendimiento**

Los rendimientos bajo ambos tratamientos, fueron mayores bajo riego. El incremento en rendimiento en ambas variedades tiene un promedio del 180 %, frente a secano. En el caso de la ETR, el incremento de agua de los tratamientos bajo riego frente a los de secano fue sólo del 80 % en promedio, lo que justifica plenamente la aplicación del riego suplementario y se encuentra relacionado con las demás variables.

#### IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, llevan a las siguientes conclusiones:

- Los valores de ETR se encuentran en relación al rendimiento obtenido en ambas variedades, bajo riego y a secano; esto permite afirmar que con aplicación de una cantidad moderada de agua, se incrementa notoriamente la productividad, e incluso, el valor de ETR bajo riego en gestiones normales puede ser cubierto con la precipitación de la zona estudiada. La Quinua Dulce estudiada presentó mayor Eficiencia de Aprovechamiento de agua, pues desarrolló mayores rendimientos con menor consumo de agua. El incremento de rendimiento fue 3.1 a 1 en Quinua dulce y 2.6 a 1 en Quinua Amarga.

- La quinua muestra una adaptación fisiológica a las extremas condiciones de sequía que se presentan en el Altiplano, comportándose como una planta de desierto, con constante transpiración y consumo de agua (Pf alto, Rest. baja). El cultivo mostró permanente alimentación hídrica, a pesar del déficit hídrico al que estaba sometido, sin haber llegado a detenerse su transpiración, lo que significa constante producción y mayor rendimiento en grano y materia seca, sin estrategia de ahorro de agua.

- El RWC y el rendimiento, muestran diferencia varietal, mientras que el Pf, R. est. y ETR, tienen una tendencia muy similar.

#### V. BIBLIOGRAFÍA

CANAHUA, A. 1976. Comportamiento de la Quinua en Sequía. Puno. Perú.

ESPINDOLA, G. 1986. Respuestas Fisiológicas, Morfológicas y Agronómicas de la Quinua al Déficit Hídrico. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Chapingo-México.

GARCIA, M. 1991. Análisis del Comportamiento Hídrico de Dos Variedades de Quinua Frente a la Sequía. Tesis de Grado para obtener el título de Ing. Agrónomo. UMSA. La Paz-Bolivia.

MORALES, D. 1974. Determinación del Uso Consuntivo por Lisímetros en Quinua y Cebada en el Altiplano Central. Tesis para obtener Título de Ing. Agrónomo. Cochabamba-Bolivia.

ORSAG, V. 1986. Factores Limitantes para la Agricultura en el Altiplano Central. IBTEN-UMSA. Viacha-Bolivia.

RITCHIE, S. 1990. Leaf Water Content and Gas Exchange Parameters of Two Wheat Genotypes Differing in Drought Resistance. Crop Science.

VACHER, J. 1988. La Radiación Neta y la Evapotranspiración Potencial (ETP) en el Altiplano Boliviano. In Actas del Segundo Simposio de la Inv. Francesa en Bolivia.

VOS, J. 1986. Research and Water Relations and Stomatal Conductance in Potatoes. Centre for Agrobiological Research. Wageningen Netherlands.



## EVAPOTRANSPIRACION MAXIMA DEL CULTIVO DE LA QUINUA POR LISIMETRIA Y SU RELACION CON LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO

J. CHOQUECALLATA<sup>1</sup>, J. VACHER<sup>2</sup>, T. FELLMANN<sup>2</sup>, y E. IMAÑA<sup>3</sup>

1: IBTA-SENAMHI, C.P. 9214, La Paz-Bolivia

2: ORSTOM C.P. 9214, La Paz-Bolivia

3: SENAMHI, C.P. 10993, La Paz-Bolivia.

### I. INTRODUCCION

La evaluación de la intensidad de las sequías agrícolas, al igual que la planificación de proyectos de riego para dar solución al déficit hídrico imperante en las zonas áridas y semiáridas, como el Altiplano Sur y Central de Bolivia, requieren del conocimiento de la evapotranspiración o consumo de agua de los cultivos.

Las necesidades de agua de los cultivos, generalmente se estiman a partir de los datos de coeficiente de cultivo (kc) y de evapotranspiración potencial (ETP), el primero de los cuales es un valor morfo-fisiológico propio de cada cultivo, y el segundo una variable que depende del clima de una zona (Brouwer y Heibloeu, 1987; Doorenbos y Pruitt, 1976).

Como la evapotranspiración máxima (ETM) del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) no pudo ser estimada por el procedimiento anterior debido a la falta de datos concluyentes del kc de la quinua y de la ETP en el Altiplano boliviano, se hizo necesario su determinación directa por medio de la lisimetría.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Determinar la evapotranspiración máxima (ETM) del cultivo de la quinua mediante lisímetros de drenaje en Patacamaya.
- Estimar y comparar entre sí, para las condiciones locales, las tasas de evapotranspiración potencial (ETP) a partir de diferentes fórmulas basadas en datos meteorológicos.
- Obtener los coeficientes de cultivo de la quinua a través de la relación ETM/ETP.

### II. MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo de octubre (1989) a abril (1990) en la Estación Experimental de Patacamaya (Altiplano Central), caracterizada por las siguientes condiciones climatológicas medias anuales: temperatura media 10°C, precipitación 402 mm, humedad relativa 50%, radiación solar global 2234 J/cm<sup>2</sup> día, radiación neta 868 J/cm<sup>2</sup> día y velocidad del viento 3 m/s.

Los materiales empleados fueron: dos lisímetros de drenaje metálicos de 4 m<sup>2</sup> de superficie y 1 m de profundidad, que fueron instalados en medio de una parcela de 1000 m<sup>2</sup> de quinua bajo riego, una sonda de neutrones y equipo de riego por surco; la semilla de quinua empleada fue de la variedad Sajama Amarantiforme, de ciclo corto.

La metodología empleada en la determinación de la ETM del cultivo de la quinua por lisimetría, se basó en la ecuación del balance hídrico siguiente:

$$ETR = PP + RR - D \pm \Delta S$$

donde ETR es la evapotranspiración real, PP la precipitación, RR el riego, D el drenaje interno y  $\Delta S$  la variación del stock de agua en el suelo. Sin embargo, como en las condiciones del experimento, el riego fue diario y el drenaje continuo, el suelo estaba siempre cercano a la capacidad de campo (verificado con mediciones de la sonda de neutrones) con la consiguiente tendencia a cero de la variación del stock de agua en el suelo (Aboukhaled *et al.* 1986; Lira y Flores 1986); por estas consideraciones la ETR correspondió a la ETM:

$$ETM = PP + RR - D$$

La metodología empleada en la estimación de la ETP, se basó en la utilización de fórmulas empíricas y la fórmula física de Penmann; los datos meteorológicos para este fin, fueron extractados de los observatorios automático y convencional de Patacamaya. Para la fórmula de Penmann se utilizaron datos de radiación neta directamente medidos por un pirradiómetro. Se analizaron también los datos de evaporación (EV) del tanque clase A.

La obtención de los coeficientes de cultivo ( $k_c$ ), fue realizada a través de la siguiente relación:

$$k_c = \text{ETM}/\text{ETP}$$

la ETP para este caso correspondió a la de Penmann por ser la fórmula más universal y precisa (Doorenbos y Pruitt 1976; Monteith 1985; Rodríguez 1980; Seguin *et al.*, 1982).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 1. Evapotranspiración máxima (ETM) del cultivo de la quinua

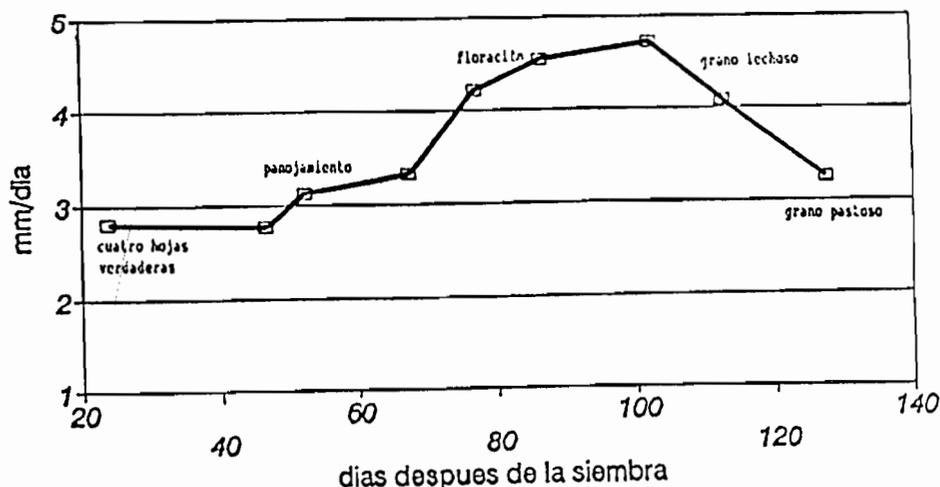
La Figura 1, muestra la evolución de la ETM (mm/día) del cultivo de la quinua a lo largo de su desarrollo en las condiciones meteorológicas de la campaña agrícola 89/90 en el Altiplano Central. Las más altas demandas de agua se registraron durante las fases fenológicas de floración e inicio de grano lechoso con 4,54 y 4,71 mm/día respectivamente, los cultivos anuales tienen en estas fases los más altos índices de área foliar (Lira y Flores 1986). La ETM promedio de todo el ciclo fue de 3,64 mm/día, lo que para un período de 134 días (siembra: 23/11/89, cosecha: 06/04/90) corresponde a una ETM acumulada de 488 mm.

Para la quinua, variedad Sajama (ciclo medio), Morales (1973) reportó en el Altiplano boliviano una ETM total acumulada de 519 mm, en tanto que Silva (1977) obtuvo en el Altiplano peruano una ETR total acumulada cercana a 350 mm. Doorenbos y Pruitt (1976), señalan para el sorgo y mijo (cultivos muy similares a la quinua), valores de evapotranspiración que varían de 300 a 650 mm según los climas.

Hay que señalar que la ETM de la quinua en el presente experimento pudo haber sido influenciada por el fenómeno de advección o efecto de oasis, pues la parcela experimental fue sólo de 1000 m<sup>2</sup>; la advección pudo haber provocado un leve incremento de ETM (Aboukhaled *et al.*, 1986).

Bajo las condiciones de ETM del experimento, el rendimiento en grano de la quinua fue de 3,70 tn/Ha.

**Figura 1. Evapotranspiración máxima (ETM) del cultivo de la quinua por lisimetría en Patacamaya (1989/1990)**



## 2. Evapotranspiración potencial (ETP)

Para la estimación de la ETP, las fórmulas empleadas fueron:

$$\text{Penman} \quad \text{ETP} = \frac{P_o/P \cdot D/\tau R_n + 0,26 (e_s - e_a) (1 + 0,54 U)}{P_o/P \cdot D/ + 1}$$

$$\text{Blaney Criddle:} \quad \text{ETP} = p (0,46 t + 8,13)$$

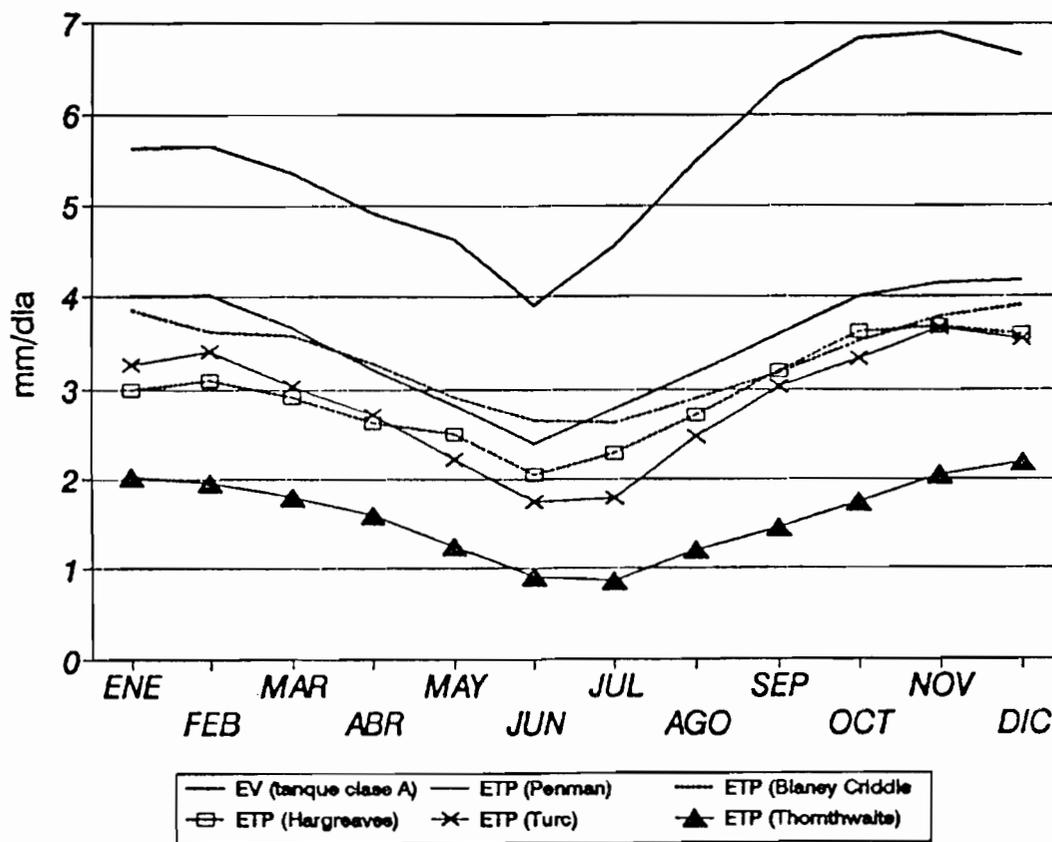
$$\text{Hargreaves:} \quad \text{ETP} = 0,34 R_a (0,4 + 0,024 t) (1,35 \sqrt{1 - HR}) [1 + (0,04 EL/1000)]$$

$$\text{Turc:} \quad \text{ETP} = K \frac{t}{t + 15} (R_g + 50) \left(1 + \frac{50 - HR}{70}\right)$$

$$\text{Thornthwaite:} \quad \text{ETP} = 1,6 (10 t/l)^a K$$

Una explicación más detallada de la fórmulas anteriores, puede encontrarse en los trabajos de Frere *et al.* (1975) y Doorenbos y Pruitt 1976.

**Figura 2. Evapotranspiración potencial (ETP) por fórmulas basadas en datos del observatorio meteorológico automático de Patacamaya (1987 - 1990).**



La ETP muestra en el Altiplano Central una variación estacional muy marcada (Figura 2). Para los cuatro años analizados (1987-1990), la ETP (Penmann) tiene un valor promedio anual de 3,40 mm/día con un máximo mensual en diciembre (4,17 mm/día) y un mínimo mensual en junio (2,39 mm/día), lo que corresponde a las variaciones de la radiación solar global.

Los valores de ETP (Penmann), se consideran los más exactos por cuanto la fórmula goza de amplias bases científicas debido a su fundamento en el balance radiativo y factor aerodinámico, pues la ETP es principalmente, en orden de importancia, una función de la radiación neta, humedad relativa y viento (Rodríguez 1980); la precisión se hace más evidente con mediciones directas de RN, tal como aconteció en el presente trabajo (Vacher *et al.*, 1988).

La ETP (Blaney Criddle), tiene un valor promedio anual de 3,32 mm/día muy cercana a la de Penmann no obstante de una pequeña sobre estimación de junio; en tanto que la ETP promedio anual de 2,94 mm/día (Hargreaves), 2,85 mm/día (Turc) y 1,58 mm/día (Thornthwaite), subestiman la ETP (Penmann) en 14, 16 y 54 % respectivamente. La exagerada subestimación de la ETP por la fórmula de Thornthwaite, confirma su inaplicabilidad para las condiciones del Altiplano boliviano (Frere *et al.* 1975).

La evaporación (EV) del tanque clase A, tuvo un valor promedio anual de 5,57 mm/día, con una evolución muy similar a la ETP (Penmann). El coeficiente de tanque ( $k_p = ETP/EV$ ) resultó ser de 0,63 coincidente con el propuesto por Doorenbos y Pruitt (1976) para las condiciones de entorno del tanque en Patacamaya. Se propone la fórmula siguiente de estimación de la ETP (mm/día) en función de la EV (mm/día) del tanque clase A:

$$ETP = 0,39 + 0,56 EV \quad (r = 0.90)$$

### 3. Coeficiente de cultivo ( $k_c$ ) de la quinua

El Cuadro 1, muestra la evolución del  $k_c$  de la quinua de acuerdo a su desarrollo morfo-fisiológico y fenológico; los más altos valores de éste coeficiente de desarrollo, se registraron en las fases fenológicas de floración e inicio de grano lechoso con 1,08 y 1,14 respectivamente. El  $k_c$  promedio estacional fue de 0,87 lo que ubica a la quinua como cultivo de moderado requerimiento de agua.

**Cuadro 1. Valores de la ETM de la quinua de la ETP (Penmann) y del  $k_c$  de la quinua. Patacamaya (1989/1990)**

Período	ETM mm/día	ETP mm/día	$k_c$	Fase fenológica
15/12/89 - 17/12/89	2,80	4,85	0,58	cuatro hojas verdaderas
05/01/90 - 10/01/90	2,77	4,40	0,63	inicio de panojamiento
11/01/90 - 16/01/90	3,12	4,25	0,73	panojamiento
26/01/90 - 31/01/90	3,32	3,68	0,90	inicio de floración
03/02/90 - 11/02/90	4,21	4,16	1,01	floración o antesis
13/02/90 - 20/02/90	4,54	4,19	1,08	floración o antesis
01/03/90 - 08/03/90	4,71	4,12	1,14	inicio de grano lechoso
10/03/90 - 19/03/90	4,08	4,06	1,00	fin de grano lechoso
23/03/90 - 05/04/90	3,25	4,17	0,78	grano pastoso
x	3,64	4,21	0,87	

## IV. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se llega a las siguientes conclusiones:

- La evapotranspiración máxima (ETM) del cultivo de la quinua variedad "sajama amarantiforme" por lisimetría en el Altiplano Central de Bolivia fue de 3,64 mm/día (promedio estacional), con valores que evolucionan de acuerdo al desarrollo fenológico del cultivo, alcanzando sus más altos niveles durante la floración e inicio de grano lechosos con 4,54 y 4,71 mm/día. La ETM total acumulada (134 días) fue de 488 mm.

- La evapotranspiración potencial (ETP) promedio anual para la zona de estudio según la fórmula de Penmann fue de 3,40 mm/día con su equivalente de 1241 mm/año. La fórmula empírica que mejor se aproximó a la de Penmann fue la de Blaney Criddle original, en tanto que la menos precisa fue la de Thornthwaite que llegó a subestimar la ETP en un 54 % respecto a Penmann. Con los datos de evaporación (EV) del tanque clase A, se obtuvo un coeficiente de tanque (kp) de 0,63 y una fórmula de estimación de la ETP (mm/día) en función de la EV (mm/día) del tanque clase A:

$$ETP = 0,39 + 0,56 EV \quad (r = 0,90)$$

- El coeficiente de cultivo ( $k_c$ ) de la quinua fue de 0,87 promedio estacional, con valores que evolucionan de acuerdo al desarrollo fenológico del cultivo alcanzando sus más altos niveles durante la floración e inicio de grano lechoso con 1,08 y 1,14 respectivamente.

## V. BIBLIOGRAFÍA

- ABOUKHALED, A., ALFARO, J.F. y SMITH, M. 1986. Los lisímetros; Estudio riego y drenaje 39. FAO. Roma, Italia. 60 p.
- BROUWER, C. y HEIBLOEU, M. 1987. Necesidades de agua de los cultivos. Manual de campo N° 3 de manejo del agua de riego. FAO. Roma, Italia. 70 p.
- DOORENBOS, J. y PRUITT, W.O. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos; Estudio, riego y drenaje 24. FAO. Roma, Italia. 194 p.
- FRERE, M., RIJKS, J. y REA, J. 1975. Estudio agroclimatológico de la zona andina; Informe técnico. FAO/UNESCO/OMM. Roma, Italia. 375 p.
- LIRA, R.H. y FLORES, L.F. 1986. Memorias del taller sobre lisimetría, estudios de evapotranspiración. SARH/INIFAP/CIAN/PRONAPA. Gomez Palacio Domingo, México. 420 p.
- MONTEITH, J.L. 1985. Evaporation from land surfaces: Progress in analysis and prediction since 1948. In: advances in evapotranspiration. Amer. Soc. Agr. Engi. Michigan. 4-11 pp.
- MORALES, D. 1973. Determinación del uso consuntivo por lisímetros en quinua y cebada en el Altiplano Central (Patacamaya) Tesis Ing. Agr. Universidad Boliviana Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 42 p.
- RODRIGUEZ, C. 1980. La radiación solar en la estimación de la evapotranspiración potencial. Depto. de irrigación. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 73 p.
- SEGUIN, B., BRUNET, Y. and PERRIER, A. 1982. Estimación of evaporation: a review of existing methods and recent developments. In: E.G.S. Meeting Symposium on Evaporation Leeds. August. Preprint. 19 p.
- SILVA, M.O 1977. Evapotranspiración en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú. 34 p.
- VACHER, J., ATTEIA, O., IMAÑA, E., CHOQUEVILLCA, J., MALDONADO, R. Y MENDEZ, A. 1988. La radiación neta y la evapotranspiración potencial (ETP) en el Altiplano boliviano. In: Actas del segundo simposio de la investigación francesa en Bolivia. ORSTOM. La Paz, Bolivia. 190 p.



**ESTUDIO EN MICROSCOPIA ELECTRONICA DE LA MORFOLOGIA DE LOS ORGANOS DE LA QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd) Y DE LA CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) EN RELACION CON LA RESISTENCIA A LA SEQUIA**

Jacques DIZES<sup>1</sup>, Alejandro BONIFACIO<sup>2</sup>

1: ORSTOM, Francia.

2: IBTA, Bolivia.

## **I. INTRODUCCION**

La Quinoa (y más aún la Cañihua) es capaz de crecer en región semi árida (250 a 600 mm de lluvias), con un requerimiento de agua (ETP) la mayor parte del tiempo superior a las disponibilidades dado el carácter muy aleatorio de las precipitaciones.

Se podría pensar que esta propiedad se debe a una mejor capacidad de conservación del agua debido a un cierre rápido de los estomas, pero estos últimos están aún abiertos en la quinoa con un potencial hídrico foliar muy bajo, -40 bars contra -12 en la papa dulce por ejemplo. Mientras que se estableció que una planta es tanto más adaptada a la sequía cuanto su potencial hídrico se mantiene elevado durante la desecación, todo pasa en la quinoa como si persistiera a extraer el agua del suelo hasta casi el agotamiento completo de los recursos, incluso cierra sus estomas para evitar deshidratarse completamente esperando la próxima lluvia.

Las relaciones entre la conductancia estomática y el potencial hídrico fueron estudiadas por otro lado (Vacher *et al.*, 1990). Presentamos aquí un estudio en microscopía electrónica de la Quinoa y de la Cañihua con el objeto de precisar, aprovechando las informaciones tridimensionales que nos permite esta técnica, la anatomía de los diversos órganos de estas dos plantas ya bien estudiadas (1,2), insistiendo sobre las características morfológicas que permiten ver mejor los mecanismos fisiológicos que rigen su adaptación a las condiciones hídricas del Altiplano.

## **II. MATERIALES Y METODOS**

Las variedades estudiadas de Quinoa provienen de las colecciones de la estación experimental de Patacamaya, situada al sur del Altiplano boliviano, a 3800 m de altura.

Las observaciones fueron hechas en el Centro de Estudios Nucleares de CADARACHE (Francia), dentro del marco del laboratorio común CEA-ORSTOM-CIRAD y los recintos del laboratorio de Fisiología de las Interacciones Planta-Agua del Servicio de Radioagronomía.

Las muestras fueron sacadas de plantas, cultivadas en condiciones controladas, de 1 a 2,5 meses de edad, de hojas adultas, luego preparadas como se describe anteriormente (3)

Los recuentos de estomas se hicieron sobre fotos o en el microscopio óptico, sobre impresiones. Los cortes transversales y las superficies epidérmicas fueron observados con el microscopio electrónico JEOL JSM T20.

## **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **1. La flor y el fruto**

El stress hídrico es particularmente crítico durante el estado de desarrollo de los órganos de reproducción. Desde la antesis hasta el llenado del grano, se encuentran en la flor las vesículas que encontraremos posteriormente en las hojas (foto 1). A menudo en formación muy densa, se puede pensar que estas vesículas juegan localmente un papel en el estado hídrico de las inflorescencias.

El fruto es un aquenio que contiene un grano, pequeño en la quinoa (más o menos 2 mm, según las variedades) y minúsculo en la cañihua, de color entre blanco y negro, y de forma lenticular (foto 2). El grano germina rápidamente en presencia de agua (foto 3); el embrión va a encontrar en el perisperma la energía necesaria para el desarrollo muy rápido de la raicilla luego de los cotiledones (foto 4).

La superficie de los ostiolos abiertos con respecto a la superficie total (Poro area) es muy pequeña también, 0,16% en Real blanca por ejemplo; a comparar con las de *Vicia faba* (1%), del maíz (0,70%), de la cebada (0,65%) o de dicotiledoneas como el girasol (1,10%) o el tabaco (0,80%) (4).

Si no se observan pelos táctiles, la superficie del limbo y más particularmente la faz inferior en las variedades de las dos especies que hemos observado, está cubierta, sobre todo en las hojas tiernas, de una cantidad de vesículas infladas. Estas pueden ser fácilmente desprendidas o "reventadas", dejando entonces escapar su contenido. En el curso del stress hídrico, o durante las horas calientes del día, estas se desinflan por evaporación, como un globo, dejando un depósito sólido (foto 10). La composición de estos depósitos, así como de las secreciones que se han encontrado en el parenquima, resultados de los mecanismos de regulación de la salinidad no está completamente establecida; esta podría depender en parte de la composición química del suelo. En Atriplex, quenopodiacea halofila, una parte de los iones transportados en el xylema por el flujo transpiratorio, pasando por el citoplasma y los plasmodesmas de las células parenquimáticas, llega a las vesículas atadas a la epidermis y similares a las que hemos visto (5-6). Su diámetro puede alcanzar 100 micrones, es decir el quinto del espesor del limbo y su superficie proyectada más de 80% de la superficie foliar de las hojas tiernas.

Cuando las plantas se confrontan a condiciones hídricas difíciles, ciertas características que hemos notado al nivel del limbo les permiten crecer casi normalmente o, si el stress hídrico es considerable, conservar su integridad y esto es particularmente verdadero en las plantas tiernas, esperando tiempos mejores:

- Debido a su estructura externa, relieve muy accidentado, compuesto proporcionalmente de minúsculos estomas protegidos por enormes células epidérmicas, la epidermis, recubierta además de gran número de vesículas, transparentes o no, es capaz de retener una película de agua, lo que aumenta la humedad relativa de la atmósfera que rodea la hoja y consecuentemente, disminuyendo la transpiración, atenúa los efectos del stress hídrico:

- \* en el curso de un largo período de sequía, alejando el momento donde se desarrollan los fenómenos irreversibles,

- \* en el transcurso del día, favoreciendo la utilización de la humedad nocturna que permanece muchas horas en la hoja, reduciendo por ello el déficit hídrico por reducción de la transpiración, disminución de la absorción de calor, y sin duda absorción del agua por la hoja humectada varias horas.

- las vesículas mismas, turgentes al inicio del día, contienen una solución de sal, que se evapora durante las horas calientes, dejando depósitos en forma de escamas. Después de la recuperación de la planta, se encuentran nuevamente vesículas turgentes, pero no podemos precisar si son recientes, y por lo tanto el fruto de nuevas secreciones, lo que implica una nueva evacuación de sales, o simplemente el resultado de la naturaleza higroscópica de las antiguas. Sea lo que fuere, se puede considerar que juegan un papel directo en la economía del agua de la planta y especialmente del agua llevada por la humedad nocturna (7).

- las secreciones salinas intervienen también al nivel del ajuste osmótico. Cuando se desarrolla un stress hídrico, normalmente hay una disminución del potencial debido a que la concentración de la solución de savia aumenta en la medida de la pérdida de agua, y es una de las causas del cierre estomático, pero este fenómeno está contrabalanceado en éstas por la acumulación de la sal en las vesículas, permitiendo el mantenimiento de cierta turgencia de la hoja, pero también de las células constrictoras y consecuentemente, la apertura de los estomas.

- Durante el stress hídrico, la pérdida de turgencia de la hoja provoca su enroscamiento en el sentido lateral, debido a la desimetría entre las células de la cara inferior de las nervaduras y las otras células de la epidermis (foto 9) y por un movimiento centrípeto de los bordes del limbo donde las nervaduras principales, generalmente 3, en relieve al nivel del peciolo, van difuminándose.

- La capa de cutícula, las vesículas que aislan la superficie, el relieve marcada de la epidermis, el color de las hojas, modificando el albedo, y la repartición homogénea de los estomas en las dos caras foliares, evitan un calentamiento letal durante las horas calientes del día (8), cuando no es raro notar

## 2. Interfaz suelo-planta: las raíces.

El sistema radicular, pivotante, de la quinoa (y de la cañihua) es mucho menos profundo que el de ciertas gramíneas tropicales, pero está muy ramificado y capaz de explorar un máximo de suelo y sobre todo de absorber el agua cuando el potencial hídrico del suelo está muy bajo, lo que implica un contacto continuo entre el suelo y la superficie radicular y también un gradiente de potencial.

Las semillas de quinoa y de cañihua son capaces de germinar muy rápidamente en presencia de humedad, la foto 2 fue tomada una hora después de que la semilla fue hundida en el algodón húmedo en caja de Petri; una hora y media después, la raicilla, estaba completamente salida (foto 3).

La semilla está cubierta de una cutícula y es por el hilum que esta absorbe la mayor parte del agua necesaria para la germinación (quinoa - Var. Chucapaca: 80% de germinación de las semillas puestas en contacto por el hilum con algodón empapado de agua al cabo de 8 horas, contra 0% en los testigos colocados sobre el flanco y que no germinarán sino al cabo de 14 horas).

Los cortes de raíces jóvenes de plantas cultivadas en buenas condiciones hídricas, muestran células de parenquima cortical notoriamente gruesas en lo que concierne la capa externa; aunque menos marcada esta particularidad se encuentra también en las raíces más viejas y esto tanto en las variedades dulces o amargas que en la Cañihua (foto 5).

## 3. El tallo

Un corte longitudinal de tallo muestra los diferentes tejidos (foto 7).

El parenquima cortical contiene cristales (foto 8) de sales de calcio, en particular de oxalato, y de anhídrido silícico (2).

Organo de sostenimiento así como también de transporte de los elementos nutritivos brutos o elaborados y del agua, el tallo está sometido también a los aleas climáticos, los tejidos de los que está formado deben soportar, a veces, potenciales hídricos muy bajos. Para que sobreviva la planta, el tallo debe entonces ser capaz ya sea de conducir los flujos de savia aún después de una interrupción momentánea de la continuidad hidráulica, o, evitar esta discontinuidad.

## 4. Interfaz planta-atmósfera: la hoja

El corte transversal del limbo de quinoa o de cañihua (foto 9) muestra la estructura anatómica típica de las plantas con el metabolismo en C3, con un parenquima palisádico con muchas capas de células dispuestas perpendicularmente a la epidermis, y un parenquima lagunoso, pero sin vaina perivasculare. Como en el tallo, se encuentran en el parenquima cristales de formas y dimensiones diversas (foto 9).

La superficie de la cutícula a menudo está marcada de estrías (foto 11), orientadas de manera variable y correspondiendo a pliegues de la superficie, pero algunas variedades son casi lisas (foto 12). La superficie está constituida por células no diferenciadas con un contorno sinuoso envolviendo minúsculas células estomáticas.

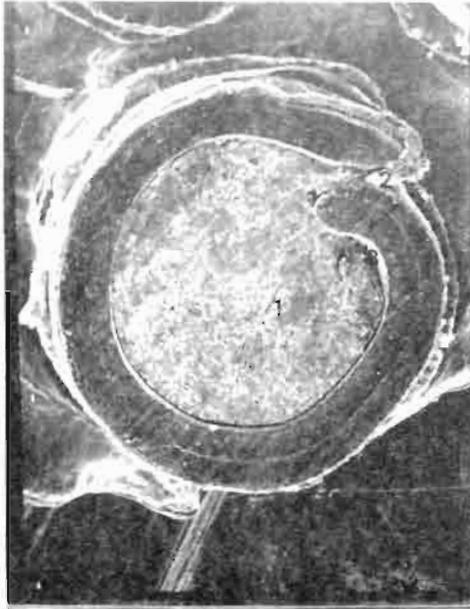
Los estomas (foto 11, 12) presentan dos células con forma de riñón dejando aparecer entre ellos el ostiolo arriba de la cámara subestomática. La cresta que asegura su cierre es bastante aparente. No hay células anexas. En las dos especies, los estomas se encuentran en las dos caras del limbo en número más o menos igual (hojas anfistomáticas). En la quinoa, en la cara superior, el índice estomático (3,4) varía entre  $18,9 \pm 1,1$  en la variedad Real blanca,  $18,2 \pm 1,2$  en la variedad Chucapaca y  $14,8 \pm 0,8$  en la descendencia F4 dulce de PATACAMAYA (medios de 20 conteos).

El tamaño del complejo estomático, en las condiciones en las cuales hemos cultivado las plantas, varía poco (en micrones,  $31 \times 20$  en la variedad Chucapaca,  $29 \times 17$  en la Real Kalaka,  $30 \times 18$  en la Real blanca,  $31 \times 14$  en la cañihua Lasta), es muy pequeño si se la compara al de las células epidérmicas que lo rodean ( $\pm 72,5 \times 42$ ). La relación de las superficies, en proyección, se establece entre 5,5 y 7, pero es aún más importante si se toma en cuenta el relieve.

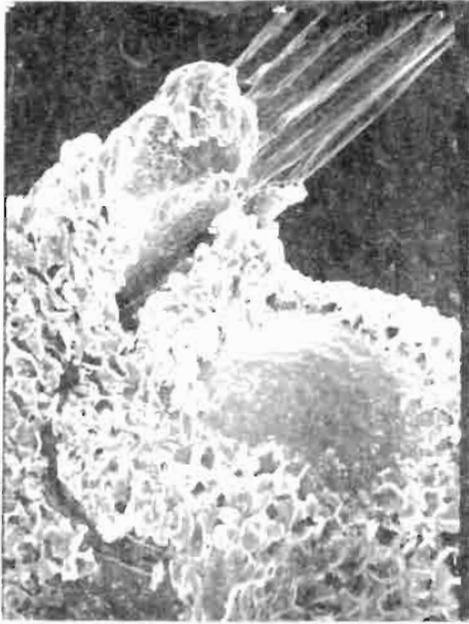
1



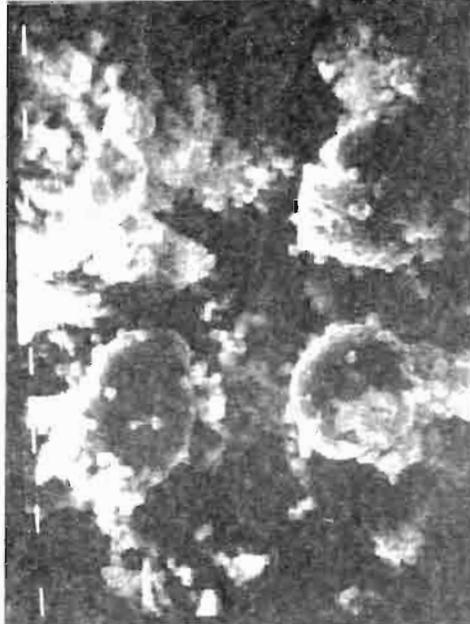
2



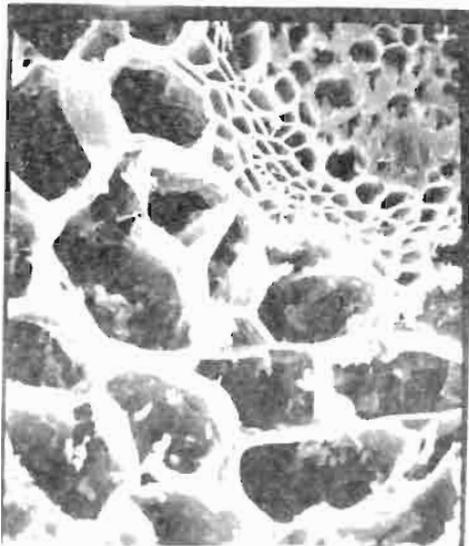
3



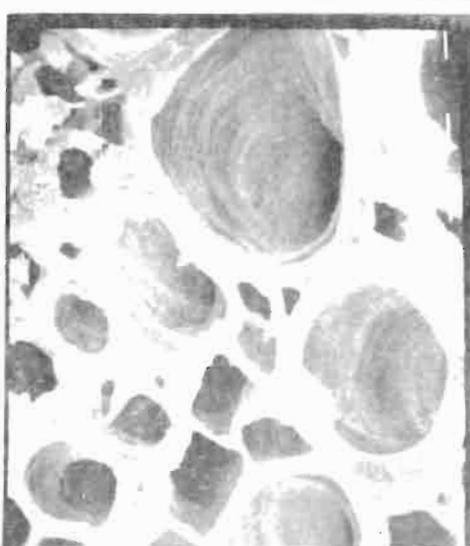
4



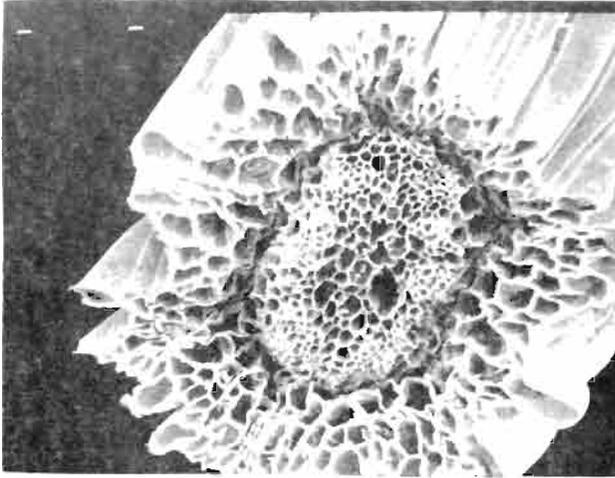
5



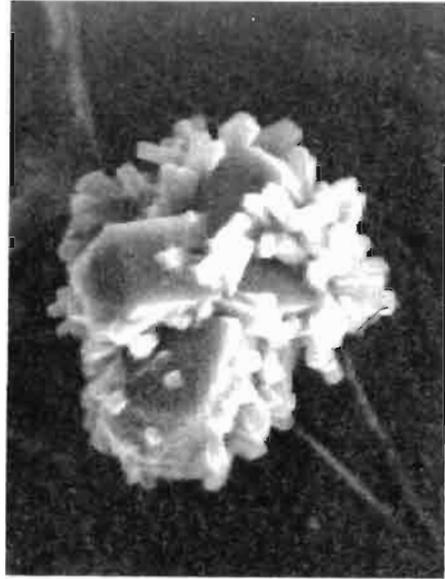
6



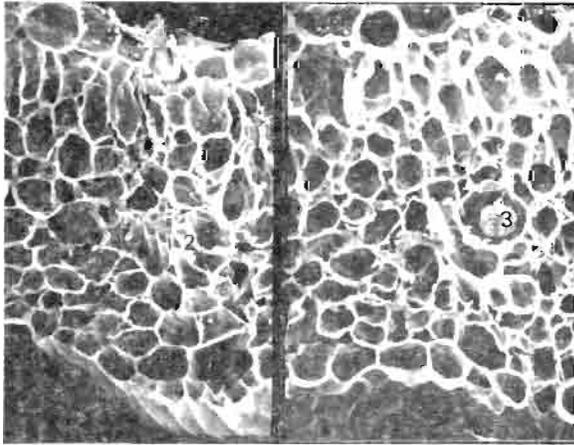
7



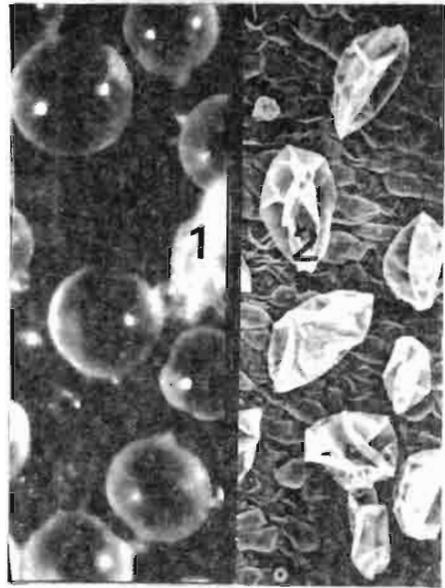
8



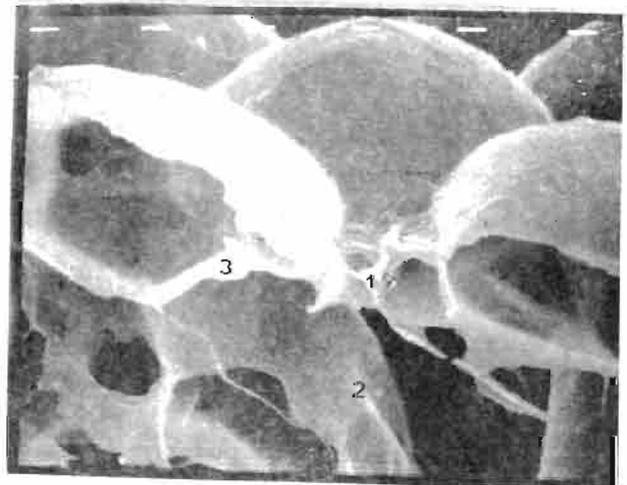
9



10



11



12

temperaturas de más de 40° C en el suelo durante muchas horas, absorbiendo las radiaciones infrarojas y ultravioletas para disipar el calor.

#### IV. CONCLUSIONES

Durante el desecamiento, el potencial hídrico de los tejidos de la quinoa (y de la cañihua) alcanza valores muy bajos, pero su contenido en agua permanece largo tiempo suficiente para evitar un nivel de ajaminiento irreversible.

Independientemente de los procesos metabólicos, las secreciones salinas, que intervienen al nivel del ajuste osmótico de las células estomáticas, el tamaño minúsculo y la implantación de los estomas, así como la presencia de vesículas en el limbo, que favorecen la humedad relativa de la atmósfera rodeando la hoja, el proceso de enrollamiento de las hojas influyen cada una a su manera en las reacciones de estas plantas afrontadas a los aleas hídricos. Esto les permite sobre todo, más que conservar el agua que poseen, aprovechar al máximo el poco de humedad disponible en los alrededores.

Además de la sequía, ciertas características morfológicas que hemos subrayado participan también en la adaptación de estas plantas a los otros riesgos climáticos, heladas, salinidad, luz; frecuentes en su medio habitual de vida.

#### V. BIBLIOGRAFIA

- ALWEY, N.W. 1989. Quinoa. *Biologist*. 36 (5): 267-274
- CAMEFORT, H. 1972, *Morphologie des végétaux vasculaires*. Doin, Editeurs. Paris.
- COLIN, M. WILLMER, 1988. *Stomata*. Longman Inc. New York.
- DE LA CRUZ, G., VALLADOLID, J. 1988. Clasificación de los cultivos andinos en plantas de fotosíntesis C3 y C4 de acuerdo a las características anatómicas del mesófilo de la hoja. Dans *Memorias del VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos*, Quito, Ecuador, 30 de Mayo - 2 de junio 1988 - INIAP, Quito. p. 471-473.
- ESPINDOLA CANEDO, G. 1986. Respuestas fisiológicas, morfológicas y agronómicas de la Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) al déficit hídrico. Thèse de maîtrise, Colegio de Postgraduados Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Chapingo, México.
- GANDARILLAS, A., GANDARILLAS SANTA CRUZ, H. 1986. Estructura anatómica de los órganos de la planta de Quinoa. Ministerio de Asunt. Camp. y Agropec. La Paz - Bolivia.
- GARCIA, M., VACHER, J., MORALES, D., HIDALGO, J. 1991. Comportamiento hídrico de 2 variedades de Quinoa. VII Congreso Internacional sobre cultivos andinos. La Paz - Bolivia, 4/8 de Febrero.
- LAFFRAY, D., LOUGUET, Ph. 1989. L'appareil stomatique et la résistance à la sécheresse. *Rev. Rés. Amélior. Prod. Agr. Milieu Aride*. 1: 31-46.
- LÜTTGE, U., OSMOND, C.B. 1970. Ion absorption in *Atriplex* leaf tissue. III. *Aust. J. biol. Sci.* 23: 17-25.
- MAZAFAR, A., GOODIN, R.J. 1970. Vesiculated hairs: a mechanism for salt tolerance in *Atriplex halimus*. *Plant. Physiol.* 45: 62-65.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1989. *Lost Crops of the Incas*. National Academy Press, Washington, D.C.
- REPO-CARRASCO, R. 1988. Cultivos andinos. Importancia nutricional y posibilidades de procesamiento. Centro de estudios andinos Bartolomé de las Casas. Cusco. Perú
- RISI, J., and GALWEY, N.W. 1984. The *Chenopodium* Grains of the Andes: Inca Crops for Modern Agriculture. *Adv. Applied Biology*. 10: 145-216.

## FLUCTUACION DE LA NEMATOFAUNA FITOPARASITARIA DE VARIOS CULTIVOS EN ROTACION CON QUINUA EN DOS LOCALIDADES DE LA SIERRA ECUATORIANA

M.DEFAZ, R.EGUIGUREN  
Departamento de Fitopatología. INIAP

### I. INTRODUCCION

Son numerosos los ejemplos que permiten ilustrar el impacto económico que puede tener un ataque severo de nemátodos parásitos de plantas sobre diferentes cultivos. Por lo regular el ataque de especies parásitas se presentan en forma de parches de tamaño variable que generalmente se diseminan por el campo. En las plantas se presentan síntomas no específicos ocasionados por un mal funcionamiento del sistema radicular lo que provoca reducción de su crecimiento, presencia de marchitez, disminuyendo su rendimiento y calidad del producto cosechado.

En el contexto de plantas alimenticias, los cultivos andinos y particularmente de quinua poco o nada han sido estudiadas en lo referente a enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y nemátodos, principalmente estos últimos que cada vez adquieren mayor importancia tanto del punto de vista científico como práctico, razón por la cual es necesario investigar sus efectos.

### II. REVISION DE LITERATURA

A decir de muchos investigadores la rotación de cultivos es una práctica general para controlar enfermedades y en algunos casos el único método efectivo para patógenos habitantes naturales del suelo y entre estos los nemátodos parásitos (2, 5, 6).

Rodriguez-Kábana, R. y H. Ivey (6) al estudiar sistemas de rotación de cultivos para combatir *Meloidogyne arenaria*, en maní, determinan un aumento sensible de la población, en parcelas de monocultivos, encontrando además que un año de maní seguido por dos años consecutivos de maíz mantenía las poblaciones a niveles bajos no afectaba los rendimientos.

Leijdens, M.B. and Hofmeester (5) en 1979 al estudiar la fluctuación de poblaciones de nemátodos sobre la pérdida de rendimiento en papa y remolacha azucarera con diferentes rotaciones, encontraron que cuando las rotaciones son cortas de la densidad poblacional de *Meloidogyne spp* se mantiene y el género *Pratylenchus spp* decrece sensiblemente.

Jones y Petherbrige (4) de sus estudios efectuados sobre diferentes rotaciones con cultivos hospederos y no hospederos, para controlar el nemátodo del quiste de la remolacha azucarera *Heterodera schachtii*, concluyen que se necesita un mínimo de 10 años de siembra con cultivos no hospederos a este patógeno, en suelos de alta infestación para que la remolacha pueda crecer con seguridad, mientras que solo se requiere de 2 a 3 años de rotaciones con cultivos hospederos para que se presente daño visible en suelos con baja infestación.

Guiñez, A. S. (2) estudio la fluctuación de la población de nemátodos mediante la rotación de cultivos con el fin de establecer el comportamiento del género *Meloidogyne spp* en diferentes cultivos, obteniendo como resultado bajas sensibles de las poblaciones en siembras de maíz y trigo, o dejando el terreno en barbecho por una temporada, en cambio si se siembra papa-trébol, vicia-avena, en el mismo suelo en la siguiente temporada las poblaciones aumentan principalmente de los géneros *Meloidogyne spp*.

### III. MATERIALES Y METODOS

El experimento se lleva a cabo en 2 localidades de la sierra, Estación Experimental Santa Catalina a 3.050 msnm y en la Hda. San Vicente, parroquia Cristo Rey en Tulcán, provincia del Carchi, localizada a 2.900 msnm.

Se ha programado para 8 ciclos agrícolas consecutivos, por lo que se dispondrá de información para cuatro ciclos de rotaciones, pero al momento sólo se dispone de la información de los tres primeros ciclos. La formación de tratamientos (secuencia de rotaciones) y su distribución en el campo se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Barry A. *et al.* (1) por lo que se estudian un total de nueve tratamientos con tres repeticiones dispuesto en bloques completos de azar. La parcela experimental consta de 5 m de ancho y 6 m de largo (30 m<sup>2</sup>). La parcela neta consta de 15<sup>2</sup>.

Los tratamientos son las secuencias de rotaciones y sus respectivas combinaciones inversas:

#### Cuadro 1. Rotaciones en estudio

1 Papa - quinua (P-Q)	6 quinua - papa (Q-P)
2 Haba - quinua (H-Q)	7 quinua - haba (Q-H)
3 Melloco - quinua (M-Q)	8 quinua - Melloco (Q-M)
4 Quinua - quinua (Q-Q)	9 quinua - Barbecho (Q-B)
5 Barbecho - quinua (B-Q)	

Q = Quinua Var. Imbaya  
H = Línea Ecu 037  
P = Var. INIAP Esperanza

B = Barbecho  
M = Clon Ecu 054

Este experimento tiene como objetivo principal el estudiar la susceptibilidad de los cultivos a la nematofauna existente en cada uno de los lotes experimentales para determinar la mejor secuencia de cultivos y el lapso entre ellos, para lograr un equilibrio poblacional bajo, que no cause pérdidas económicas sustanciales. Las labores culturales así como la limpieza de malas hierbas se realizan a mano, control de plagas y enfermedades se efectuarán de acuerdo a las recomendaciones de los departamentos respectivos, usando sustancias químicas no sistemáticas, con el fin de no interferir las poblaciones de nemátodos.

El muestreo de los nemátodos se efectuó a la siembra (Pi) y a la cosecha (Pf) y muestreos intermedios cada 60 días, la muestra de suelo de cada parcela experimental es el resultados de 25 punciones con un sacabocado de 2 cm de diámetro a  $\pm$  25 de profundidad, luego de lo cual una vez identificado se procesa en el Laboratorio de Nematología por la técnica del elutriador Oostembrink (4) en platos de extracción con filtros de nemátodos, luego de 48 horas se realizaron las observaciones cualitativas y cuantitativas bajo un microscopio-estereoscopio.

### IV. RESULTADOS

Identificación de nemátodos.- En el lote experimental situado en la Estación Santa Catalina, fueron dos los géneros parasitarios prevalentes *Paratylenchus spp* y *Pratylenchus spp*, *Criconemoides sp* y Larvas de *Globodera* posiblemente *G. pallida*. Entre los géneros de vida libre se observaron: *Rhabditis sp*, *Doryuglaimus sp* y *Mononchus sp*. En la segunda localidad, Tulcán, se observaron la presencia de larvas de *Meloidogyne spp* que fue el predominante y en bajísimas poblaciones, *Trichodorus spp* y *Criconemoides spp* y géneros de vida libre *Dorylaimus* y *Rhabditis spp*.

*Paratylenchus spp.*- Género de nemátodo de carácter ectoparásito migratorio cuya fluctuación de población puede observarse en la Table 1, en el que reproduce su población con el cultivo de Quinua (Q) pero, con el cultivo de Papa (P), su nivel poblacional baja sensiblemente; de igual manera la población de este género parásito se incrementó con el cultivo de Haba (H), e igualmente el cultivo de Melloco (M); el tratamiento Barbecho (B) alternando con Quinua (Q) aumentó la población de patógeno.

*Pratylenchus spp.*- Endoparásito-migratorio, prevalente en este sitio, se encuentra en poblaciones muy bajas; pero se reproducen en el cultivo de Quinua después de Papa; así como también Haba (H) luego de Quinua y en Quinua luego de Melloco (M) y Barbecho (B).

*Meloidogyne spp.*- Las elevadas poblaciones de este género, en su  $P_i$ , al cabo del 1er. ciclo de rotación su índice de reproducción (a) fue negativo en un alto porcentaje del sistema de rotaciones, salvo de Quinua (Q) que en el 1er ciclo reproduce 2.66 y en el 2do. ciclo que tiene  $a = 1$ , igual índice de reproducción se observó en Barbecho (B) en el 2do. ciclo.

Conviene recordar que los resultados aquí obtenidos son preliminares, pero, se espera poder efectuar un análisis más completo con los datos que se obtendrán en los próximos ciclos de rotaciones del experimento.

**TABLA 1.- Población inicial ( $P_1$ ) y tasa de reproducción de 3 ciclos de los géneros de nemátodos parásitos en Santa Catalina y la ciudad de Tulcán**

		SANTA CATALINA								TULCAN			
		<i>Paratylenchus spp</i>				<i>Pratylenchus spp</i>				Larvas de <i>Meloidogyne ssp</i>			
Tratamientos		$P_1$	a1	a2	a3	$P_1$	a1	a2	a3	$P_1$	a1	a2	a3
1	Q-Q-Q	146	1.95	0.50	2.53	80	0.16	0.65	0.57	233	0.54	1.00	0.00
2	P-Q-P	166	0.43	4.39	0.26	113	0.88	2.10	0.24	266	0.24	0.18	0.65
3	Q-P-Q	66	4.93	0.43	2.12	133	0.15	0.37	0.12	286	0.11	0.39	0.25
4	H-Q-H	80	8.75	2.80	3.56	66	0.69	0.40	1.44	140	0.52	1.00	0.00
5	Q-H-Q	133	2.36	1.20	1.03	80	0.41	0.33	0.80	200	0.20	0.00	0.00
6	M-Q-M	13	7.74	0.30	2.16	146	0.72	0.17	0.20	320	0.16	0.00	1.00
7	Q-M-Q	66	4.84	1.20	1.58	86	1.00	0.98	0.10	120	2.66	0.60	0.13
8	B-Q-B	160	3.16	1.12	3.73	120	0.44	0.12	0.59	140	0.95	0.30	0.00
9	Q-B-Q	120	1.96	0.68	2.34	60	2.43	0.22	0.33	293	0.34	1.00	0.00

$P_i$  = Población inicial  
 $P_f$  = Población final  
 a = Índice de incremento

$$a = \frac{P_f}{P_i}$$

## V. CONCLUSIONES

- 1 Se ha determinado la presencia de nemátodos parásitos asociados con los cultivos en estudio en las dos localidades.
- 2 Las poblaciones más altas y con índices de reproducción positivo corresponde al género *Paratylenchus spp.*
- 3 Es posible bajar la población del gen *Paratylenchus spp* presente en Quinoa si luego se siembra Papa.
- 4 Aún cuando los géneros *Pratylenchus spp* y *Meloidogyne spp* con índices de reproducción negativos en al mayoría de cultivos, no pueden considerarse de poca importancia.

## VI. BIBLIOGRAFIA

- 1 BARRY, A. et al. 1979. Curso de Estadística Experimental Avanzada. Ministerio de Alimentación. Lima-Perú pp 303-315.
- 2 GUÍÑEZ, A. S. 1981. Fluctuación en la población de nemátodos mediante la rotación de cultivos. Agricultura Técnica. (Chile) 41(1): 57-59.
- 3 JACOB, J. J's and I. van BEZOOIJEN. 1983. "A manual for practical work in Nematology". I.A.C.course. The Netherlandas.
- 4 JONES, F. G. W. and PETHERBRIDGE, F. R. 1947. Beet welworm. Br. Sugar beet. Rev. 16:3136.
- 5 LEIJDENS, M. B. and HOFMEESTER, Y. 1986. Population fluctuations of some nematodes on potato and sugarbeet in relation to different crop rotations. Med Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent. 51/36.
- 6 RODRIGUEZ KABANA, R. T M. IVEY. 1986. Crop rotation systems for de management of *Meloidogyne arenaria* in Peanut. Nematológica. 16:53-53.

**INFLUENCIA DEL CONTROL CULTURAL A LA INCIDENCIA DEL MILDIU  
(*Peronospora shachtii* Fuckel) Y AL RENDIMIENTO EN  
QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd)**

M. HITZEL ; E.G. BECERRA; J. CALLAÑAUPA.  
Convenio Perú-Alemania para cultivos andinos, COPACA.

## I. INTRODUCCION

En el cultivo de quinua la presencia de mildiu (*Peronospora schachtii* Fuchel, sinónimos: *P. farinosa* FR., *P. effusa*) es evidente. La peronospora ataca con preferencia a las hojas basales y viejas de poca contribución a la fotosíntesis y desaparece durante la floración. Según el mismo agricultor, la aplicación de un fungicida prolonga el periodo del cultivo, con el peligro de perder la producción al presentarse las primeras heladas en marzo/abril.

Sin embargo, la asistencia técnica estatal o privada recomiendan dos a tres aplicaciones del fungicida sin considerar el alto riesgo de producción agrícola en las zonas altoandinas (más de 3.500 m.s.n.m.) que se caracteriza por tener climas irregulares con sequías, granizadas y heladas. Raras veces se toma en cuenta alternativas de prevención como un control cultural. Las condiciones económicas del pequeño agricultor andino no permiten altos gastos para insumos externos como insecticidas, fungicidas y fertilizantes minerales.

Es así que en la campaña agrícola 88/89 se instalaron dos ensayos con quinua, "Amarillo de Marangani", uno en la Estación Experimental de Los Andenes (3.390 m.s.n.m.) y el otro en Cay Cay (3.100 m.s.n.m.) analizando la influencia de labores culturales y distanciamientos entre surcos y plantas al rendimiento y la incidencia del mildiu en comparación a un tratamiento químico.

## II. MATERIALES Y METODOS

Cultivo: Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd)

Varietal: Amarilla de Marangani

Fertilización: N-P-K: 80-60-4

Tratamientos:

No.	Densidad de siembra en Kg/Ha	Raleo <sup>1</sup>	Aporque <sup>2</sup>	Fungicida <sup>3</sup>	Distancia entre surcos	
					30 cm	60 cm
1	16	--	--	--	XX	--
2	16	--	--	XX	XX	--
3	8	--	--	--	--	XX
4	8	--	--	XX	--	XX
5	8	XX	XX	--	--	XX
6	8	XX	XX	XX	--	XX

<sup>1</sup>: 15 a 20 plantas por metro lineal

<sup>2</sup>: cuando las plantas tenían aprox. 30 cm.

<sup>3</sup>: MANCOZEB (DITHANE), después el aporque y antes de la floración

Variantes en total : 6 tratamientos x 2 lugares = 12

Parcelas en total: 12 variantes x 4 repeticiones = 48

Diseño del ensayo: Bloques completamente randomizados

**Evaluaciones:**

- a.: Ataque de mildiu del estadio de cuatro hojas hasta inicio de floración (en total 5 veces).  
Estaca: 0 a 6 (0: ninguna, 6: muy fuerte (>80%))
- b.: Rendimiento por parcela calculado en Kg/Ha
- c.: Cálculo estadístico: Computarizados "STATGRAFICS", Versión 3.0, Análisis de Varianzas, Prueba de Múltiples Rangos "TUKEY": Nivel de Significancia:  $\alpha = 0.05$  %, Probabilidad: 95 %-

**III. RESULTADOS****1. Efectos de labores culturales y aplicación de fungicida al rendimiento en quinua**

Las figuras 1 y 2 muestran, que la aplicación de fungicida no tuvo mayor efecto al rendimiento en quinua, con excepción de la variante de alta densidad de plantas por superficie (16 kg/ha y 30 cm entre surcos) en Andenes. En el lugar de Cay Cay se obtuvo los mayores rendimientos en la variante de baja densidad de plantas por superficie (8 kg/ha y 60 cm entre surcos) sin efecto significativo de la aplicación de un fungicida adicional.

La investigación de la influencia de las labores culturales en cultivos de alta densidad como el aporque no se puede realizar por el angosto distanciamiento entre los surcos (30 cm).

**1.1 Efectos de aplicación de fungicida sin labores culturales en cultivos de alta densidad**

El primer bloque de barras en las Figuras 1 y 2 presentan el incremento de la quinua sin realización de labores culturales y con aplicaciones de fungicidas, siendo el incremento en Andenes de 304 Kg/Ha y en Cay Cay solamente de 28 kg/ha, el resultado de los rendimientos de Andenes en los demás tratamientos no alcanzaron los de Cay Cay debido a su clima más templado.

**1.2 Efectos de aplicación de fungicida sin labores culturales en cultivos de baja densidad**

Los segundos bloques de barras en las Figuras 1 y 2 muestran los rendimientos de los tratamientos en cultivos de baja densidad de plantas por superficie (8 kg/ha), 60 cm entre surcos comparando el efecto de la aplicación de fungicida sin labores culturales. En el lugar de los Andenes no se midió ninguna influencia del control químico, mientras que en Cay Cay los rendimientos aumentaron en 184 kg/ha por influencia del fungicida.

**1.3 Efecto de aplicación de fungicida en comparación con las labores culturales al rendimiento en cultivos de baja densidad**

En los dos lugares de investigación se obtuvo los mejores rendimientos por la aplicación de labores culturales. El Cuadro 1 muestra que las labores culturales resultaron en mayores rendimientos con la sola aplicación de un fungicida sin ejecutar las labores culturales.

**Cuadro 1 Efecto de aplicación de fungicida en comparación con las labores culturales al rendimiento en cultivos de baja densidad**

TRATAMIENTO	LUGARES EXPERIMENTALES	
	LOS ANDENES	CAY CAY
	RENDIMIENTO EN Kg/Ha	
con fungic. sin lab. cult.	1.925.5 a	2.182.3 a
sin fungic. con lab. cult.	2.360.0 a	2.739.3 b
diferencia	+ 434.5	+ 557.0
significancia	0.124	0.02

Prueba de Múltiples Rangos: TUKEY  $\alpha=0.05$  %  
las letras indican los grupos homogéneos

Se puede manifestar, la productividad en quinua se incrementó en 423 kg/ha o sea 22 % en los Andenes y en 742 kg/ha o sea 37 % en Cay Cay (ver Cuadro 2), sin tratamiento químico y con una baja densidad de plantas sólo aplicando las labores culturales. En cambio la aplicación de fungicida sin labores culturales resultó en sólo 184 kg/ha o sea 9.2 % en Cay Cay (ver Figura 2).

**Cuadro 2 Efecto de labores culturales sin aplicación de un fungicida al rendimiento en cultivos de baja densidad**

TRATAMIENTO	LUGARES EXPERIMENTALES	
	LOS ANDENES	CAY CAY
	RENDIMIENTO EN Kg/Ha	
sin lab. culturales	1.937.3 a	1.997.5 a
con lab. culturales	2.360.0 a	2.739.3 b
diferencia	+ 422.7	+ 741.8
significancia	0.231	0.012

Prueba de Múltiples Rangos: TUKEY  $\alpha=0.05$  %

Las letras indican los grupos homogéneos

## 2. Influencia de labores culturales y aplicación de fungicida a la incidencia del mildiu

Se evaluó la incidencia del mildiu según un escala de 0 a 6 en cinco oportunidades en cada sitio experimental. Los resultados están resumidos en el Cuadro 3.

**Cuadro 3 Incidencia del mildiu en dependencia de las labores culturales y tratamiento químico**

No	TRATAMIENTO	ANDENES	CAY CAY
1.	alta dens., sin fung., sin l. c.	5.1	4.2
2.	alta dens., con fung., sin l. c.	3.4	3.0
3.	baja dens., sin fung., sin l. c.	4.7	4.0
4.	baja dens., con fung., sin l. c.	3.6	2.9
5.	baja dens., sin fung., con l. c.	3.5	3.1
6.	baja dens., con fung., con l. c.	3.0	2.4

La aplicación de un control químico y las labores culturales redujeron la incidencia del mildiu (*Peronospora schachtii*) (ver Cuadro 3). Sin embargo, las labores culturales tuvieron un mayor efecto en la reducción de la enfermedad (ver figura 1 y 2). Se supuso que el mildiu puede afectar al rendimiento en quinua, no obstante, la reducción del mildiu en las variantes con aplicación del fungicida no resultaron en una mayor productividad significativa (ver Figuras 1 y 2) reforzando la hipótesis que la peronospora ataca con preferencia hojas basales y viejas. Asimismo, desaparece normalmente durante la floración, un fenómeno que también se observó en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris ssp. vulgaris*) donde ocurre la misma enfermedad. En el cultivo de remolacha la peronospora se "degenera" durante el desarrollo del cultivo (Hoffmann y Schmutterer, 1983).

Por eso, el incremento de la productividad de quinua se puede lograr ante todo con la realización de las labores culturales y menos con un control químico con excepción de cultivos de alta densidad como es el caso de Andes, que sin embargo, no alcanzaron los mismos rendimientos como en cultivos de baja densidad de plantas por superficie.

El aumento de la productividad en cultivos de baja densidad se debe a un mayor desarrollo de la planta por mayor aprovechamiento de luz, agua y nutrientes que resulta en grandes panojas con granos grandes que sobrepasa la compensación de menor número de plantas. Los resultados no pueden confirmar en este punto el trabajo de Etchevers y Avila (1981) que analizaron sólo una compensación del número reducido de plantas por superficie.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados probaron que el mildiu (*Peronospora schachtii*, Fuckel) no es un factor limitante en el cultivo de quinua. La enfermedad afecta las hojas basales y viejas las cuales ya no contribuyen a la fotosíntesis por eso económica y ecológicamente no es justificable de recomendar un tratamiento químico sino la asistencia técnica agrícola debe motivar la aplicación de las labores culturales aporque y raleo disminuyendo la densidad de plantas de 15 a 20 por metro lineal y 60 cm entre los surcos que aumentaría significativamente el rendimiento. Además, el agricultor andinos puede aplicar fácilmente el control cultural resultando en una mayor independencia de insumos externos no adecuados y en un menor riesgo de producción.

Se recomienda de intensificar la investigación agrícola en el control cultural de plagas y enfermedades en cultivos andinos. También se debe reorientar las ciencias agrícolas enfocando un concepto agroecológico o como primer paso una agricultura de mínimos insumos externos para que sea una ciencia más seria y responsable: ecológicamente sano, económicamente viable, socialmente justo y culturalmente aceptable.

**V. BIBLIOGRAFIA**

ETCHEVERS B., J y AVILA T., P. 1981. Efecto de la Fecha de Siembra, Distancia entre Surcos y Ecotipos sobre el Rendimiento y Comportamiento de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) en Chillan. Ciencia e Investigación Agraria,8,19-26.

HOFFMANN, G. M. y SCHMUTTERER, H. (1983): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Edición Ulmer, Stuttgart (RFA).



## CARACTERIZACION FISICA Y QUIMICA DEL GRANO DE QUINUA

Apolinar, CONTRERAS CH.<sup>1</sup> Jorge, AMUSQUÍVAR F.<sup>2</sup>

1 Químico industrial de la planta procesadora de quinua. PAC-ORURO. (Lab. de alimentos F.N.I)

2 Jefe laboratorio de microbiología y alimentos. Facultad Nacional de Ingeniería. ORURO.

### I. ANTECEDENTES

Tradicionalmente el Altiplano, por su gran extensión, no ha merecido la atención correspondiente en el fortalecimiento de cultivos andinos, situación que se observa en el comportamiento de la producción de productos agrícolas, tal es así el caso de la quinua que se produce en extensas regiones, principalmente las regiones de La Paz, Oruro, Potosí. La quinua, alimento de alto valor proteico, es de consumo limitado debido principalmente al sabor amargo que le confiere la saponina en la composición del grano. Este factor limitante del consumo y comercialización ha merecido el estudio detallado de técnicos especializados, habiéndose logrado la desaponificación por diferentes métodos.

### II. CARACTERIZACION FISICA Y QUIMICA DEL GRANO DE QUINUA

#### 1. Muestras de quinua según su procedencia

Se han recolectado muestras de quinua de diferentes localidades de la zona sud (zona de trabajo del PAC) y cuyo muestrario se entregó a la Dirección de la Carrera de Ingeniería Química, Oruro

#### 2. Estudio granulométrico

Trata la distribución del tamaño de grano quinua para cada variedad y comprende:

- Análisis granulométrico realizado con equipo de ocho mallas (mm) (2.5, 2.0, 1.8, 1.6, 1.4, 1.25, 1.0, 0), para analizar la distribución estandarizada de cada grano de quinua.
- Determinación de impurezas asociadas; como son las partículas de tierra y piedrecillas.

**Cuadro 1. Propiedades físicas de los granos de quinua de Salinas de Garci Mendoza**

Código	Procedencia	Color del grano
I	Marca Vinto	Amarillo vivo a matizado
II	Luca	Crema Claro
III	Ancoyo	Marfil 23
IV	Luca	Princesa L25
V	Tauca	Marfil M26
VI	Luca	Princesa L25
VII	Salina	Guindo matizado
VIII	Luca	Clavel L35
IX	Luca	Guindo pálido
X	Tauca	Desierto L83
XI	Sivingani	Anaranjado rojiso
XII	Salinas	Crema Claro M24
XIII	Salinas	Negro pálido
XIV	La Kasa	Delicia L77
XV	Ancoyo	Rosado matizado
XVI	Luca	Rosado matizado
XVII	Marca Vinto	Anaranjado L37
XVIII	Ancoyo	Guindo oscuro

Los colores para elaborar el cuadro 1 se tomaron de referencia de Monopol y Latex 4.00.

### Cuadro 2. Contenido de humedad

<b>Variedad de Quinua</b>	<b>Humedad (%)</b>
CHURI	10.01
REAL BLANCA	9.99
UTUSAYA	9.92
JANKO CHILLPE	7.82
HILUA BLANCA	8.14
VILA COYMIN	9.21
MISALA PINTA	11.12
PANDEL CHILLPE	9.02
PASANKALLA	9.65
COYTU	8.11
TOLEDO	7.04
KARA PILA	10.13
NEGRA	9.51
AJARA	9.64
C'ANCHI	9.23
PANDELA	12.02
GRANADA	10.06
IRU VILA	9.97

### 3. Caracterización de propiedades físicas

#### 3.1 Determinación de humedad

Para la determinación de la humedad, previamente se seleccionaron los granos y se tomó 15 g. por muestra. La secuencia de la marcha fue la siguiente:

1. Colocación de la muestra en el secador. Temperatura de 90 C, aproximadamente, durante 45 minutos.
2. Pesaje de cada variedad cada 10 minutos.
3. El paso 2 se realiza hasta que no se observe variación alguna en el peso.

Los resultados se indican en el Cuadro 2

#### 3.2 Determinación del peso por hectolitro. (Densidad aparente)

Para el caso del estudio de las variedades de quinua, se indican los valores obtenidos en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Densidad aparente

Código No.	Peso P-50 (g)	Peso V-100 (g)	Peso P-100 (g)	Peso V-250 (g)	Densidad (g/ml)
I	36.934	36.974	77.82	77.80	0.7585
II	38.540	38.500	77.676	77.594	0.7734
III	39.200	39.188	80.768	80.700	0.7956
IV	41.614	41.648	84.132	84.058	0.8367
V	39.160	39.194	79.494	79.434	0.7891
VI	38.960	38.940	78.740	78.734	0.7832
VII	37.240	37.268	75.460	75.400	0.7497
VIII	41.474	41.488	83.280	83.242	0.8312
IX	38.060	38.060	75.492	75.482	0.7580
X	39.840	39.800	79.020	79.000	0.7932
XI	38.574	38.494	77.228	77.194	0.7714
XII	37.200	37.350	75.388	75.300	0.7495
XIII	39.434	39.488	79.540	79.568	0.7924
XIV	30.300	39.348	79.674	79.614	0.7915
XV	35.988	36.000	74.960	74.800	0.7340
XVI	37.080	37.080	75.588	75.562	0.7487
XVII	37.440	37.488	76.020	76.000	0.7547
XVIII	38.200	38.200	77.340	77.300	0.7686
XX*	38.548	38.542	75.268	75.262	0.7618

\*La variedad XX se le asignó a la quinua procedente del fundo Condoriri (Sajama), con el fin de efectuar comparación.

### 3.3 Determinación del peso de 1000 granos de quinua.

Para la determinación de peso de 1000 granos de quinua se utilizó el método de cuarteo. Los resultados se muestran en el Cuadro 4.

## 4. DETERMINACIÓN DE SAPOGENINAS

La sapogenina es la estructura molecular de la saponina, se le da ese nombre a las agliconas esteroidales de las saponinas. Por su esqueleto carbonado, las sapogeninas pueden ser de tipo triterpenoide, además puede presentar un número variable de insaturaciones, hidróxilos, grupos cetónicos, carboxilos y otros grupos oxigenados.

Cuadro 4. Determinación del peso de 1000 granos de quinua.

Variedad de quinua	Peso de 1000 granos (g)	Peso Promedio de cada grano (mg)
CHURI	4.70	4.70
REAL BLANCA	4.80	4.80
UTUSAYA	4.50	4.50
JANKO CHILLPE	4.60	4.60
HILVA BLANCA	5.20	5.20
VILA COYMIN	4.90	4.90
MISALA PINTA	4.70	4.70
PANDEL CHILPE	4.50	4.50
PASANKALLA	4.40	4.40
COYTU	4.50	4.50
TOLEDO	5.00	5.00
KARA PILA	5.10	5.10
NEGRA	4.38	4.38
AJARA	1.90	1.90
C'ANCHI	5.17	5.17
PANDELA	5.10	5.10
GRANADA	4.90	4.90
IRU VILA	4.57	4.57

Cuadro 5. Contenido de saponinas (muestra de 5 granos)

Variedad de Quinua	Peso saponina (g)	Volúmen neutralización (ml)	% saponina	Rel. mas/vol
Churi	0.060	3.60	1.20	60.00
Real Blanca	0.058	4.40	1.16	75.86
Utusaya	0.072	4.40	1.44	61.11
Janko Chillpe	0.054	3.90	1.08	72.22
Hilua Blanca	0.087	5.60	1.74	64.37
Vila Coymin	0.063	5.10	1.26	80.95
Misala Pinta	0.078	3.60	1.56	46.15
Pandel Chilpe	0.053	2.70	1.06	50.94
Pasankalla	0.072	3.50	1.44	48.61
Coytu	0.061	3.30	1.22	54.09
Toledo	0.061	3.80	1.22	62.29
Kara Pila	0.067	4.80	1.34	71.64
Negra	0.098	4.30	1.96	43.88
Ajara	0.064	4.70	1.28	73.44
C'anchi	0.0785	3.80	1.57	48.41
Pandela	0.0755	3.40	1.51	45.03
Granada	0.0670	3.60	1.34	53.73
Iru vila	0.0720	4.90	1.44	68.06
Sajama	0.0600	0.30	0.12	50.00

### III. BIBLIOGRAFIA

KIRK, R. 1963. Enciclopedia de tecnología química. Tomo 14, Editorial UTEHA, pp 179-180.

PERRY, J.; CHILTON, C. 1982. Manual del Ingeniero Químico Editorial ALHAMBRA. Vol II, pp 15 - 17 - 19.

ZVALETA, M. R. 1982. Proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de alimentos - Junta del Acuerdo de Cartagena. pp 12-20.



**GROWING OF QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd) IN DENMARK  
WITH RESPECT TO N-FERTILIZATION, SEED-RATE,  
HARVESTING METHOD AND HARVESTING TIME**

Sven-Erik JACOBSEN

Department of Crop Science. The Royal Veterinary and Agricultural University. Denmark.

## I. INTRODUCTION

Quinoa (*Chenopodium quinoa*) was introduced in Denmark in 1984. From field observations in 1984 and 1985 and studies of the literature, it seemed obvious that the quality and the growth characteristics of the crop made it to a promising new crop in Danish agricultures (Denis-Ramirez & Jacobsen, 1987, Jacobsen & Denis-Ramirez, 1986).

The growing experiments at the Royal Veterinary and Agricultural University (RVAU) were started in 1986, and also since 1988 by the Danish Research Service for Soil and Plant Science (DRSSPS), Roskilde. In 1990 a cooperation-project titled "Possible applications for quinoa in the human nutrition" was started.

## II METHODS

The experiments were carried out at the research station of RVAU in Tastrup, and at DRSSPS in Roskilde. The soil types at both places are clay soils. The variety used in the trials was Baer.

The factors investigated in the experiments were seed rate (200-1000 pl./m<sup>2</sup>), amount of N-fertilizer (40-160 kg/ha) and method and time of harvesting.

The conversion from the aimed seed rate in pl./m<sup>2</sup> to amount of seeds, sown in the plots (kg/ha), was based on a germination test and an evaluation of the field germination of 60 %.

The experimental design of the trials was a split-plot with seed rate as split plot and N as main plot and eventually harvesting method as split split plot in a split-split-plot design.

The time of sowing was chosen when the soil was convenient for seedbed preparation, in medio April. The total amount of N was given as a top-dressing 2 weeks after emergence. Chemical pest control was applied if necessary. Weed were controlled by mechanical hoeing. It was not necessary to spray against any disease.

Immediately after harvest the seed was put on a drying ground and dried for one or two days down to a water content of 9 %, and at last cleaned to a final commodity of high standard.

## III. RESULTS

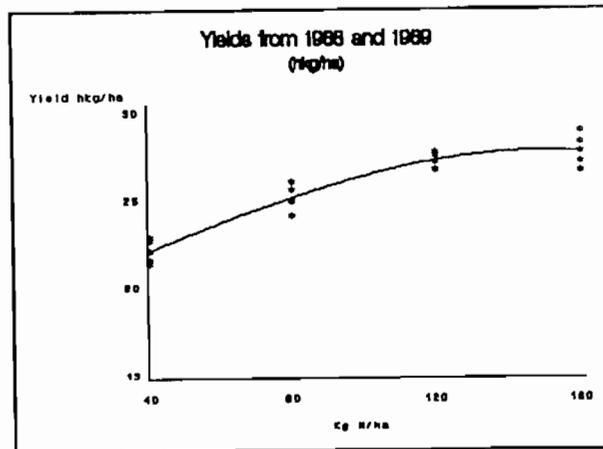
### N-Application

In 1988 there was an effect of N, the size of which was dependent on the seed rate. At low seed rates (200-600 pl/m<sup>2</sup>) the yield was increasing up to 160 kg N/ha.

In 1989 there was very little effect of N.

In fig. 1 is shown the overall result from all 5 experiments in Roskilde and Tastrup in 1988 and 1989.

**Figura 1:** Yields from all trials with N and seed rate in Tastrup and Roskilde, 1988 and 1989 (hkg/ha).



### Seed rate

The actual seed rates are shown in tab. 1. Instead of seed rates ranging from 200 to 1000 pl./m<sup>2</sup> as planned, they range from 0 to 560 pl./m<sup>2</sup>.

**Table 1. Aimed and actual seed rates, pl./m<sup>2</sup>**

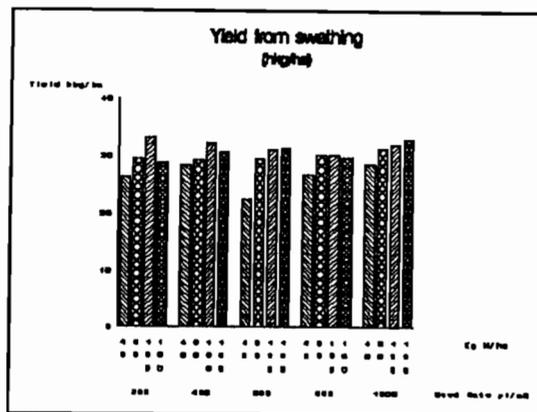
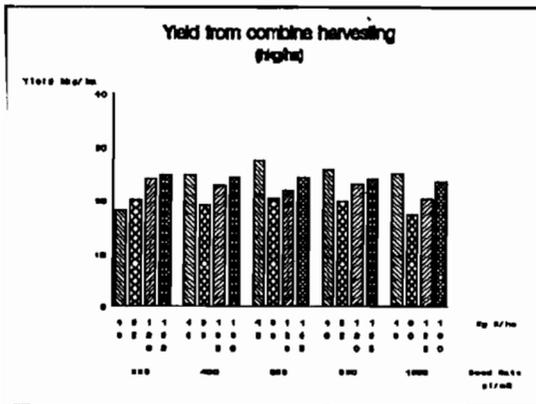
Aimed	Actual		
	Roskilde 1988	Tastrup 1988	Tastrup 1989
200	120	80	240
400	230	110	410
600	300	110	460
800	360	105	560
1000	400	110	430

There was very small yield differences as a consequence of different seed rates.

**Harvesting methods**

The comparison of swathing with combining reveals a higher yield for swathing both in 1988 and 1989 (figs. 2-3) In 1988 the yield for combining was almost equal in Roskilde and Tastrup, whereas the yield for swathing gave an increased yield of 42 %, significant at all levels of N and seed rate.

In 1989 the yield difference between the methods was much lower, but still in average there was a profit of 19 % in favour of swathing. From tab. 2 it can be deduced that the increased yield in 1989 in Roskilde was as high as 47 %, while in 1990 the yields were equal.



**Figura 2: Yield from combining, 2 trials 1988-89 (hkg/ha)**

**Figura 3: Yield from swathing, 2 trials 1988-89 (hkg/ha)**

The results from 1990 show a much lower yield difference for different harvesting methods. Using row distances of 25 or 12.5 cm there was no significant difference at all, whereas while using 50 cm there is an increase of 12 % when changing from combine harvesting to swathing.

**Harvesting time**

The trial with harvesting times is shown in tab. 2.

**Table 2. Yield at different harvesting times (maturity stage=colour of flower) with different arvesting methods (hkg/ha).**

Treatm	M at. stage	Swathing	Combining
1	G - Y	29.1	
2	Y - G	32.7	
3	Y - G - B	27.3	
4	Y - B - G	20.8	
5	Y - B -(G)		27.7
6	B		18.5
		27.5+5.0	23.1+6.5

G: Green  
Y: Yellow  
B: Brown

It should be emphasized that the time for harvesting is important, and that the curve for swathing is more flatten than the one for combining.

#### IV. DISCUSSION

##### 1. N

Differences between years can partly be attributed to different N-levels in the soil. If the results from the two years are based on numbers of plants established, there is an indication that low plant number gives the highest response to increased N-application. The over all result from all experiments in 1988 and 1989. In Fig. 1 shows a N-effect when going from 40 to 160 N/ha, but the effect is declining. From 120 to 160 kg N/ha the yield increases by 23 %, which is a small increase in relation to cereals (Jacobsen & Abildskov, 1988).

##### 2. Seed rate

There is practically no influence on yield due to seed rates. Maybe there is a tendency that the crop is more sensible to N-levels at low seed rates, where it will give a more distinct effect to the fertilization.

##### 3. Harvesting methods

Quinoa normally consists of one main stem, which is more or less branched, but generally the branches do not have the same strength as has oil seed rape, which commonly are swathed in Denmark. Thus it is not able to make a swath as preferable as rape. It means that the management of the crop becomes very important. All factors affecting the plant structure and the crop population, are important. Among the growing characteristics, which affects the effect of the swathing, in particular can be mentioned seed rate and row width.

The results are too few to make any conclusions about harvesting methods, but there is an indication that the time of swathing is not as sensible as the time of combining. Swathing could be a more reliable method than combining. However, it requires that a proper swath is made, with plants lifted from the ground.

#### **4. Harvesting times**

The experiments with harvesting times are a natural follow up on experiments with methods where the optimal harvest times were assumed. The results for harvesting times are visualized in table 2, whereas the results for different harvesting methods and row widths are not shown.

The yield in 1990 was much higher than in 1989, but the differences in yield for the different times and treatments were much alike.

##### **4.1 Swathing**

It appears that swathing must take place before the crop has ripened, that is when the inflorescences has turned brown. The dominant colour at the time for swathing is yellow, although there may be some few green tops, that is at treatment 2-3.

Swathing when there are still a majority of green tops will imply a decreasing yield, which also is the case for a too late swathing, due to a loss of seeds. This is seen in treatment 4 where the yield is just the half of the optimal.

If the swath is not made in the optimal way, a period with rainy weather will cause a greater susceptibility of the swathed material to fungi like gye mould (*Botrytis cinerea*) and some secondary parasites (*Alternaria* sp., *Fusarium* sp. etc.).

##### **4.2 Combined harvesting**

Combining of quinoa has to take place at a point of time when most of the plants are mature, but when as few seeds as possible have been dropped. Combining is supposed to take place when approximately half of the inflorescences have turned brown, while the rest still are yellow, that is at treatment 5.

Naturally a more preferable time of combining would be when all the plants were mature. But in a species like quinoa, which at the present point of evolution is a relatively nonuniform plant, it is not possible to reach a state of uniform maturity. The main part of the flowers are located in the top, but the inflorescences are distributed all the way downwards from the top. The top flowers will reach anthesis first, while the flowers further below will do so later.

In the variety Baer there is also a large degree of heterogeneity in the crop among the plants. This underlines the need for putting effort into breeding of varieties with a more preferable plant structure with all the inflorescences unified in a single well-delimited top.

##### **4.3 Row spacing**

The first experiment with different row spacing was carried out in 1990, and clearly it was seen the large row distance gave the highest yield. It was very obvious in the field that the plots of 50 cm/hoeing looked most healthy and green from three weeks before anthesis and the rest of the growing season. They were kept green longer, and therefore they were lacking a little behind in development.

Probably the higher yield and the better appearance was not due to the row distance itself, but rather to the hoeing. This assumption was confirmed by an unpublished trial, where there was a distinct difference in favor of the hoed plot in contradiction to the untreated.

Between the plots with 25 and 12.5 cm there were no significant difference in yield, but in the field the plots with 12.5 cm seemed a little bit oppressed, as if growth of the plants were restricted by the short row width.

The Danish growing instructions based on the results, referred in this article, so far is sowing in the middle of April at a row distance of 25 cm and a seed rate of 400 pl./m<sup>2</sup>, after a proper seedbed preparation has been made. 2 weeks after emergence 120 kg of N is applied to the crop. The mechanical weeding takes place twice at ultimo May and primo June. Pests are combated if required. Medio Septiembre the crop is swathed, and it is threshed 2 weeks later.

### **Acknowledgements**

The autor would like to thank the Danish Ministry of Agriculture, who granted the project starting in 1990, and DANIDA, the Danish Foreign Ministry for the supporting the authors expenditures in connection with this congress.

### **V. REFERENCES**

DENIS-RAMIREZ, A. R. & S.-E. JACOBSEN, E. 1987 . Quinoa: Ugeskrift for Jordbrug 7,179-184.

JACOBSEN, S.-E. & ABILDSKOV, A. 1987 . Produktion af landbrugsafgroder pa torre, sandede jorde. Ber. S 1888, Stantes Planteavlfsorsog.

JACOBSEN, S.-E. & DENIS - RAMIREZ, A. R. 1986. Quinoa - en sydamerikansk proteinaf grode. Agrologisk Tidsskrift Marken 12, 23-25.

## EVALUACION DEL PODER GERMINATIVO DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE QUINUA DE LA EST. EXP. PATACAMAYA

J. TUPA<sup>1</sup>, A. BONIFACIO<sup>2</sup> y E. AIZA<sup>3</sup>

1: IBTA. Sub-Estación Experimental Mañica. Bolivia.

2: IBTA. Estación Experimental Patacamaya. Bolivia.

3: Universidad "Tomás Frías". Potosí, Bolivia.

### I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd), constituye la especie preferencialmente cultivada en forma extensiva en el altiplano boliviano, considerándose actualmente, el rubro de mayor importancia para el desarrollo económico de la región. Por ello, es imprescindible la conservación de la variabilidad genética de la especie que, en los últimos años, debido a causas ecológicas, cambios en las técnicas de cultivo y otros factores, esta siendo afectada con una rápida y profunda erosión de los recursos fitogenéticos.

Sin embargo, la Estación Experimental de Patacamaya cuenta con un Banco de Germoplasma que conserva 2.001 accesiones procedentes de zonas productoras de quinua, tales como Bolivia, Perú, Ecuador, Argentina y Chile, requiriéndose la evaluación del porcentaje de germinación de las semillas almacenadas, con el propósito de refrescar adecuadamente, asegurando de esta manera la viabilidad del material genético para futuros trabajos de mejoramiento.

- Evaluar el poder germinativo de las accesiones del Banco de Germoplasma de quinua, en condiciones de laboratorio, invernadero y campo.
- Relacionar el porcentaje de germinación con el tiempo de conservación para bancos de germoplasma activos y pasivos.
- Determinar el período de refrescamiento del material para condiciones de Patacamaya.
- Obtener información sobre el comportamiento de las características fenológicas durante el proceso de germinación y emergencia.

Douglas (1982), asevera que el germoplasma es la fuente de contenido y variabilidad genética y se forma en la piedra angular de las nuevas variedades; por ello, Esquinas (1983), remarca que durante la recolección de germoplasma se debe tener la existencia de máxima variabilidad genética y obtener si es posible, muestras que mantengan las frecuencias alélicas de variedades recolectadas. El mismo autor (1983), indica que de nada sirve coleccionar germoplasma, si no podemos conservar en condiciones de propagación indefinida; al respecto, Zapata (1987), menciona que actualmente la Estación Experimental de Patacamaya cuenta con 1.985 accesiones con peligro de desaparición por la reducida cantidad de semilla existente; por lo tanto, la evaluación del poder germinativo es de innegable importancia para un adecuado refrescamiento.

La pérdida del poder germinativo de las semillas almacenadas varía de acuerdo a la especie; así, Stanley y Butler (1961), al referirse a los procesos vitales de la semilla, indican que sin tomar en cuenta la temperatura de almacenamiento o contenido de humedad de la semilla, en tanto el protoplasma permanezca, las enzimas continúan algunas actividades químicas y se verifican algunos cambios respiratorios; de manera similar, Cuculiza citado por Espinoza (1979) coincide señalando que la semilla pierde su facultad inherente de germinar en forma paulatina, como consecuencia de oxidaciones internas ocurridas en la semilla.

Posteriormente, Gandarillas (1988), refiriéndose al comportamiento de los granos de quinua almacenadas en condiciones medioambientales del altiplano boliviano, señala que la viabilidad de la semilla se pierde antes de 10 años, debido al clima frío, donde la temperatura media anual está alrededor de 10°C.; por otro lado, Castillo (1988), menciona que la semilla de quinua se puede almacenar a baja temperatura y contenido de humedad por largos períodos de tiempo.

## II. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la E.E. de Patacamaya, de la Provincia Aroma del Depto. de La Paz, geográficamente ubicada entre los 17° 14' de latitud Sud y 67° 55' de longitud Oeste.

El material genético preparado para el presente trabajo, fue 401 accesiones tanto para condiciones de laboratorio, invernadero y campo; sin embargo, la prueba de germinación en laboratorio no se realizó; por lo tanto, solamente se menciona el material genético empleado en condiciones de invernadero y campo, que consistieron en 306 accesiones resultantes de una selección al azar de 2.001 recolecciones existentes (razas, variedades) en el Banco de Germoplasma; asimismo, el referido material experimental se utilizó en función de la disponibilidad (cantidad) y año de recolección y refrescamiento. Por otra parte, se procedió al conteo de cuatro grupos de 100 semillas (cuatro reiteraciones).

### Cuadro 1. Material Utilizado

Año de Recolección	1965	1975	1978	1980	1981	1982	1984	1987	1989
Acc.+ en Inv.	50	36	9	50	50	25	36	36	14
Acc.+ en Campo	0	25	10	49	49	25	25	25	16

El presente trabajo se realizó en dos etapas:

#### Etapa 1.

La primera etapa de investigación se realizó en condiciones de invernadero, empleándose para ello 306 accesiones del material genético seleccionado; asimismo, las pruebas de germinación se ejecutaron en substrato de arena al azar con cuatro reiteraciones.

#### Etapa 2.

La segunda fase del ensayo fue realizada en condiciones medioambientales del campo, utilizándose para ello 224 accesiones seleccionadas al azar; por otro lado, el diseño experimental utilizado en ésta etapa fue el de triple láttice, empleándose en ello ocho lotes o grupos (por año de entrada) de muestras; los grupos anteriormente mencionados consistieron en diferentes números de tratamientos obtenidos en función del material disponible.

La evaluación del ensayo se realizó a través del conteo de plántulas, cuando aparecieron los cotiledones (germinación epigea) y las primeras hojas verdaderas completamente extendidas sobre la superficie del substrato y del suelo, tanto en condiciones medio ambientales de invernadero y campo.

## III. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en el presente estudio se presentan en forma parcial por tratarse de un trabajo de Tesis de Grado en elaboración en el Cuadro 2, donde se observa las variaciones existentes en los promedios de los porcentajes de germinación.

Cuadro 2.

<b>Año de entrada</b>	<b>1965</b>	<b>1975</b>	<b>1978</b>	<b>1980</b>	<b>1981</b>	<b>1982</b>	<b>1984</b>	<b>1987</b>	<b>1989</b>
Total Acc. Utilizadas (en invernadero)	50	36	9	50	50	25	36	36	14
Promedio de Germinación (en porcentaje)	0	13	45	52	60	54	56	63	66
Total Acc. Utilizadas (en el campo)	0	25	10	49	49	25	25	25	16
Promedio de Germinación (en porcentaje)	-	22	31	33	37	43	53	54	47

En base a los resultados recabados tanto en condiciones medio-ambientales del invernadero y del campo se observa que, el porcentaje de germinación en el primer caso, es relativamente alto frente al comportamiento de los resultados del campo. Sin embargo, la diferencia es atribuida a que, en los trabajos conducidos en el invernadero han sido controlados varios factores climáticos (temperatura, humedad, luz, etc.); mientras bajo condiciones medio ambientales del campo existe alta variabilidad de factores que afectan la germinación.

Cabe mencionar respecto a las entradas correspondientes del año 1981, que muestran un promedio de 60 % de germinación en el invernadero, que es comparativamente alto frente a los promedios de germinación del resto; sin embargo, ello es atribuible a la falta de uniformidad en la conducción del experimento del mencionado grupo de accesiones. Por otra parte, la falta de germinación se debe a la pérdida completa de la viabilidad de la semilla; por ello, probablemente las accesiones del año 1965 no germinaron en condiciones de invernadero, puesto que el referido material consta de 26 años de conservación; se observó también alta variabilidad en los promedios del porcentaje de germinación correspondiente a un solo año de recolección ello se debió a la variación de la capacidad germinativa de una a otra accesión.

#### IV. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye:

- El porcentaje de germinación decrece a medida que aumenta los años de conservación.
- Existe variabilidad en el tiempo de germinación, emergencia y grado de desarrollo de las plántulas, tanto de accesiones del mismo y de diferentes años.
- Para condiciones ambientales del Banco de Germoplasma de quinua de Patacamaya se sugiere realizar el refrescamiento cada 10 ó 12 años de conservación.

#### V. BIBLIOGRAFÍA

- CASTILLO, R. 1988. Almacenamiento a largo plazo de semillas de quinua y sus efectos en daños cromosómicos. In: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Quito-Ecuador. p. 105.
- DOUGLAS, JOHNSON E. 1982. (comp., ed.). Programa de semillas; guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali-Colombia. Trad. de la primera ed. Inglesa. 358 p.
- ESQUINAS ALCAZAR J. T. 1983. Recursos fitogenéticos; Salvaguardia y utilización de los recursos fitogenéticos. 4ta. Ed. Madrid-España. 24 p.

- ESPINOZA, S. 1979. Análisis de semilla de 30 especies forrajeras nativas del altiplano-Puno; Tesis de Grado. Universidad Técnica del Altiplano.
- GOMEZ, M. 1972. Germinación de semillas y evaluación de plántulas; Cuando repetir una prueba de germinación. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín No. 4 p. 9 .
- GANDARILLAS, H. 1988. Una sugerencia para el refrescamiento y multiplicación de material en los bancos de germoplasma de quinua. In: VI Congreso Internacional Sobre Cultivos Andinos. Quito-Ecuador. p. 1.
- STANLEY, R. y BUTLER, W. 1961. Semillas; Procesos vitales de la semilla. Trad. por Antonio Marino y Pánfilo Rodríguez. 1ra. Ed. de Inglés, 8va. impr. Mexico, Ed. Continental. p. 170.
- ZAPATA, O.; SARAVIA, R. y BONIFACIO, A. 1987. Multiplicación de 94 accesiones y evaluación de 63 nuevas accesiones introducidas al banco de germoplasma de quinua. In: Informe Anual (1987), MACA, IBTA, La Paz-Bolivia. p. 79.

## PARAMETROS DE CALIDAD EN LA PRODUCCION DE SEMILLA BASICA DE QUINUA

Nolberto CHIPANA, Alejandro BONIFACIO, David MORALES  
Estación Experimental de Patacamaya. IBTA.

### I. INTRODUCCIÓN

La semilla de buena calidad, es el resultado de una actividad especializada, puesto que implica una serie de procedimientos técnicos orientados a garantizar la identidad genética, pureza varietal y viabilidad. En el caso de la semilla de quinua, se encontró deficiencias en la germinación por el intemperismo posterior a la maduración fisiológica, por lo que estas semillas son inviables en condiciones de campo; por lo que se plantea el tema de investigación relacionado con los parámetros cualitativos en la producción de semilla bajo los siguientes objetivos:

- Determinar el período óptimo de cosecha para la producción de semilla básica, considerando los parámetros de madurez fisiológica, pureza y viabilidad en 6 variedades.
- Correlacionar los intervalos de épocas de cosecha con el contenido de humedad y el porcentaje de germinación viable.
- Mantener la pureza varietal durante el proceso productivo y post-cosecha.

### II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Para el autor Boswell (1982), la semilla sobre todo es una forma de supervivencia de las especies, es el vehículo que sirve para la vida embrionaria casi suspendida, remueve su desarrollo aún años después que sus progenitores han muerto y desaparecido.

Según Golbry, Swofford y Moore (1982), la prueba de germinación de semillas es un procedimiento especializado, cuyos objetivos técnicos se aplican a aquellos cultivos de campo, forrajeras y otros. Gomez (1974), define a la germinación como "La emergencia y el desarrollo a partir del embrión de todas las estructuras esenciales que son indicativas de su habilidad para producir una planta normal bajo condiciones favorables".

En cambio, pureza se define como un índice que señala los límites máximos de semillas extrañas y material inerte que tiene una muestra de semilla, permitiendo conocer el peso neto de semillas (Tapia, 1974).

Gandarillas (1976), determinó, el porcentaje de alogamia en parcelas adyacentes con cultivo de quinua, la que fué variable en función a la distancia de separación, siendo de 9.9 % a un metro de distancia y 1.5 % a 20 metros.

Según Saravia y Gandarillas (1986), mediante la adopción de los métodos de hibridación seguidas de selección masal, se han obtenido las variedades Chucapaca, Huaranka, y Kamiri, de las que se han iniciado la producción masiva de semilla para facilitar su difusión. Por su parte Bonifacio (1988), reportó una relación de los marcadores genéticos en la quinua, entre ellos el color rojo de la planta, púrpura, forma de inflorescencia glomerulada, grano normal, presencia de saponina, axilas pigmentadas, etc., por lo que son capaces de caracterizar las variabilidad fenotípica de las variedades.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1. Localización

El estudio se realizó en los predios de la Estación Experimental de Patacamaya, dependiente del Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, localizada en la provincia Aroma del Departamento de La Paz, Bolivia.

Geográficamente se encuentra a 17°14' de Latitud sud y 67°55' de Longitud Oeste, con una posición altitudinal de 3789 m.s.n.m. .

Los registros climatológicos de 10 años (1976-1986), una temperatura media anual de 11°C, temperatura mínima 0.8°C y una máxima promedio de 17.9°C, 380mm. de precipitación anual y 130 días de helada al año.

Los suelos presentan las siguientes características principales: superficiales, pedregoso, gravoso, textura franco arenoso, pH neutro a alcalino, escaso contenido de materia orgánica y topografía plana.

#### 2. Materiales

De campo: Tractor agrícola con implementos, herramientas manuales, Urea 46% N, insecticidas "Tamaron" y "Dimecron", etiquetas, sobre de papel, trilladora de ensayos, seleccionadora de cereales menores, etc.

De laboratorio: balanza de precisión, estereoscopio, cápsulas petri, papel secante, horno eléctrico, termómetro, etc.

Material genético: las variedades Sajama amarantiforme, Chucapaca, Kamiri, Huaranka, Real blanca y línea interespecífica.

#### 3. Metodología

Para el establecimiento del ensayo, se eligió el terreno con acceso a riego, siguiendo a la papa en rotación, libre de especies silvestres; distribución espacial con aislamiento de cultivo de avena entre tratamientos como barrera viva.

El material genético fue sembrado con una densidad de 8 kg/ha, ocupando cada tratamiento 336 m<sup>2</sup>, longitud de parcela 6 metros espaciados 0.50 metros entre surcos y adoptandose el diseño de bloques al azar con repeticiones.

Se realizó depuración según sus características fenotípicas cuando las plantas alcanzaron 10 cm. de altura, prefloración y madurez del cultivo; aplicándose la fertilización nitrogenada (Urea 46 % N) al nivel 80-00-00 fraccionando para dos épocas de aplicación; igualmente se realizó control de plagas con aplicación de productos químicos "Tamaron 2%" y "Dimecron".

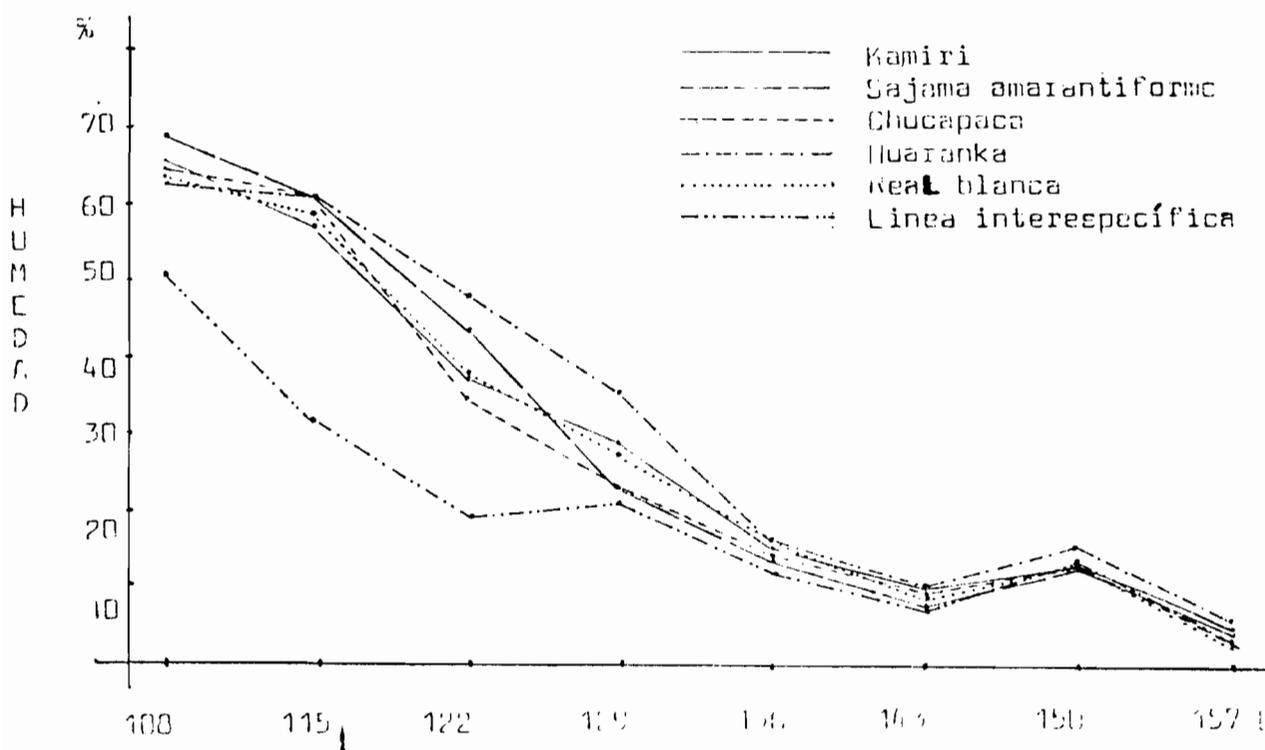
La cosecha se efectuó por el método manual y consistió en 8 épocas con intervalo de 7 días, eliminando 50 cm. en los extremos de parcelas por efecto de bordura, determinándose la humedad para cada época de cosecha, mediante desecación en horno eléctrico a 105°C, por 16 horas; posteriormente las muestras fueron trilladas en trilladoras de ensayos.

Para la determinación de la pureza genética, una fracción de las muestras se establecieron en surco panoja en ambientes de invernadero y campo para detectar la polinización cruzada según las manifestaciones de los marcadores genéticos propias de las variedades.

La determinación de pureza física de semillas y germinación se realizó en laboratorio de ensayo de semilla.

#### IV. RESULTADOS

Figura 1 Porcentaje de humedad y épocas de cosecha en 6 variedades de quinua.



Los resultados obtenidos muestran un descenso de humedad en la etapa de maduración y posteriormente se mantienen casi uniforme. En pruebas de germinación se observaron plántulas anormales de germinación expresadas por la ausencia de radícula, las que aumentaron en su frecuencia según las épocas de cosecha, que han sido afectados por efecto del intemperismo o resecamiento.

Bajo la metodología propuesta para la producción de semilla básica, se han alcanzado los rendimientos en promedios de 823 a 1148 kg/ha, que se encuentra dentro el rango de la productividad en condiciones extensivas, aunque han sido afectadas por la baja precipitación pluvial durante el ciclo vegetativo del cultivo.

El presente trabajo constituye parte de la Tesis de Grado que se prepara para la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, razón por la cual los resultados son presentados parcialmente.

**V. BIBLIOGRAFÍA**

- BONIFACIO, A. 1988. Marcadores genéticos en la quinua In Congreso Internacional Sobre Cultivos Andinos 6to., Quito, Ecuador. p.73-75.
- COLBRY, SWAFFORD Y MOORE. 1982. Pruebas de germinación en laboratorio. Trad. por Antonio Marino y Pánfilo Rodríguez In Anuario de agricultura, semillas. Centro regional de ayuda técnica; agencia para el desarrollo internacional. México, D.F. Continental S.A. p. 768 - 786.
- BOSWELL, V.R. 1982. Hábitos de floración y producción de semillas. Trad. por Antonio Marino y Pánfilo Rodríguez In Anuario de agricultura, Semillas. Centro Regional de Ayuda Técnica; Agencia para el desarrollo internacional. México, D.F. Continental S.A. p. 19 - 37.
- GOMEZ, F.M. 1972. Germinación de semillas y evaluación de plántulas, cuándo repetir una prueba de germinación. Instituto Colombiano Agropecuario Boletín No. 4 p. 9.
- GANDARILLAS, H. 1979. Mejoramiento genético In: Quinua y Cañihua. Bogotá, Colombia, IICA p. 65 - 80 (Serie: libros y materiales educativos No. 40).
- SARAVIA, R. y GANDARILLAS, H. 1986. Orígen de las variedades de quinua Chucapaca, Huaranka y Kamiri In: Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios andinos 5to. Puno, Perú, UNTA-CORDEPUNO-INIPA p. 143 - 147.

## COMPORTAMIENTO DE SEMILLAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) ALMACENADAS A LARGO Y CORTO PLAZO

R, CASTILLO; J, ESTRELLA; C, TAPIA; L, MUÑOZ  
Técnicos Departamento de Recursos Fitogenéticos - INIAP. Ecuador

### I. INTRODUCCION

La semilla de quinua (*Chenopodium quinoa*) muestra carácter ortodoxa (Ellis, et al, 1985) es decir que se lo puede secar a niveles bajos de humedad interna y almacenarla a bajas temperaturas (-15° o -18°C). Un carácter importante del grano de quinua, es su contenido en el perisperma y endosperma concentraciones de un alcaloide o saponina, que básicamente son partículas de azúcar, las que absorben fácilmente agua del medio ambiente, que es retenida por períodos considerables, si las condiciones ambientales son favorables. Esta agua provoca la adhesión de hongos, oxidaciones y fermentaciones, causando daños irreparables de la semilla (Castillo, 1987).

A partir de 1981 se inició la recolección de germoplasma en las áreas cultivadas del Ecuador, las muestras de semillas tomadas debían ser almacenadas bajo condiciones adecuadas, permitiendo mantener la viabilidad de la semilla por períodos más largos de tiempo. Al inicio de estas actividades, se almacenó la semilla de quinua en los locales disponibles con 75% HR y temperaturas que varían de 10 a 20°C. Se observó que la semilla de quinua que contenía 12% humedad interna perdía rápidamente su germinación (INIAP, 1985).

Dadas estas condiciones y por la necesidad de mantener la variabilidad genética de la colección nacional, se vió la necesidad de almacenar la semilla bajo condiciones controladas de humedad y temperatura. En 1982, se inició el almacenamiento de semillas de quinua a largo plazo; y luego de 8 años, se observan altos porcentajes de germinación. Por otro lado la necesidad del agricultor en almacenar semilla de quinua para las futuras siembras, o para consumo, hizo que se estudiaran las condiciones de almacenamiento a nivel de agricultor y los recipientes más adecuados.

El presente trabajo resume los resultados de pruebas periódicas de germinación hechas en quinua para observar el estado de la colección; así como, resultados preliminares de un experimento que se está planteando por varios años, con el que se trata de determinar los mejores recipientes y almacenes para guardar semilla.

### II. MATERIALES Y METODOS

Semillas de la Colección Nacional de Quinua (*Chenopodium quinoa*) fueron almacenadas en cuarto refrigerado a -15°C. Cada muestra se colocó en sobre de aluminio-polietileno, herméticamente selladas. Con anterioridad las semillas fueron secadas hasta niveles de 6 a 8 %, usando un sistema de ventilación-calefacción a 23°C y 40 % HR.

En las pruebas de germinación anuales se usaron semillas del sobre de aluminio-polietileno, la germinación se realizó usando papel germinador y colocándolas en un germinador Seedburo, (22°C y 90% HR), a completa obscuridad. Para determinar el porcentaje de germinación se dividieron en dos lotes de 100 semillas, desechando plántulas deformes, semillas no germinadas y dañadas.

Para el experimento de tipos de almacenes y envases, se usaron semillas de quinua variedad IMBAYA y la línea ECU-621.

Dos Kg de quinua fueron colocados en los diferentes envases: tarros plásticos, bolsa de tela, bolsa de papel, bolsa de poli-propileno. Estos recipientes conteniendo la semilla de quinua con 12% humedad interna, fueron almacenados en diferentes ambientes: **Ambiente 1** (Cuarto ventilado en

forma natural a 10-12°C y 75% HR), **Ambiente 2** (Cuarto caliente tipo invernadero a 25°C durante el día y 8-10°C durante la noche con 75-80% HR) y **Ambiente 3** (Cuarto de secamiento de semillas a 23-25°C y 40% HR). Las pruebas de germinación y viabilidad se realizan cada 4 meses, usando el mismo germinador Seedburo (22°C y 90% HR), completamente obscuro.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 1. Almacenamiento a largo plazo

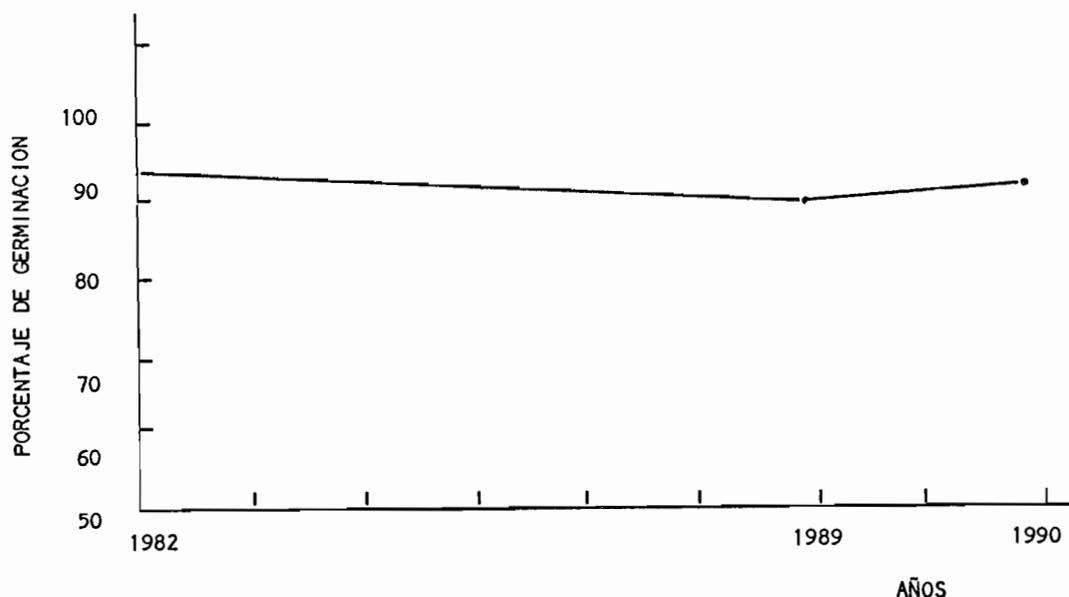
En la figura 1 se presentan los porcentajes de germinación en promedio de las diferentes colecciones de quinua almacenadas en cuarto refrigerado a través del tiempo. Los porcentajes de germinación de los años 1983-1988 no se reportan ya que no fueron confiables debido al tipo de germinador usado, así como al sustrato de germinación.

En 1989 y 1990, se observa que el porcentaje de germinación se mantiene al mismo nivel que el inicial, sugiriéndose que las condiciones de almacenamiento fueron las adecuadas, pues, en 1982 el porcentaje de germinación fue de 93.2 %, para en 1989 y 1990 mantenerse con 92.3 y 90.2% respectivamente.

La Figura 1 muestra un comportamiento lineal de la germinación sin que se produzca un descenso considerable a través del tiempo, a pesar de haber transcurrido 8 años de conservación.

Estos resultados ratifican la característica "ortodoxa" de la semilla de quinua, que mantiene su germinación en buenas condiciones a través del tiempo, si las condiciones de almacenamiento son controladas, es decir baja humedad interna de la semilla (6%) y bajas temperaturas de almacenamiento -15 a -18°C.

**Figura 1** Curva del Promedio de Germinación de la Colección de Quinua a través del tiempo a -15°C de almacenamiento.



**Cuadro 1 Efecto de recipientes y ambientes sobre la germinación de semilla de quinua almacenada a corto plazo**

EPOCA/RECIPIENTE	% GERMINACION						
	Ambiente 1 IMBAYA ECU-621		Ambiente 2 IMBAYA ECU-261		Ambiente 3 IMBAYA ECU-621		X RECIP
<b>Inicial</b> †	98	99	98	99	98	99	99
<b>4 meses:</b>							
Recip. 1**	95	95	79	85	91	94	90
Recip. 2	93	96	81	96	90	97	92
Recip. 3	88	94	89	95	89	95	92
Recip. 4	91	92	93	94	90	91	92
<b>8 meses:</b>							
Recip. 1	90	95	23	63	63	84	70
Recip. 2	88	89	79	84	89	94	87
Recip. 3	93	80	86	92	93	95	91
Recip. 4	87	71	83	87	89	86	87
<b>12 meses:</b>							
Recip. 1	97	97	5	17	41	68	54
Recip. 2	89	95	92	91	92	94	92
Recip. 3	80	94	79	96	93	97	90
Recip. 4	85	98	85	93	91	91	91
<b>X Variedad</b>	<b>89</b>	<b>94</b>	<b>74</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>90</b>	
<b>X Ambiente</b>	<b>92</b>		<b>78</b>		<b>88</b>		

\* **Ambientes:**  
 1 = Cuarto frío 10-12°C, 75% HR  
 2 = Invernadero 20-25°C, 80% HR en el día  
 10-12°C, 75% HR en la noche  
 3 = Cuarto Secamiento semillas 23-25°C, 40% HR

\*\* **Recipientes:**  
 1 = Tarros plásticos con tapa  
 2 = Bolsas de Tela  
 3 = Bolsas de Papel  
 4 = Bolsas de Polipropileno

## 2. Almacenamiento a corto plazo

En el Cuadro 1 se observan los promedios generales para los diferentes ambientes y recipientes usados para el almacenamiento de quinua. Los porcentajes correspondientes a recipientes, muestran que los tarros plásticos no son aptos para conservar semilla, pues a los 12 meses de almacenamiento, el porcentaje de germinación se ha reducido al 50 %. Las bolsas de tela y papel parecen ser los mejores recipientes a usarse, las cuales mantienen porcentajes altos de germinación, luego de un año de almacenamiento en los tres locales o ambientes.

En el factor ambiente, se observa que el más bajo promedio presenta el ambiente 2 que es un cuarto caliente durante el día (tipo invernadero) y frío durante la noche, temperaturas que oscilan entre 10 y 25° C, con alta humedad relativa (75-80% HR). Por otro lado el cuarto frío, con buena ventilación y a temperaturas bajas, permite almacenar la semilla de quinua en condiciones aceptables, pues a los 12 meses, se mantiene con 92 % de germinación en promedio.

En general las dos variedades de quinua presentan un comportamiento similar, independientemente del local o recipiente de almacenamiento.

Aunque los resultados presentados son preliminares y no han sido analizados estadísticamente, se observa que la mejor combinación para almacenar semilla de quinua será empaquetar en bolsas de tela o papel y luego almacenarlas en un ambiente ventilado con bajas temperaturas. (70 % HR y 10 - 12°C).

## IV. BIBLIOGRAFIA

- CASTILLO, R. 1987. A study of the Long-Term Storage behaviour of *Chenopodium quinoa* Willd seeds. Thesis M. Sc. University of Birmingham. School of Biological Sciences. England. 68 p.
- ELLIS, R.H., HONG, T.D. and ROBERTS E.H. 1985. Handbook of seed technology for Genebank. No. 2 Vol I and II IBPGR. Rome, Italy.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP). 1985. Colección de varios cultivos Andinos en Ecuador. Informe Final del Proyecto IBPGR-INIAP. Est. Exp. Santa Catalina. Quito, Ecuador. 96 p.

## MANUFACTURING OF *Chenopodium quinoa* Willd IN A PELLETING FACTORY

Johnny HAABER

Department of Crop Science. The Royal University of Copenhagen, 1871,  
Frederiksberg, Denmark.

### I. INTRODUCTION

Leaves together with other plant parts are still the most abundant source of protein for animals and human beings. Particularly quinoa may function as an important part of this protein source. Unfortunately, high fibre and water content and other factors, such as the content of bitter saponins, limit their utilization for ruminants as well as non-ruminants.

There is no doubt that the negative influence of saponines on the palatability is one of the major causes to retain the dissemination and the knowledge of quinoa. It is therefore essential to find a way to eliminate these bitter and toxic, saponinols which play an important role on the flavor.

There are, dependent of purpose and use, basically two methods by which this problem can be solved. One method aims at solving the problem by use of organic solvents in order to produce a leaf protein concentrate (LPC)<sup>1</sup>. The other method, studied in this experiments is intended only for use as an animal feedingstuff.

This treatment takes place in a pelleting factory, where the effects on desaponification and on proteins is obtained by using extremely high temperatures during the processing of pellets.

### II. MATERIAL AND METHODS

The plant material of quinoa was grown on plots near Aars, Denmark. The soil was characterized as a sandy loam with humus. Quinoa was grown with a fertilizer level of 124 kg N/ha., 50 kg. P/ha. and 70 kg. K/ha. The nitrogen fertilization was split in two applications each of 62 kg. N/ha. Stage one was before sowing and stage two was five weeks after germinating.

The plants were cut down after 15 weeks (early seed-setting stage). After 3 hours drying on the swath, the plant material was harvested by slicing it into pieces less than 10 mm. The sliced plant material was treated in a kiln by air temperatures at 1176 degrees centigrade. The plant material was continuously exchanged with new fresh raw material.

This method should ensure that all pieces in the sliced material were exposed to temperatures above 200 degrees centigrade. This high temperatures result in a break down of the steroid saponin molecule.

To ensure valuable proteins and nutrients against destructions at the high temperature cold air was conducted to the exit of the kiln. This reduced the temperature in the material to 140 degrees centigrade. After this treatment the material was conducted to ordinary cooling bands, where the temperatures was further reduced by 100 degrees centigrade.

The next step in the process transform the manufactured plant material into pellets. This is done by high pressure with a hydraulic squeezer.

#### 2.1 Chemical analysis

Dry matter, crude protein, fibre and ash contents were determined using standard methods<sup>2</sup> Aminoacids annualized according to Mason<sup>3</sup>. Saponin analysis were conducted according to the TLC method<sup>5</sup>.

## 2.2 Rats and Diets

Eight male albino rats, each weighing about 90 g. were used in the experimental group.

Each rat received a diet containing 37.6% quinoa-pellets, 4.9% casein with 1% methionine, 52.16% N-free mixture, 1.50% vitamin mixture and 3.74% mineral mixture, the last two according to Eggum<sup>4</sup>.

The purpose of this experiment was through autopsy, to unveil alteration caused by toxic saponins in organs such as liver, spleen and mucous membrane in the gut<sup>6</sup>.

Plant material heat treated by temperatures at 1176 degrees centigrade, does not affect the protein content or the aminoacid composition of proteins.

These achieved results suggest that the future prospects with quinoa as a pelleting crop is dealing with rising the quality of the product.

## III. RESULTS AND DISCUSSION

It was neither in unmanufactured nor manufactured plant material, possible to detect any today known and isolated quinoa grain saponins. Therefore it was assumed that leaf material contains saponins other than those found in mature grain. This assumption was checked through the rat experiments

The rats were fed on their diet in 22 days. After which they were subject to an autopsy. The autopsy showed no toxic effects on the organs.

Based on the rat feeding experiments it is concluded that manufacturing of sliced quinoa plant material at high temperature eliminate the bitter saponins.

The composition of unmanufactured and manufactured (q-pellets) plant materials are shown in Table 1.

Plant material heat treated by temperature at 1176 degrees centigrade, does not affect the protein content and the amino acid composition of the proteins.

The results suggest that future prospects with quinoa as a pelleting crop should concentrate on improvement of the quality of the product.

**Table 1. Composition of unmanufactured and manufactured quinoa plant material. Dry matter, ash, protein and fibre in pct. of dry matter, amino acids in g/kg dry matter.**

	Unmanufactured	Manufactured
Dry matter	22.7 +/- 1.4	91.7 +/- 0.5
Ash	12.1 +/- 0.8	12.7 +/- 0.8
Protein	12.6 +/- 1.4	12.2 +/- 1.0
Fibre	23.8 +/- 0.7	23.4 +/- 1.8
Lysine	5.4 +/- 0.6	5.4 +/- 0.3
Methionine	1.8 +/- 0.2	1.8 +/- 0.2
Threonine	4.0 +/- 0.4	4.1 +/- 0.3
Cystine	2.5 +/- 0.2	1.8 +/- 0.2

#### IV. LITERATURE

1. CARLSSON, R. et al. 1985. The nutritive value of mixtures of white leaf protein and food proteins. I: J. Sci. Food Agric. 36:946-50.
2. SKULMOWSKI, J. 1974. Methods of determining of fodder composition and quality.
3. MASON, V.C. et al. 1980. Tierphysiol. I: Tierernaehrg. und Futtermittelkde. 43: 146-64.
4. EGGUM, B. O. 1973. A study of certain factors influencing protein utilization in rats and pigs. I: 406 beretn., forsoegslab.
5. FLYGE, H. et al. 1984. Praktiske oevlser i kemi.
6. FENWICHK, G.R. et al. 1987. CRC Critical Reviews in Foodscience and Nutrition. Vol. 1 (26).



## **DISEÑO, CONTRUCCION Y PRUEBA DE UN PROTOTIPO DE CLASIFICADORA DE GRANOS DE QUINUA\***

Carlos NIETO y Galo GUERRERO  
Programa de Cultivos Andinos. INIAP. Casilla 340. Quito, Ecuador.

### **I. INTRODUCCION**

La quinua es un producto que en Ecuador se ha manejado en forma tradicional. La oferta casi siempre ha sido en pequeñas cantidades y sin considerar en lo más mínimo las exigencias del mercado y mercadeo.

A partir de la promoción realizada en los últimos años, aparece un interés a nivel nacional e internacional por incorporar la quinua al consumo diario. Los industriales, comerciantes y consumidores finales se encuentran con que la oferta, además de ser incipiente es de mala calidad. Se ofrece quinua mezclada, entre granos de diferentes tamaños e impurezas (INIAP, 1987).

Por otro lado los productores de quinua, requieren de un mejoramiento en sus técnicas de producción lo que quiere decir que aparece la necesidad de contar con semillas de calidad entre otros factores. Todo esto justifica la necesidad de identificar y establecer metodologías de clasificar las semillas de quinua, separando los granos de primera calidad para semilla o comercio (interno o externo), los granos de segunda calidad, para uso industrial y las impurezas y otros desperdicios como un tercer subproducto.

### **II. OBJETIVO**

El objetivo de este estudio fue: diseñar, construir y evaluar un prototipo de clasificadora de quinua y otros granos, con capacidad, funcionalidad y costo aptos para ser adquiridos y utilizados a nivel de pequeña empresa o centro de acopio.

### **III. DESCRIPCION DEL PROTOTIPO**

El prototipo propuesto fue tomado del modelo de la clasificadora Miniclupper y que originalmente era un procesador de semillas de cereales, el que fue ajustado a la clasificación de granos de quinua. Se tomó parte de la estructura de esta máquina, se instaló un motor eléctrico capaz de poner en funcionamiento el cajón de tamices. Se adecuó los tamices necesarios para separar granos de quinua. Se reguló el sistema de salida de subproductos, todos estos reajustes y adecuaciones, dieron como resultado el prototipo, cuyas características principales se presentan en el Cuadro 1.

Toda estructura está montada sobre un soporte de madera de 0.80 cm de altura, el mismo que permite elevar la bancada a un nivel tál que facilita la recolección de los subproductos del procesamiento.

El prototipo es movido por un motor eléctrico de 1.0 HP de potencia y el sistema de transmisión de fuerza es por bandas y poleas. El juego de tamices funciona con la ayuda de una excéntrica en un movimiento de vaivén constante.

El juego de cepillos funciona mediante dos engranajes cónicos unidos a una catalina por medio de una cadena, la misma que facilita un movimiento de vaivén de los cepillos.

---

\* Auspiciado por CIID - Canadá

**Cuadro 1. Características del prototipo de clasificadora de granos de quinua**

ELEMENTO	TAMAÑO O DIMENSION	FUNCION
Tamaño	Alto: 1.30 m Largo: 1.36 m Ancho: 0.76 m	Cuerpo principal del equipo (bancada)
Cajon de tamices	Alto: 0.65 m Largo: 0.96 m Ancho: 0.26 m	Contiene el juego de tamices
Cepillos	Juego de dos por cada tamiz	Destaponan los agujeros de los tamices
Tamices	Diámetro: 1.8 mm Diámetro: 1.3 mm Abertura: 12x2 mm	Separa grano de primera Separa grano de segunda Elimina impurezas gruesas
Tolva de alimentación	Alto: 0.53 m Largo: 0.56 m Ancho: 0.25 m	Recibe y regula el paso de materia prima
Sistema de ventilación	Cuatro paletas	Elimina impurezas livianas
Motor	Electrico de 1HP (1720 RPM)	Fuerza motriz
Capacidad Aproximada	190 Kg/hora	Materia prima con menos de 14% de humedad
Subproductos	Salida 1 Salida 2 Salida 3	Grano de primera Grano de segunda Impurezas
Sistemas de funcionamiento	Continuo	Pero se requiere un reproceso para eliminar el polvo de la quinua de segunda

#### IV. DESCRIPCION DEL PROCESO

En la Figura 1, se presenta el proceso de clasificación que se realiza con el prototipo propuesto. La materia prima se almacena en la tolva de alimentación, la misma que envía un flujo constante de granos hacia los tamices. El primer tamiz que recibe la materia prima es el de mayor abertura, (12 x 2 mm de abertura). Este elimina todas las impurezas grandes, que pueden ser pedazos de hojas, tallos, piedras

o semillas grandes de malezas u otros granos. La quinua junto con impurezas pequeñas, pasa al segundo tamiz (1.8 mm de diámetro). Este separa los granos de primera y deja pasar los de segunda y el polvo a la bandeja final de recolección. La quinua de primera circula a través del canal de ventilación, para ser limpiada de las impurezas que han pasado del primer tamiz, por tener el mismo tamaño del grano de quinua.

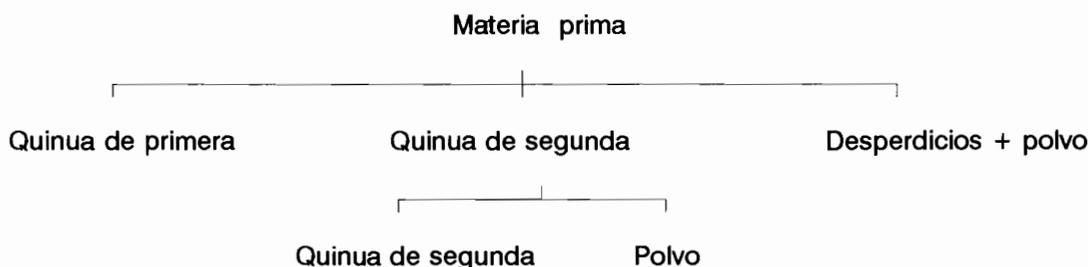
El proceso es continuo, para obtener los productos antes descritos pero, es necesario cambiar el segundo tamiz (poner el de 1.2 mm) y volver a procesar el grano de segunda, ya que en la primera pasada este subproducto no pasa por el canal de ventilación y se recolecta mezclado con polvo e impurezas muy finas. Con la segunda pasada, se obtienen tanto la quinua de segunda, libre de impurezas.

Durante el procesamiento, tanto el ventilador como el juego de cepillos limpiadores que se mueven en vaivén trabajan simultáneamente, de tal manera que el operador únicamente tiene que alimentar la tolva con la materia prima y preocuparse de recolectar los subproductos en los canales recolectores respectivos.

## V. EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO Y EFICIENCIA DEL PROTOTIPO

Para evaluar el funcionamiento y eficiencia del prototipo propuesto, se utilizaron como tratamientos: la procesadora de granos Clipper, el procesamiento manual y el prototipo. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con tres tratamientos y tres observaciones por tratamiento. Se utilizó como unidad experimental porciones de 40 kg. de materia prima (quinua recién trillada), de la variedad Imbaya.

**Figura 1. Descripción de proceso de clasificación de granos de quinua.**



En el Cuadro 2, se presentan los resultados de las pruebas de funcionamiento, en base a las variables de análisis, que fueron: porcentaje de quinua de primera calidad (cuyo tamaño de grano es igual o superior a 1.8 mm), porcentaje de quinua de segunda calidad (cuyo tamaño de grano es de igual o superior a 1.2 mm de diámetro pero inferior a 1.8 mm) y el porcentaje de impurezas.

El sistema de clasificación manual se realizó, utilizando los mismos tamices de las otras máquinas, pero accionados por movimiento de vaivén entre dos obreros. Se encontró que el porcentaje de extracción de granos de primera fue superior para el prototipo 88.66 % frente a 85.6% para la procesadora Clipper y 86.8% para el método manual, mientras que el porcentaje de grano de segunda fue inferior para el prototipo: apenas 4.2% frente a 9.7 y 9.1 % para la Clipper y método manual respectivamente.

En cuanto al porcentaje de impurezas, se encontró que el prototipo dió mayor porcentaje, 7.1% frente a 4.2 y 4% para la Clipper y método manual. Esto posiblemente fue debido a que con el prototipo se vuelve a pasar la quinua de segunda para limpiar de impurezas, lo que hace que aumente el porcentaje de extracción de éstos y disminuya los subproductos quinua de segunda calidad.

En términos generales, se encontró que los tres métodos proporcionaron porcentajes de extracción superiores al 85%, lo que es ventajoso desde el punto de vista del agricultor, ya que él obtiene mejor precio por este grano de primera.

En el Cuadro 3, se presentan los costos de procesamiento y la capacidad de cada máquina o método de clasificación.

Se encontró que el método de clasificación manual fue el más costoso, con 27164 Suces por tonelada de materia prima, seguido por un clasificado en la Clipper con 14400/tonelada, mientras que el costo de clasificación con el prototipo fue de aproximadamente 8.200 Suces por tonelada.

**Cuadro 2. Respuesta de tres métodos de clasificación de granos de quinua, a base de tres subproductos resultantes.**

Método	Grano Primera %	Grano Segunda %	Impurezas %
Clipper	85.6 b*	9.7 b	4.6 a
Prototipo	88.6 a	4.2 a	7.1 b
Manual	86.8 b	9.1 b	4.0 a
<b>Promedio</b>	<b>87.0</b>	<b>7.7</b>	<b>5.2</b>
C.V. %	0.08	0.48	0.36

\* Letras iguales expresan diferencias no significativas. Prueba de Tuckey (P 5%).

**Cuadro 3. Costo de procesamiento de granos de quinua para diferentes métodos de procesamiento. Valores en suces\*.**

Máquina o método	Costo Máquina	Capacidad Máquina	Alquiler Máquina	Mano de Obra	Costo total
Clipper	35'000.000	500	14.400	Incluye	14.400
Prototipo	2'300.000	197.5	5.000	3.200	8.200
Manual		15	500	26.664	27.164
Kg/hora	S./ton	S./ton	S./ton		

\* Un dólar USA = 800 suces

En cuanto a la capacidad de procesamiento, como es lógico, la mayor capacidad presentó la Clipper, seguido por el prototipo. Además se encontró que la inversión para instalar la procesadora clipper estaría alrededor de 15 veces la inversión del prototipo.

## VI. CONCLUSIONES

1. El funcionamiento del prototipo de clasificadora propuesto, fue satisfactorio tanto por la capacidad como por la calidad de subproductos que se obtiene.
2. Con el uso prototipo se obtiene un 88.6% de extracción de grano de primera, superior a los porcentajes de extracción de la Clipper (85.6%) y del método manual (86.8%).
3. Con el uso del prototipo propuesto se obtiene menor porcentaje de extracción de grano de segunda calidad y mayor porcentaje de impurezas; pero el grano de segunda calidad es libre de impurezas y por lo tanto de uso inmediato.

4. El costo de inversión para adquirir el prototipo propuesto, fue de alrededor 15 veces inferior al de una clasificadora Clipper.
5. El costo de procesar una tonelada de grano con el prototipo es inferior al de la Clipper y al del método manual.

## VII. BIBLIOGRAFIA

ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1987. Reunión nacional sobre producción, uso y comercialización del cultivo de quinua. Memorias, Quito, Ecuador. 75 p.

GALARRAGA, T. 1987. Experiencias básicas en el acondicionamiento de las semillas de quinua. **In:** Reunión Nacional sobre producción, uso y comercialización del cultivo de quinua. Memorias. INIAP-CIID. Quito, Ecuador. pp 38-41.

PLAZA, G. y ORBE, G. 1988. Consideraciones básicas para la selección de maquinaria agrícola. Estación Experimental Santa Catalina INIAP, mayo. (Serie didáctica No.5).

THOMSON, J. R. An introduction to seed technology. Halsted pres New York-Toronto. pp 110-121.

VAUGHAN, C. E., B.R. GREGG , F.C. DELOUCHE. 1970. Procesamiento mecánico y beneficio de semillas. Agencia para el Desarrollo (AID). México/Buenos Aires 1970. pp 53-78.



## DISEÑO, CONSTRUCCION Y EVALUACION DE UN PROTOTIPO DE TRILLADORA DE QUINUA\*

Gonzalo MONTOYA y Carlos NIETO  
Programa de Cultivos Andinos. INIAP. Casilla 340. Quito, Ecuador.

### I. INTRODUCCION

Una de las principales limitantes de la producción de la quinua en Ecuador es a no dudar la falta de tecnología para la cosecha, la misma que debe realizarse en época oportuna para evitar pérdidas de granos en el campo. La mecanización de la labor de trilla ha sido intentada, utilizando para el efecto varios tipos de trilladoras de cereales o leguminosas, con relativo éxito (Nieto et al.).

De esta forma el presente trabajo se realizó con el objetivo principal de encontrar un método mecanizado de trilla de quinua que sea eficiente y fácil de adoptar por los agricultores medianos o pequeños que son los que tradicionalmente producen este cultivo.

El trabajo se realizó en cuatro etapas: diseño, construcción prueba y reajustes.

### II. DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO

El prototipo consta de tres unidades que son: la unidad de trilla, la de separación y la de limpieza; todas ellas dependientes entre sí durante el funcionamiento de la máquina. (Figura 1).

La unidad de trilla realiza el trabajo específico de separación de los granos de la panoja, mediante fricción y golpeteo combinado sobre la gavilla y que consta del cilindro trillador y el cóncavo (elementos 2 y 4 de la Figura 1).

La unidad de limpieza consta de una bandeja inclinada (6), una malla de alambre de acero (13), el mecanismo accionador de la bandeja (10) y el ventilador (11). La función de esta unidad es separar el grano y trozos de panojas no trilladas mediante una combinación de acción mecánica (malla vibratoria) y acción neumática (ventilador). Esta forma mixta de limpieza es mucho más eficiente que cualquiera de las dos consideradas independientemente.

La unidad de separación cumple con la función de expulsar por medio del sacapajas (8) los restos de panojas al exterior de la máquina y a la vez recuperar granos que pasan de la unidad de trilla, para lo cual el batidor (5) golpea a las panojas con el fin de evitar que éstas se envuelvan al cilindro y las dirige hacia abajo obligándolas a saltar hacia el sacapajas.

En el Cuadro 1, se presentan en resumen las características y dimensiones del prototipo.

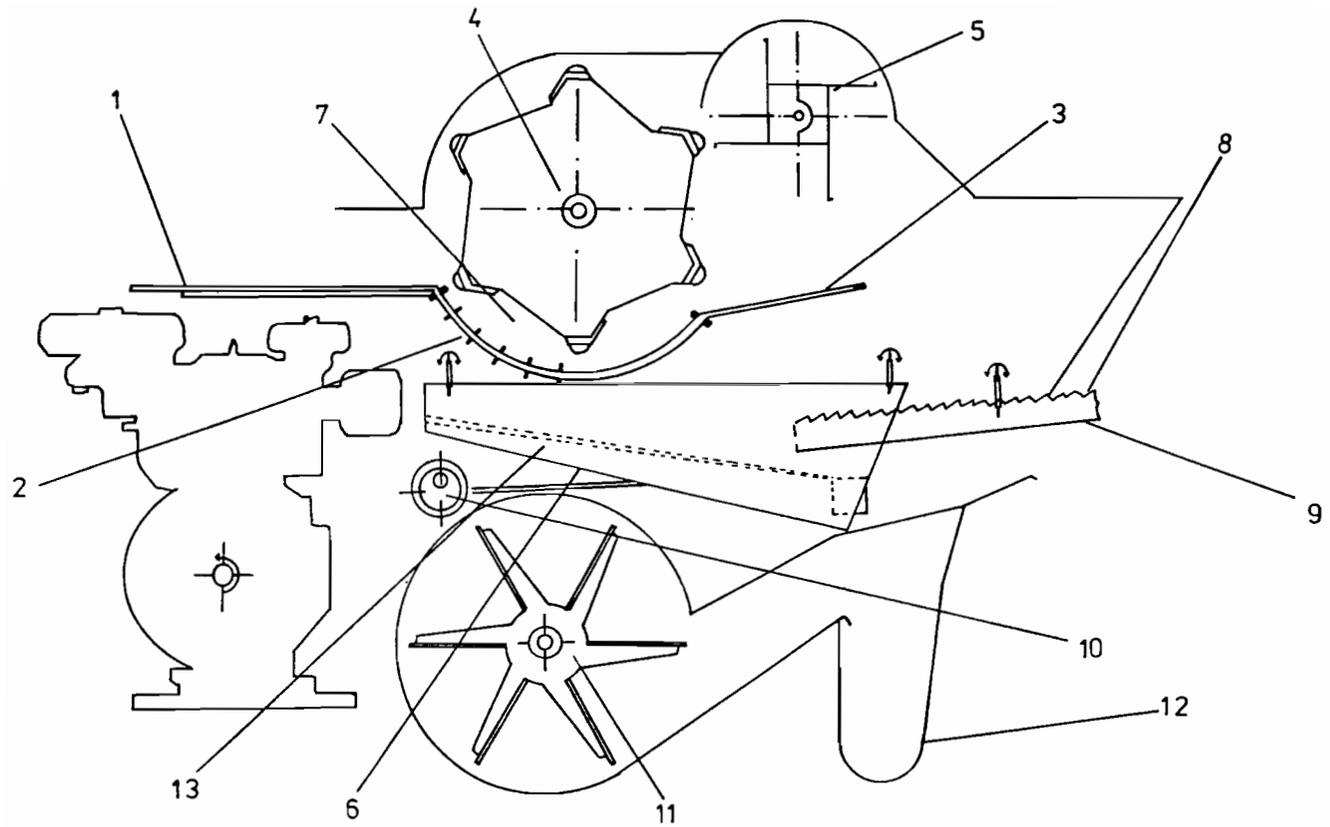


FIG 1: Diagrama del prototipo de trilladora mostrando sus partes más importantes

**Cuadro 1. Características y dimensiones del prototipo.**

<b>UNIDAD</b>	<b>Característica o dimensión</b>
Estructura	De perfil de hierro 2 x 1/8"
Ejes	De acero de transmisión
Otros elementos	De latón 1/16"
Tamaño	Largo 2.21 m Ancho 1.37 m Alto 1.35 m
Peso aproximado	100 kg.
Potencia	Motor combustión interna 9HP
Combustible	Gasolina
Velocidad de cilindro	550 a 600 RPM
Capacidad aproximada	37 kg de grano/hora

### III. EVALUACION Y RESULTADOS OBTENIDOS

Para las pruebas definitivas de eficiencia del prototipo se utilizaron seis tratamientos que fueron los siguientes:

1. Trilladora estacionaria tipo PULLMAN, motor de gasolina de 12 HP con adaptación de malla metálica en el canal recolector.
2. Prototipo construido, motor a gasolina de 9 HP.
3. Trilladora estacionaria KINCAID, motor de gasolina de 5 HP con adaptación de malla metálica en al bandeja inclinada.
4. Combinada JONH DEERE como máquina estacionaria motor a diesel de 90 HP de potencia.
5. Método manual.
6. Prototipo construido y reajustado.

La unidad experimental estuvo constituida por una porción de panojas de 20 kg de peso, cortada manualmente, la misma que fué cosechada de un mismo lote, el mismo día. Se utilizó para ésta prueba la variedad INIAP-Imbaya cuyo tamaño de planta fue de aproximadamente 1.2 m. Se trabajó con un diseño experimental completamente al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento.

En el Cuadro 2., se presentan los resultados de la evaluación del funcionamiento y eficiencia del prototipo en comparación con otros modelos de máquinas trilladoras y con la trilla manual.

**Cuadro 2. Algunas variables de respuesta del funcionamiento y eficiencia del prototipo de trilladora de quinua en comparación con otras máquinas y con la trilla manual. (Datos de cinco repeticiones).**

VARIABLE	A	B	C	D	E
Combinada	397.40 a*	9.40 b	11.22 b	150.70 a	91.20 a
Prototipo	102.00 b	5.15 a	4.07 a	37.41 b	90.20 a
Prot.reajust	90.07 b	3.45 a	5.16 a	36.57 b	89.80 a
PULLMAN	89.72 b	4.60 a	3.67 a	36.67 b	91.40 a
KINCAID	51.51 bc	3.80 a	8.17 b	22.44 bc	93.40 a
Met. manual	5.92 c	3.25 a	17.26 c	1.26 c	88.20 a
Media general	122.77	4.94	8.26	47.62	90.77
Coef. var.(%)	22.10	26.01	21.64	28.77	3.74
F. Trat.	131.47**	15.96**	32.27**	72.90**	1.53**

En el Cuadro 3, se presenta un análisis de los costos de operación de distintas máquinas en comparación con el método manual. Se encontró que el costo de adquisición de las máquinas fue muy variable; naturalmente la más costosa fue la combinada JOHN DEERE y dentro de las estacionarias, la trilladora PULLMAN fue la más costosa con \$ 7'800.000.00, mientras que el costo del prototipo fue de 1'560.000.00 sucres.

En cuanto al costo de operación; que incluyó el valor de alquiler de la máquina, la mano de obra y el combustible necesarios, se encontró que aparentemente el prototipo presentó los costos de operación más bajos (23.600 sucres/t de grano trillado), mientras que el método manual fue el más costoso con 63.700 sucres/t.

En el Cuadro 3 también se presenta un cálculo del tiempo de trabajo efectivo, necesario para obtener una tonelada de grano trillado, bajo las condiciones de operación de cada máquina. Se encontró como es lógico que la combinada JOHN DEERE es la de mayor efectividad, pues apenas necesita 6.6 horas para trillar una tonelada, no así la PULLMAN y el prototipo que requieren de 27.3 horas; mientras que con el método manual se requiere de 510 horas para lograr la misma cantidad de grano trillado.

**Cuadro 3. Análisis comparativo de los costos de operación para obtener 1 tonelada de grano trillado, para algunas trilladoras mecánicas y método manual (Valores en sucres).**

TRILLADORA	A x 1000	B S./t	C S./t	D S./t	E S./t	F horas
JOHN DEERE	50270	30000	incl.en B	3800	33800	6.6
PULLMAN	7800	11000	6800	8500	26300	27.3
KINCAID	1404	11000	11100	8000	30100	44.6
Prototipo	1560	11000	6800	5800	23600	27.3
Método manual	----	----	63700	----	63700	510.2

- A: Valor de adquisición de cada máquina  
 B: Costo de alquiler de la máquina  
 C: Costo de mano de obra para operar cada máquina  
 D: Costo del combustible para operar cada máquina  
 E: Costo total de operación: B + C + D  
 F: Tiempo necesario para trillar una tonelada de grano  
 \* Aproximadamente 1 dólar USA = 800 Sucres

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El prototipo ha sido diseñado y construido con la finalidad de operar en forma exclusiva en la trilla de quinua; sin embargo, se probó con otros granos (trigo, cebada, avena), con resultados positivos.
2. Las características en cuanto al tamaño, facilidad de transporte y forma de operar del prototipo son muy versátiles y funcionales.
3. A pesar de que la eficiencia y capacidad de trilla del prototipo fueron muy similares a los de la trilladora PULLMAN; sin embargo, el costo del prototipo es alrededor de 5 veces inferior a esta, por lo que se presume que podría ser accesible a los pequeños y medianos productores.
4. Los costos de operación del prototipo fueron los más bajos en comparación con las otras máquinas y el método manual, lo que justifica la difusión entre agricultores o comunidades rurales.
5. Se puede construir una máquina mejorada a fin de optimizar la eficiencia de trilla, haciendo que el cilindro trillador sea más corto y la mesa de alimentación convergente.
6. La entrada a la unidad de trilla debe ser de menor espacio para disminuir el riesgo para el operario, ya que las barras del cilindro trillador están demasiado expuestas.
7. Para incrementar la eficiencia de trilla también se puede prolongar el ángulo de envoltura del cóncavo en la unidad de trilla.
8. Se recomienda también colocar guardas de malla cubriendo los sistemas de transmisión banda - polea, para evitar accidentes de trabajo por agarramiento y arrastre.
9. Es necesario desviar la trayectoria del escape del motor para evitar el sobrecalentamiento de los mecanismos expuestos directamente a los gases de escape.

#### V. BIBLIOGRAFÍA

- BERJIN, J. 1983. Elementos de máquina agrícola. Manuales para educación agropecuaria. Segunda reimpresión, Editorial Trillas S.A. México D.F. 74p.
- DAVIES, C., SILVERLA, F., TELLERS, R. 1956. Máquinaria agrícola. Segunda edición. Editorial Aguilar S.A. Madrid, España. 412p.
- GRANJA, M., IBARRA, J., MONTALVO, B. 1984. Diseño de una trilladora estacionaria de cereales y granos afines. Tesis de Ing. Mecánico. Facultad de Ingeniería Mecánica. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 489p.
- HAM, C., CRANE, E., ROGERS, W. 1964. Mecánica de máquinas. Traductor Juan Olive. Cuarta edición. Ediciones Castilla S.A. Madrid, España. 418p.
- MARKS, S. Manual del Ingeniero Mecánico. 1986. Traducción de la octava edición en inglés por libros Mc Graw - Hill de México. Segunda edición en español. Gráfica impresora Mexicana S.A. México D.F. México. 3 tomos, 1940p.
- NIETO, C., E. PERALTA Y R. CASTILLO. 1986. INIAP-Imbaya e INIAP-Cochasqui primeras variedades de quinua para la sierra ecuatoriana. Estación Experimental Santa Catalina INIAP. Quito, Ecuador. 16 p. (Boletín divulgativo No. 187).
- , 1986. Guía para la producción de semilla de quinua. Estación Experimental Santa Catalina INIAP. Quito, Ecuador. 8p. (Boletín divulgativo No. 186).



## ANALISIS DE LA COMERCIALIZACION DE LA QUINUA EN ECUADOR ESTADO ACTUAL Y PROYECCIONES FUTURAS

Carlos NIETO <sup>1</sup> y Patricio ANDRADE <sup>2</sup>

1 Programa de Cultivos Andinos INIAP. Ecuador.

2 Especialista en mercadeo. Técnico de QUINUASA S.A. Ecuador.

### I. INTRODUCCION

Considerando que la QUINUA es un producto autóctono de la región de los Andes, cuya calidad alimenticia es superior a la de algunos alimentos similares y que su potencial para constituirse en una fuente alimenticia en la dieta humana y solucionar el gran problema de la desnutrición es significativamente alto; además, que es factible enviar éste producto a los mercados internacionales para su industrialización, es de vital importancia conocer los problemas de la producción, las del consumo y el potencial de comercialización de este grano para mejorar los niveles de oferta local y de la exportación. Los objetivos del estudio fueron:

- Describir el sistema de mercadeo de quinua en Ecuador.
- Identificar y describir las prácticas de comercialización aplicadas por los productores y comerciantes de quinua.
- Identificar el estado actual y las perspectivas futuras del consumo interno.
- Evaluar las posibilidades de exportaciones futuras.

### II. METODOLOGIA

La selección de las áreas potenciales se determinaron en base a las estadísticas del MAG para el año 1987. Información del Instituto de Estrategias Agropecuarias, IDEA - 1988 y de la empresa QUINUASA, en 1989. Como zonas de análisis se tomaron los sectores más importantes de producción y consumo en las provincias de la Sierra; Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi y Chimborazo.

La investigación de campo se realizó tanto en la zona urbana como en la zona rural. En el área rural se realizaron entrevistas con productores y comerciantes para obtener información sobre la producción actual y la futura. Los comerciantes a nivel rural y urbano proporcionaron datos para determinar las prácticas comerciales más usadas y establecer los canales de distribución.

En cada provincia se visitaron las zonas agrícolas de producción, para entrevistas a pequeños, medianos y grandes productores, así como comerciantes mayoristas y minoristas en las zonas rurales y urbanas, al igual que en centros de venta como bodegas, tiendas, supermercados y tiendas de productos naturistas.

Esta investigación fue completa con entrevistas aleatorias a consumidores y comerciantes de los puntos de compra-venta de producto con un sondeo de mercadeo realizado en Europa (Holanda, Italia, Suiza y Francia) durante el mes de febrero de 1990.

### III. RESULTADOS

#### 1 Producción

Actualmente el volúmen de producción es bastante reducido y se registra una gran porción de producción asociada en el lugar de monocultivo. En el Cuadro 1, se pueden apreciar los datos de producción para 1988, de acuerdo a las principales provincias de producción y consumo.

**Cuadro 1. Producción de quinua, para algunas provincias de la Sierra durante 1988, en miles de hectáreas.**

PROVINCIA	S E M B R A D A			C O S E C H A D A			Rend. t/ha
	Total	Sola	Asoc.	Total	Sola	Asoc.Prod.	
Carchi	--	--	--	--	--	-- 1.6	1.06
Imbabura	0.12	0.12	--	0.10	0.10	-- 168.2	1.40
Pichincha	0.26	0.26	--	0.19	0.19	-- 119.6	0.46
Cotopaxi	0.10	0.03	0.07	0.10	0.03	0.7 35.4	0.35
Chimborazo	0.06	0.06	--	0.06	0.06	-- 29.2	0.48
<b>TOTAL</b>	<b>0.54</b>	<b>0.47</b>	<b>0.7</b>	<b>0.45</b>	<b>0.38</b>	<b>0.7 354.0</b>	<b>0.65</b>

FUENTE: MAG, Estimación de la superficie cosechada, producción y rendimiento agrícola, Resumen nacional y datos por provincia, 1988.

#### 2. Costos y utilidades

El cuadro 2, intenta demostrar, que el productor es en realidad quien obtiene un mayor margen de ganancia sobre la unidad de producto vendida y no como es costumbre pensar que el intermediario es el mayor beneficiado. De producirse un cambio en los niveles de precio, el productor tiene mejor flexibilidad para afrontar los cambios puesto que sus márgenes son mayores. Situación que no existe para los comerciantes dado sus márgenes pequeños de utilidad.

**Cuadro 2. Relación costos/precios por quintal a nivel de finca, en sucres durante 1990\***

PROVINCIA	Costo de Producción	Precio de venta	Utilidad	Porcentaje de utilidad
Carchi	3.649	16.500	12.851	352 %
Imbabura	3.536	17.000	13.464	831 %
Pichincha	7.040	18.000	10.960	156 %
Cotopaxi	8.508	17.000	8.492	99 %
Chimborazo	5.339	16.000	10.661	200 %

\* Un dólar USA = 800 sucres.

FUENTE: Investigación directa de campo.

La respuesta para este fenómeno parece estar en la ley de oferta y demanda. Existiendo mayor demanda y una oferta contraída, los productores tienen la alternativa de exigir precios más altos reduciendo de esta manera los márgenes de los comerciantes.

En el Cuadro 3, se aprecia claramente que los porcentajes de utilidad para el comerciante han decaído significativamente. Durante 1987 la producción de quinua creció notablemente lo cual deprimió más que proporcionalmente a los precios causando una disminución en la extensión sembrada a partir de ese año. Consecuentemente, a la baja de precios le siguió una baja en la producción lo cual incrementó los precios nuevamente. Los beneficiados de esta fluctuación parecen ser los productores fieles al producto, quinua, que mantuvieron la producción y obtuvieron altos precios por escasa producción.

**Cuadro 3. Porcentajes de utilidad del intermediario, por quintal de quinua vendido en diferentes provincias de la Sierra.**

PROVINCIA	Año 88	Año 90	VARIACION
Carchi	---	27.3 %	---
Imbabura	47.9 %	23.5 %	- 24.5 %
Pichincha	54.3 %	27.8 %	- 26.6 %
Cotopaxi	29.5 %	17.6 %	- 11.8 %
Chimborazo	50.6 %	37.5 %	- 13.1 %

FUENTE: IDEA, 1988. Investigación directa de campo, 1990.

### 3. Demanda actual

Del total de personas entrevistadas a nivel de campo, un 35% manifestaron consumir quinua; sin embargo, una extrapolación de la tendencia de consumo señala menor porcentaje, por lo que el dato de la muestra en relación al universo resultaría demasiado optimista. Por lo tanto, nos referiremos a datos generales por familias a nivel urbano y rural, sus tendencias de consumo de quinua y al 35 % de la población consumidora de quinua.

El cálculo de la demanda efectiva total incluye: la demanda en fresco para consumo directo (2.878.6 t.), la demanda actual de la industria (131.0 t.m.), la demanda de exportación (199,3 t.m.) calculada en un 100 % del total exportado en 1988 y, la demanda para semilla (69.0 t.m.). Por lo tanto, el volumen de la demanda efectiva alcanza las 3.277.9 t.m. de quinua. Además, hay que considerar la pérdida ocasionada en todo el proceso de la producción y comercialización (336.6 t.m.). Al incluir la pérdida en la demanda efectiva se obtiene el volumen de producción total requerido para satisfacer toda la demanda de quinua.

Si se utiliza el rendimiento promedio de las cinco provincias productoras de quinua, Cuadro 1, se calcula que la extensión necesaria para producir las 3614 toneladas métricas que se demanda actualmente, (Cuadro 4), es de aproximadamente 5500 hectáreas de producción. Pero se sabe que aplicando ciertos niveles de tecnología se podría llegar a promedios de productividad de 1 t/ha, por lo cual se requeriría solamente de una 3600 hectáreas aproximadamente, en lugar de las 5500 mencionadas anteriormente.

**Cuadro 4. Cálculo de la demanda efectiva de quinua para Ecuador, en 1989 expresada en toneladas métricas.**

<b>Demanda actual de consumo directo</b>	<b>2.878,6</b>
<b>Demanda de la industria</b>	<b>131,0</b>
<b>Exportaciones en fresco*</b>	<b>199,3</b>
<b>Demanda total actual</b>	<b>3.208,9</b>
<b>Demanda para semilla (15 kilos/Ha)</b>	<b>69,0</b>
<b>Pérdida de la producción (10%)</b>	<b>336,9</b>
<b>Demanda total efectiva</b>	<b>3.613,9</b>

\* Calculada en base a la exportación efectiva durante 1988.

#### **4. Sistemas de comercialización**

Los canales de comercialización más usados durante 1989 fueron de tres modalidades:

1. El recolector recorre las parcelas comprando el producto y pagando por anticipado. Posteriormente revende el producto al comerciante acopiador de la zona; el cual, vende a comerciantes de la misma provincia o de otras provincias de la Sierra. Luego el producto es negociado a los minoristas, quienes acuden a los puntos de compra-venta, al igual que los comerciantes de los mercados y tiendas de abarrotes. Finalmente, la quinua llega al consumidor. (ver Figura 1).
2. En este canal el productor asiste directamente a las ferias y además comercializa la quinua eliminando al recolector. Posteriormente, esta forma de comercializar es igual al canal de comercialización de forma 1 (ver Figura 2).
3. Esta forma de comercializar incluye al intermediario, quién recorre las diferentes instalaciones de los acopiadores zonales realizando el mismo trabajo del recolector pero a mayor escala, obviando al acopiador provincial. El intermediario generalmente aparece en esta etapa cuando tiene pedidos concretos de minoristas o de industrias procesadoras. (ver Figura 3).

#### **IV. CONCLUSIONES**

- Los sectores productores de quinua en Ecuador, en su mayoría son pequeños agricultores, los mismos que utilizan tecnología tradicional **apropiada** para las condiciones del medio en que se desenvuelven y casi sin uso de insumos ni maquinaria.
- Se comprobó que el cultivo de quinua es de tipo marginal y su producción se utiliza básicamente para autoconsumo y reserva de semillas.
- El producto perdió la confianza del productor en 1987, debido a la no apertura de mercados en los años anteriores. Sin embargo, la creciente demanda actual y los precios registrados están motivando a los productores.

- A nivel de productores, la utilidad se ha incrementado debido a la poca oferta actual que ha empujado los precios a nivel de finca. Se encontró que las utilidades a nivel de productor variaban entre el 99 y 380 %.
- No existe infraestructura para el procesamiento y almacenamiento de grano, lo que afecta el manipuleo, transporte y la calidad de la quinua.
- A nivel interno, la demanda tiende a incrementarse lo cual determina un necesario aumento en las áreas sembradas, incremento de oferta y declinación de precios. Se calcula que la demanda interna alcanzaría a una 3600 toneladas de quinua para 1989.
- Se evidenciaron por lo menos tres canales de comercialización de la quinua, en todos ellos con significativa participación de intermediario.

## V. BIBLIOGRAFIA

BARSKY, O. Los procesos de mercado y comercialización de fréjol en Pimampito, Ecuador, Quito. E.E. Proyecto INIAP - CORNELL. Documento de trabajo ASE-10.

CCI-MICIP. 1985. Promoción de las exportaciones no tradicionales y desarrollo de nuevas producciones orientadas a la exportación. Quito.

IDEA, Perspectivas para la producción de quinua en el Ecuador. Memorias del Seminario y Estudio Técnico. 1988. Quito.

INIAP. Reunión Nacional sobre producción, uso y comercialización del cultivo de quinua. 1987. Memorias, Convenio CIID-Canadá, Quito.



## EVALUACION DE LA CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) EN TRES PISOS ALTITUDINALES DE LA SIERRA PERUANA

Luz GOMEZ y Gustavo GUTIERREZ

Programa de Cereales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú.

### I. INTRODUCCION

La cañihua (*Ch. pallidicaule* Aellen) es una especie nativa muy apreciada en el Altiplano peruano por el valor nutritivo de sus granos, forraje y su resistencia a heladas y sequías. Su cultivo está restringido primordialmente al Altiplano, existiendo limitada información sobre su comportamiento en otras zonas.

### II. OBJETIVOS

- Evaluar el rendimiento de grano y broza de 25 colecciones de cañihua en condiciones de Puno (Altiplano-3,915 m.s.n.m.), Jauja (Sierra Alta 3.315 m.s.n.m.) y Carhuaz (sierra Media-2.750 m.s.n.m)
- Analizar la influencia del medio ambiente en los parámetros estudiados.

### III. MATERIALES Y METODOS

Las 25 colecciones usadas son muestras tomadas al azar del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Se instaló un ensayo de rendimiento en cada una de las localidades señaladas, empleando el diseño de Bloques Completos al Azar con 25 tratamientos y cuatro repeticiones. Los experimentos se condujeron bajo condiciones de secano en la campaña agrícola 87-88. Debido a las características de cada zona se emplearon diferentes dosis de fertilizantes en Puno y Jauja 60-45-0 y en Carhuaz 60-80-0. Además se realizó una aplicación complementaria de 60 kg N en el aporque y control de insectos en las dosis últimas localidades mencionadas.

Se evaluó el rendimiento de grano y broza.

### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos promedios de rendimiento de grano y broza se listan en los cuadros 1 y 2, para las tres localidades en estudio.

**Cuadro 1. Comparativo de rendimiento de grano de 25 genotipos de cañihua en tres zonas de la sierra del Perú. Campaña 1987-1988**

PUNO		JAUJA		CARHUAZ	
O.M. Genotipo	Rdto. Grano (Kg/Ha)	O.M. Genotipo	Rdto. Grano (Kg/Ha)	O.M. Genotipo	Rdto. Grano (Kg/Ha)
1 BGCÑ	15 3844 a	1 BGCÑ	17 2377 a	1 BGCÑ	44 2250 a
2 BGCÑ	20 3685 a	2 BGCÑ	8 2234 ab	2 BGCÑ	23 2234 a
3 BGCÑ	16 3630 ab	3 BGCÑ	9 2227 ab	3 BGCÑ	2 2274 a
4 BGCÑ	2 3570 ab	4 BGCÑ	21 2197 abc	4 BGCÑ	22 2060 ab
5 BGCÑ	14 3526 ab	5 BGCÑ	13 2050 abcd	5 BGCÑ	19 1896 abc
6 BGCÑ	4 3508 ab	6 BGCÑ	24 2029 abcd	6 BGCÑ	18 1835 bcd
7 BGCÑ	8 3469 abc	7 BGCÑ	5 1981 abcd	7 BGCÑ	21 1804 bcd
8 BGCÑ	17 3318 abc	8 BGCÑ	11 1944 abcde	8 BGCÑ	13 1777 bcd
9 BGCÑ	9 3312 abc	9 BGCÑ	18 1923 abcde	9 BGCÑ	17 1774 bcd
10 BGCÑ	10 3301 abc	10 BGCÑ	7 1906 abcde	10 BGCÑ	10 1759 bcd
11 BGCÑ	13 3279 abc	11 BGCÑ	14 1895 abcde	11 BGCÑ	14 1746 bcd
12 BGCÑ	3 3266 abc	12 BGCÑ	1 1849 abcde	12 BGCÑ	11 1687 bcde
13 BGCÑ	25 3255 abc	13 BGCÑ	22 1835 abcde	13 BGCÑ	15 1684 bcde
14 BGCÑ	6 3245 abc	14 BGCÑ	3 1810 abcde	14 BGCÑ	1 1674 bcde
15 BGCÑ	5 3164 abc	15 BGCÑ	15 1787 abcde	15 BGCÑ	3 1665 bcde
16 BGCÑ	1 3083 abc	16 BGCÑ	25 1756 bcde	16 BGCÑ	20 1607 cde
17 BGCÑ	12 3021 abcd	17 BGCÑ	2 1746 bcde	17 BGCÑ	6 1602 cde
18 BGCÑ	19 2010 abcd	18 BGCÑ	23 1728 bcde	18 BGCÑ	8 1594 cde
19 BGCÑ	23 2898 abcd	19 BGCÑ	16 1712 bcde	19 BGCÑ	16 1587 cde
20 BGCÑ	22 2852 abcd	20 BGCÑ	6 1710 bcde	20 BGCÑ	9 1584 cde
21 BGCÑ	7 2786 abcd	21 BGCÑ	12 1700 bcde	21 BGCÑ	25 1535 cdef
22 BGCÑ	8 2529 bcd	22 BGCÑ	19 1642 bcde	22 BGCÑ	5 1475 cdef
23 BGCÑ	24 2333 cd	23 BGCÑ	4 1606 cde	23 BGCÑ	24 1437 def
24 BGCÑ	11 2326 cd	24 BGCÑ	20 1566 de	24 BGCÑ	12 1323 ef
25 BGCÑ	21 2026 c	25 BGCÑ	10 1347 e	25 BGCÑ	7 1183 f
<b>Promedio</b>	<b>3129</b>	<b>Promedio</b>	<b>1862</b>	<b>Promedio</b>	<b>1719</b>

**Cuadro 2 Comparativo de rendimiento de broza de 25 genotipos en tres zonas de la sierra del Perú. Campaña 1987-1988**

PUNO		JAUJA		CARHUAZ	
O.M. Genotipo	Rdto. Grano (kg/ha)	O.M. Genotipo	Rdto. Grano (kg/ha)	O.M. Genotipo	Rdto. Grano (kg/ha)
1 BGCÑ	15 8216 a	1 BGCÑ	17 2377 a	1 BGCÑ	4 5097 a
2 BGCÑ	2 7578 ab	2 BGCÑ	11 2234 a	2 BGCÑ	23 5009 ab
3 BGCÑ	25 7242 ab	3 BGCÑ	23 2227 a	3 BGCÑ	2 4763 abc
4 BGCÑ	14 7151 abc	4 BGCÑ	7 2197 ab	4 BGCÑ	18 4450 abcd
5 BGCÑ	20 6966 abc	5 BGCÑ	24 2050 ab	5 BGCÑ	22 4337 abcd
6 BGCÑ	5 6922 abc	6 BGCÑ	9 2029 ab	6 BGCÑ	20 4220 bcde
7 BGCÑ	6 6839 abc	7 BGCÑ	5 1981 ab	7 BGCÑ	15 4213 bcde
8 BGCÑ	3 6682 abc	8 BGCÑ	14 1944 ab	8 BGCÑ	16 4055 cdef
9 BGCÑ	17 6635 abc	9 BGCÑ	21 1923 ab	9 BGCÑ	14 4048 cdef
10 BGCÑ	10 6620 abc	10 BGCÑ	6 1906 ab	10 BGCÑ	19 4045 cdef
11 BGCÑ	16 6581 abc	11 BGCÑ	8 1895 ab	11 BGCÑ	10 4023 cdef
12 BGCÑ	18 6568 abc	12 BGCÑ	18 1849 ab	12 BGCÑ	1 3943 cdef
13 BGCÑ	13 6468 abc	13 BGCÑ	25 1835 ab	13 BGCÑ	11 3911 cdef
14 BGCÑ	1 6435 abc	14 BGCÑ	1 1810 ab	14 BGCÑ	24 3889 cdef
15 BGCÑ	4 6383 abc	15 BGCÑ	15 1787 ab	15 BGCÑ	6 3852 def
16 BGCÑ	12 6320 abc	16 BGCÑ	19 1756 ab	16 BGCÑ	17 3820 def
17 BGCÑ	19 6164 abc	17 BGCÑ	12 1746 ab	17 BGCÑ	5 3808 def
18 BGCÑ	22 6076 abc	18 BGCÑ	20 1728 ab	18 BGCÑ	21 3791 def
19 BGCÑ	23 6047 bc	19 BGCÑ	13 1712 ab	19 BGCÑ	3 3698 def
20 BGCÑ	7 5922 bc	20 BGCÑ	2 1710 ab	20 BGCÑ	13 3662 defg
21 BGCÑ	24 5867 bc	21 BGCÑ	16 1700 ab	21 BGCÑ	8 3627 defg
22 BGCÑ	9 5740 bc	22 BGCÑ	22 1642 ab	22 BGCÑ	9 3371 efg
23 BGCÑ	11 5432 bc	23 BGCÑ	3 1606 ab	23 BGCÑ	25 3350 efg
24 BGCÑ	21 4974 c	24 BGCÑ	4 1566 ab	24 BGCÑ	7 3188 fg
25 BGCÑ	8 4932 c	25 BGCÑ	10 1347 b	25 BGCÑ	12 2847 g
<b>Promedio</b>	<b>6430</b>	<b>Promedio</b>	<b>3765</b>	<b>Promedio</b>	<b>3961</b>

Los rendimientos de granos obtenidos en Puno variaron de 2025 a 3844 kg/ha y los de broza de 4932 a 8216 kg/ha. Estos valores se encuentran dentro del rango citado para la zona por Ccosi (1970), Orihuela (1971), Cahuana (1975) y Quispe (1983). El análisis de variancia respectivo (cuadro 3) muestra la existencia de diferencias altamente significativas entre genotipos para rendimiento de grano.

En la Localidad de Jauja, los rendimientos de grano y broza son marcadamente inferiores a los de Puno. En rendimiento de grano variaron de 1343 a 2377 kg/ha. El análisis de variancia respectivo (cuadro 3) muestra diferencias significativas solo para genotipos; en forma similar a lo encontrado en Puno.

**Cuadro 3 Cuadros medios del rendimiento de grano y broza de 25 colecciones de cañihua en las localidades de Puno, Jauja y Carhuaz. (1987-88)**

F.V.	G. L.	P U N O		J A U J A		C A R H U A Z	
		Grano	Broza	Grano	Broza	Grano	Broza
Bloques		315854.446	300464.083	33695.765	711522.145	716540.063	3060010.24
Genotipos	24	623012.167 *	1667034.275	166455.151 *	418683.782	278432.491	1081713.10 **
Error	24	329246.048	1247901.078	94768.196	420599.577	60567.943	269255.63
C.V. (%)		18.34	17.37	16.53	17.22	14.31	13.10
$\bar{X}$ (Kg/Ha)		3129.46	6430.27	1862	3719	1719	3961

**Cuadro 4 Cuadros medios observados en el análisis de variancia combinado para rendimiento de grano y broza de 25 colecciones de cañihua en las localidades de Puno, Jauja y Carhuaz**

F. V.	G. L.	Rendimiento/grano	Rendimiento/broza
Localidad	2	46084192.835 **	165677142.753 **
Repeticiones/Localidad	6	447147.845	1705548.167
Genotipos	24	246456.013	923356.434
Localidades x Genotipo	48	397901.624 **	1086449.641 *
Error	136	155159.698	651580.624
C. V. (%)		17.67	17.21
$\bar{X}$ (Kg/Ha)		2229.00	4689.00

Los datos de rendimiento de grano y broza en Carhuaz fueron similares a los hallados en Jauja. El rendimiento de grano varió de 1183 a 2250 kg/ha y el de broza de 2847 a 5097 kg/ha. El análisis de variancia (Cuadro 3) indicó la existencia de diferencias altamente significativas entre los genotipos para rendimiento de grano y broza respectivamente.

## V. CONCLUSIONES

1. Las condiciones de Puno son más favorables para el cultivo de la cañihua. Los rendimientos de grano y broza fueron marcadamente superiores a los obtenidos en Jauja y Carhuaz.
2. El medio ambiente, principalmente la temperatura y la radiación solar influyeron en el comportamiento de la cañihua manifestándose en la alta inestabilidad de las colecciones y las grandes diferencias del rendimiento entre las localidades estudiadas.

**VI. BIBLIOGRAFIA**

CCOSI, C. P. 1970. Ensayo comparativo de cinco formas botánicas de cañihua (*Ch. pallidicaule* Aellen). Tesis. Insg. Agr. UNTA, Puno-Perú.

CAHAUNA, G.; FERMIN, L. 1975. Comparativo de rendimiento de cinco formas botánicas de cañihua (*Ch. pallidicaule* Aellen) por tres distanciamientos entre surcos. Tesis Ing. Agr. UNTA, Puno-Perú.

ORIHUELA, R.; CARLOS, H. 1971. Efectos de NPK sobre la producción de cañihua en unbráculos. Tesis Ing. Agr. UNTA, Puno-Perú.

QUISPE, C. B. 1983. Comportamiento de 25 líneas de alto rendimiento del Banco de Germoplasma de Cañihua (*Ch. pallidicaule* Aellen). Tesis Ing. Agr. UNA. Puno-Perú.

LEVITT, J. 1980. Reponses of plantas, to envitonmental stresses. Vol I. Academic Press. New York USA.

WILSE, C. A. 1965. Cultivos, aclimentación y distribución, Ed. Acribia, Zaragoza-España.

## RENDIMIENTO Y FENOLOGIA DE 14 COLECCIONES DE ACHITA (*Amaranthus caudatus* L.) EN LA LOCALIDAD DE LA VIÑACA - AYACUCHO

Máximo AEDO PAREJA y Fernando BARRANTES DEL AGUILA

Programa de Investigación de Cultivos Andinos. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga.  
Apartado 243

### I. INTRODUCCION

La achita, kiwicha o amaranto, se consideraba como un grano indispensable de los Inkas, Aztecas y otros pueblos precolombinos; el amaranto estuvo en otros tiempos ampliamente distribuido a través de América al igual que el maíz. La especie andina más importante es el *Amaranthus caudatus* L.; pero la conquista española terminó con el uso del amaranto como un producto alimenticio del nuevo mundo y detuvo la expansión en el mundo agrícola de un alimento altamente nutritivo.

Las plantas de achita crecen vigorosamente, toleran sequía, calor y plagas, y se adaptan fácilmente a nuevos ambientes incluyendo aquellos que son inhóspitos a los cultivos convencionales de granos. Es poco conocido fuera de las regiones altas de Ecuador, Perú, Bolivia y Noreste de Argentina.

Por otra parte, son relativamente escasos los alimentos básicos que en la actualidad constituyen la fuente principal de nutrición para el género humano. Estos incluyen cerca de ocho cereales y alrededor de 14 leguminosas y, lo que es más, la calidad de su propia proteína y el valor nutritivo de los mismos en general deja mucho que desear. Según sabemos, los cereales son de bajo contenido proteico, así como en aminoácidos esenciales, mientras que las leguminosas son deficientes en aminoácidos azufrados.

Se hace necesario, a este nivel, incluir, en las investigaciones el desarrollo de otros cultivos de alto valor alimenticio, como la achita o kiwicha. Con el objeto de conocer la capacidad de adaptación, EL potencial de rendimiento y la tolerancia a plagas y enfermedades de este cultivo, se evaluó una colección de achita del Banco de Germoplasma de la Universidad de Huamanga e introducidas, en la campaña 1988-1989.

### II. MATERIALES Y METODOS

Se instaló el experimento en la localidad de la Viñaca (Distrito San José Ticllas) a 2,418 m.s.n.m., haciéndose uso de 14 colecciones de achita, en un diseño de Bloques Completos al Azar con 4 repeticiones. La dosis de fertilización fue de 80 - 80 - 20, y se preparó suelo con yunta. Las plantas crecieron en la época de verano y otoño entre enero y junio. La densidad de siembra fue de 275 plantas por parcela de 4.5 m<sup>2</sup>, luego del deshaje a mano. Durante el crecimiento de las plantas se aplicó insecticidas como Tamarón, Ekatín, Direx y Dicarbam, para evitar daños por larvas de lepidópteros. Para la "roya blanca" y otras enfermedades como las manchas necróticas foliares se aplicó Dithane M-45 y Cupravit. Se hizo un solo deshierbe a los 35-40 días del cultivo y un aporque en los mismos días. Debido a la poca presencia de las lluvias en la campaña, se aplicó 4 riegos ligeros durante el período de crecimiento.

Para evaluar la fenología se midió cada 15 días lo siguiente: altura de planta, N° de hojas por planta, grosor de tallo, N° de ramificaciones, longitud de panoja, aparición de inflorescencia, anthesis y apertura floral; estos parámetros se midieron en plantas previamente elegidas en dos bloques.

El rendimiento se obtuvo al final de la cosecha efectuada cortando la panoja por parcela y sometiéndolas a secado al aire libre antes de efectuar la trilla manual. Los registros de cada colección y por parcela se sometieron a evaluación estadística. En forma complementaria se calcularon los índices de cosecha y el peso de 1000 semillas.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

En las 14 colecciones, la curva del peso seco total cumple la cinética del crecimiento (Rojas 1978), que distingue tres partes:

- a) Un período temprano de corta duración en que el crecimiento es lento, correspondiendo al estado de plántula.
- b) Un período central donde las distintas partes u órganos de la planta crecen rápidamente en las 14 colecciones (altura de planta, N° de hojas, N° de ramificaciones, grosor del tallo, longitud de panoja, y otros órganos reproductivos (cuadro N° 1), para luego descender constituyendo la curva sigmoidal. Dentro de la etapa reproductiva, se da inicio a la formación de inflorescencias a partir de los 42-57 días después de la siembra.
- c) Se inicia el período final, donde el crecimiento es menos acelerado hasta hacerse nulo, debido a la madurez de los órganos vegetativos y reproductivos de la planta.

Según los parámetros evaluados, las plantas más productivas generalmente son altas, de buena longitud de panoja, pero ancha o compacta, y de buena cantidad de hojas; además las plantas altas son generalmente de mejor ramificación y por ende de mayor número de panojas y más rendimiento.

El rango de producción de granos en kg/Ha se muestra en el cuadro 2, mostrando significación estadística sólo las colecciones E-13, E-2 y E-14, frente a las demás colecciones que no mostraron mayor diferencia estadística entre ellos.

Para una mejor apreciación, podemos observar en el cuadro 2 que las colecciones E-13, E-2, E-14, E-9 respectivamente, son las mejores en rendimiento para esta zona de estudio; de rendimiento intermedio son de las colecciones E-4, E-8, E-11, E-5, E-10, E-12, y E-1, las colecciones E-6 y E-7 son de rendimiento bajo.

En cuanto a la precocidad, podemos decir según el cuadro 1, que el E-1, E-2, E-3, E-4, y E-6, son colecciones de ciclo vegetativo corto de 120 a 135 días a la cosecha; siendo intermedios los E-8, E-9, E-10, E-12, E-13 y E-14, de 140 a 155 días a la cosecha; y los E-5, E-7 y E-11 de un ciclo vegetativo largo de 160 a 180 días a la cosecha. En lo que respecta al tamaño de planta, las colecciones tardías E-5, E-7 y E-13 son de mayor tamaño, pero en la producción sólo el E-13 mostró mayor rendimiento, no así el E-5 y E-7, debido a que se cosechó días antes de la madurez fisiológica plena, resultando granos chupados de poco peso, especialmente en E-7 que tiene tendencia a ser cosechada entre 190 a 210 días.

En cuanto a la longitud de panoja, se puede ver que no muestra relación con el rendimiento, ya que el E-13 por ejemplo, sólo tiene 51 cm. y el E-2 44.5 cm; sin embargo, son los más altos en cuanto a rendimiento; E-1 tiene 78.00 cm de longitud, E-3 70.5 y E-4 64.5 cm respectivamente, sin embargo, no son las mejores productoras, debido tal vez a las características varietales y/o otros factores genéticos inherentes a la planta.

**Cuadro 1. Características morfológicas y fenológicas de la última fecha de evaluación.**

Colección	Altura planta(cm)	Grosor de tallos (cm) (días)	Ramificaciones (días)	Nº de hojas	Long.de panoja	Aparic. infloresc.	Apertura floral.
E - 1	138.5	1.55	16	85	78	42	57
E - 2	166.5	1.70	07	54	44.5	42	71
E - 3	157.0	1.75	24.5	130	70.5	42	71
E - 4	161.5	2.10	21	152.5	64.5	42	57
E - 5	170.5	1.70	11.5	56	36.5	49	71
E - 6	135.5	1.60	15	64	52.5	42	71
E - 7	179	2.45	24	120.0	46	57	71
E - 8	153	1.65	14	67.5	37.5	57	71
E - 9	155.5	1.90	19.5	100.0	38.5	42	71
E -10	149	2.30	18	127.0	63	57	71
E- 11	143.5	1.60	16.5	83.5	40.5	42	71
E- 12	135	1.70	17	78.5	35	42	71
E- 13	173	2.30	21	127.5	51	42	71
E- 14	168	2.25	23	103.5	50.5	42	71

**Cuadro 2. Rendimiento por Ha en kg de grano.**

Colección	kg/Ha	Nº de plantas
E-1 Guinda Humanguina	4,091.667	765,00
E-2 Oscar Blanco	6,288.889	641,666
E-3 Blanca glomerulada	4,567.778	593,888
E-4 Dorada	4,928.333	713,333
E-5 Noel Viet-Meyer	4,610.000	586,666
E-6 Negra	3,932.222	687,777
E-7 IMA	3,762.777	428,333
E-8 Rosada cristalina	4,799.444	733,333
E-9 Morada cristalina	5,171.111	753,333
E-10 Crema cristalina	4,582.777	695,555
E-11	4,738.888	641,666
E-12	4,738.888	641,666
E-13	6,328.888	567,222
E-14	5,807.222	587,222

- Se encontró que las colecciones E-1, E-2, E-3, E-4 y E-6, son colecciones de período vegetativo corto, mientras que E-5 y E-7 son colecciones tardías.
- Las colecciones estudiadas no mostraron diferencias resaltantes en cuanto a la adaptación en la zona de cultivo.

#### **IV. CONCLUSIONES**

- Las colecciones E-13, Oscar Blanco (E-2) y E-14, son las más promisorias en rendimiento para esta zona en estudio sobrepasando los 6,000 TM/Ha.
- No es recomendable para esta localidad las colecciones E-7 y Noel Viet-Meyer (E-5), por ser de período vegetativo largo y/o tardío.
- La presencia de plagas y enfermedades en las colecciones estudiadas no tuvo mucho significación, ya que el cultivo de achita mostró ser tolerante a las plagas.

#### **V. BIBLIOGRAFIA**

BANCO AGRARIO DEL PERU 1986. Amaranto o Kiwicha (modernas perspectivas para un cultivo antiguo). 48 pp.

BECKER, R., y SANDERS R.M., 1986. Cereals research unit. El amaranto y su potencial. Boletín N° 1. Marzo.

KALINOWSKI, L. S., 1983. El pequeño gigante. El amaranto y su potencial. Boletín N° 2. Junio.

FRIES, A.M., TAPIA N. M. Los cultivos andinos en el Perú. INIPA-Sector agrario.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989. The crops of the Incas. Washington D.C. p. 139-147.

## **AVANCES EN LA INVESTIGACION DEL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus sp.*), EN LA PROVINCIA DE JUJUY-ARGENTINA**

Alberto J. ANDRADE y Berta de ANDRADE  
Universidad Nacional de Jujuy - Facultad de Ciencias Agrarias.  
Jujuy - Argentina

### **I. INTRODUCCION**

En la provincia de Jujuy, (Argentina) las zonas áridas y semiáridas representan más del 60 % de su superficie total.

Los factores ambientales allí predominantes tales como sequías prolongadas, heladas y desertificación, sumados a procesos de migración y marginalidad de sus habitantes, han producido profundas alteraciones en la economía, en los patrones de consumo y en la práctica agrícola, misma que ha declinado constantemente o se ha perdido.

Esas premisas, avalan la necesidad de que tanto la producción como el desarrollo de cultivos en estas áreas debe orientarse hacia plantas adaptadas a las condiciones regionales.

El amaranto, *Amaranthus sp.*, posee atributos que le confieren el carácter de "cultivo estratégico" para estas áreas, estos son: capacidad para resistir y/o tolerar factores ambientales adversos (sequías, heladas, suelos salinos sódicos, suelos de PH bajo, etc.), variabilidad genética que excede a la de la mayoría de los cultivos comerciales, elevada rusticidad y alto valor nutritivo.

Por lo anteriormente expuesto, y debido a que la sequía es el factor ambiental que más limita la producción agrícola, su estudio ha llegado a ser prioritario.

Con el objeto de aplicar el Modelo Matemático I para Evaluar la Resistencia a Sequía, propuesto por Muñoz, (1989), se probaron 12 genotipos de amaranto, (2 locales y 10 introducidos) en dos localidades con diferencias termopluviométricas. En este trabajo se presentan los resultados preliminares.

### **II. MATERIALES Y METODOS**

#### **1. Localización del Ensayo**

Se establecieron los experimentos en dos localidades: Hornillos (Dpto. de Tilcara, prov. de Jujuy-Argentina), situada a 2350 m.s.n.m., con una precipitación pluvial media anual de 160 mm; y Humahuaca (Prov. de Jujuy-Argentina) situada a 2900 m.s.n.m. con precipitación media anual de 190 mm.

#### **2. Material genético y diseño experimental**

Se utilizaron semillas de dos genotipos locales (colectados de la Quebrada de Humahuaca) y diez genotipos introducidos de Cuzco-Perú.

En ambos experimentos se utilizaron diseños en bloques al azar con doce tratamientos y tres repeticiones.

#### **3. Datos experimentales**

Se evaluaron, días a floración inicial, media y final, intensidad de marchitez, follaje, intensidad de color, proporción de hojas secas, altura de la parte aérea y rendimiento de grano por planta.

En las localidades se registraron las precipitaciones acumulativas y las temperaturas extremas semanales, con estaciones meteorológicas integradas por un termómetro de máxima y mínima y un pluviómetro de acumulación semanal. Con los datos se graficaron las variaciones ocurridas en cada localidad ( Figuras 1 y 2).

**III. RESULTADOS Y DISCUSION**

Los genotipos de T (Tilcara) estuvieron sujetos a condiciones de mayor T°C y humedad que los de Huamahuaca (H) (figs. 1 y 2).

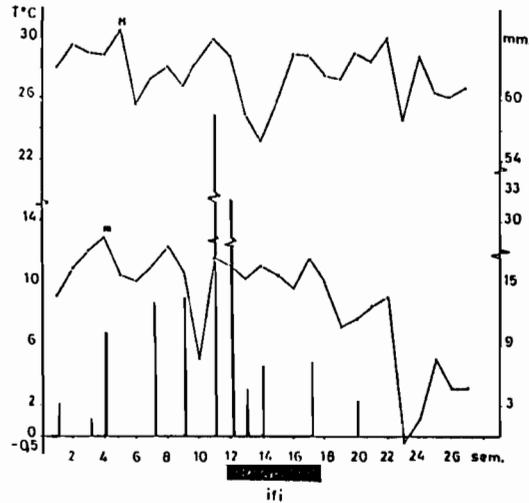


Fig. 1: Precipitación (mm) y Temperaturas (T°C) semanales durante el desarrollo de las plantas en la localidad de Tilcara. ifi= intervalo de floración inicial. M y m T°C Máximas y mínimas respectivamente.

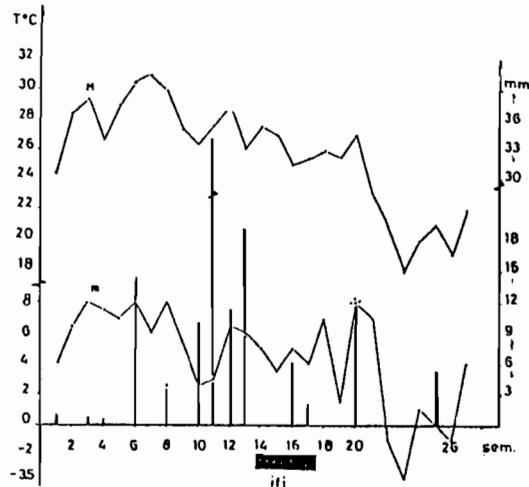


Fig. 2: Precipitación (mm) y Temperaturas (T°C) semanales durante el desarrollo de las plantas en la localidad de Huamahuaca. ifi= intervalo de floración inicial. M y m T°C Máximas y mínimas respectivamente.

En H y T, 38A y 44A presentaron rendimientos superiores. Se observó diferencia estadística para  $p < .01$  entre localidades. En H, siete genotipos se helaron con  $T^{\circ}C$  de  $-3.5^{\circ}$  (Cuadro 1 y 2).

El rendimiento en T (con 153.3 mm de proceprecitación) fué satisfactorio, ello coincide con lo señalado por diversos autores (1, 2, 3). La variable altura de planta se muestra diferente ( $p < .01$ ) entre localidades; 38A y 294AB de H presentaron altura superior. Los genotipos de H mostraron mejor calificación de follaje, intensidad de color, y menor intensidad de marchitez y proporción de hojas secas (Cuadro 1).

En H y T, el grupo de precocidad 2 y 3 ha mostrado mejores rendimientos de grano (Cuadro 1 y 2). En H, los grupos que completaron su ciclo fueron 1 y 3. El intervalo de días a inicio de floración, fué más amplia en T (Figuras 1 y 2; Cuadro 2).

**Cuadro 1 Promedios de diferentes variables de los 12 genotipos en las localidades de Huamahuaca (H) y Tilcara (T)**

Genotipos	x Rendimiento gramos / planta		D.L.S.	x Altura Planta c m		D.L.S.	MARCHITEZ FOLLAJE				INTENSIDADCOLOR		PROP. HOJAS SECAS	
	H	T		H	T		H	T	H	T	H	T	H	T
44 A	28.46	71.07	**	161.8	179.63	**	1.4	1.2	1.4	1	1.8	1	2.2	1.2
38 A	64.8	134.72	**	176.71	162.67	**	1.4	1.6	2	1	1.4	1	2.6	1.2
294 AB	30.5	37.65	**	149.54	111.38	**	1.2	1	1.2	1	1.2	1	1.8	1.6
CVR	41.88	25.6	**	71.63	78.88	**	3.2	4.4	3.2	4.2	3	4.6	3	4.2
683	28.34	20.96	**	49.71	78.84	**	2.2	2	1	2.2	2.2	2	2.6	1
10 C	47.18				101.81		1.6	1.4	1.4	2.4	1.6	1	2.6	1.6
13 B	29.23				144.84		1.8	1.4	1.4	2.6	1.8	1	2.4	1
32 AA	18.47				75.71		1.6	1.4	1.4	2.4	2	1	1.8	1.2
483	33.47				71.21		2.2	2	2	1.8	2.2	4	1	2.2
32 A	24.83				86.46		2.2	1.8	1.8	2	1.4	3.6	1.4	2
48 A	27.8				153.75		1.6	1.8	1.8	2.2	2.6	1	2.6	1
Mtg	34.83				84.58		1.2	1.6	1.6	2.8	2.2	1	1.4	1.6

\*\*Altamente significativo; + Escala: 1, el mejor;5, el peor; /Plantas heladas.

**Cuadro 2 Promedios de días a floración y grupos de precocidad de 12 genotipos *Amaranthus spp.* en Humahuaca (H) y Tilcara (T)**

Genotipos	GRUPOS DE											
	INICIAL		MEDIA				FINAL		PRECOCIDAD*			
	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T
44 A	105	94	118	112	133	143	3	4				
38 A	100	100	116	118	133	140	3	3				
294 AB	105	110	118	123	133	151	3	2				
CVR	118	100	132	112	149	127	1	3				
683	120	100	140	110	155	147	1	3				
10 C	/110	110	/132	127	/	161	1	2				
13 B	/110	83	/132	100	/	140	2	5				
32 AA	/120	d110	/	127	/	161	2	2				
483	/122	118	/140	140	/	161	1	1				
32 A	/122	118	/	123	/	140	1	1				
48 A	/108	100	/123	118	/	170	2	3				
Mtg	/108	83	/124	100	/	118	2	5				

\*Escala: 1, tardío; 5, precóz; / Plantas heladas

**IV. BIBLIOGRAFIA**

BOSTID. 1989. Kiwicha. en: Lost Crops of the Incas. Little-Kownm Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation.National Academy Press.

COVAS, G. 1987. Fitomejoramiento de los Amarantos. En: actas de las Primeras Jornadas Nacionales sobre Amarantos. Santa Rosa, L. P. Argentina.

- DEVADAS, V. S.; P. K. GOPALAKRISHNAN y K. V. PETER, 1986. Estabilidad fenotípica de los amarantos. En "El Amarantho y su Potencial".Boletín # 1 publicado por la Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- FAINE, L. B.; HARDWOOD, R. R. ; KAUFFMAN, C. S. y SENFT, J. P. Amaranth, Gentle Giant of the Past and Future, pp. 3-60.
- GREENE, M. P. 1983. Programa de Amarantho de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América. En: El Amarantho y su Potencial. Boletín No. 1. Publicado por la Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- JAIN, S. 1983. Nuevos y Mejores Cultivos para la Conservación de Agua en Tierras Aridas. Genética y Fitomejoramiento del Amarantho. En: El Amarantho y su Potencial. Boletín No. 4. Publicado por la Of. Edit. de Archivos Latinoameric. de Nutrición.
- KAUFFMAN, C. 1984. Grain Amaranth, an Overview of Reserch and Produccion Metods, Rodale Research Center, Kutztown, PA. USA..
- MONTECINOS, y LEMCOFF, J. 1987. Tolerancia a Sequía en Amaranthos.Bases Fisiológicas y Variabilidad Genotípica. Proyecto de Investigación y Resultados Preliminares. En: Actas de las Primeras Jornadas Nacionales sobre Amaranthos. Santa Rosa, L. P. Argentina, pp. 19-33.
- MUÑOZ, O. A. y RODRIGUEZ, O. 1988. Models to evaluate Drought Resistence. Abstracts. International Conference on Drylanda Farming Amarillo, Brushland Texas. U. S. A. pp. 7.
- , 1989. Modelo Matemático I para evaluar la resistencia a sequía, casos I a VI. IV Congreso Latinoamericano de Genética y II Congreso Peruano de Genética. pp. 21.
- ODTOJAN, R. 1983. El Amarantho una Cosecha Promisoria Descuidada.En: El Amarantho y su Potencial. Boletín No. 4 Publicado por la Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición.

## FERTILIZACION POR DENSIDAD DE SIEMBRA EN ACHITA (*Amaranthus caudatus*, L.)

Efigenio NUÑEZ

Investigador Agrario. Estación Experimental Agropecuaria. Canaán INIAA.

### I. INTRODUCCION

En el Perú, como en Bolivia, Ecuador y el Norte de Argentina, la achita (*Amaranthus caudatus* L) fue extensamente cultivada en el pasado y actualmente se cultiva en pequeñas parcelas en los valles interandinos, hasta los 3.400 m.s.n.m., en asociación con maíz y otros cultivos; su producción es utilizada por los pequeños agricultores para autoconsumo.

Los agricultores ayacuchanos siembran la achita sin fertilización química o sintética, algunas veces aplican los abonos orgánicos (estiércol vacuno y/u ovino).

### II. OBJETIVOS

Los estudios de fertilización química en esta especie en la región no existen, por ello, el Programa de Investigación en Cultivos Andinos (PICA) de la Estación Experimental Agropecuaria Canaán-INIAA, ha ejecutado el presente estudio con los siguientes objetivos:

- Determinar los niveles óptimos de fertilización nitrogenada en achita
- Conocer las densidades de siembra más adecuadas
- Determinar las interacciones económicamente más adecuadas

### III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue conducido en Canaán (2.720 m.s.n.m.) propiedad de la Estación Experimental Agropecuaria Canaán-INIAA, jurisdicción del Distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, durante tres campañas agrícolas 1985-86, 1986-87 y 1987-88.

El Diseño Experimental fue de Bloques Completos al Azar, con un arreglo factorial, con 4 repeticiones; las parcelas estaban conformadas por 4 surcos de 5.0 m. de longitud y 0.80 m. entre surcos.

El material genético evaluado fue el ecotipo local CCA-013 (Achita guinda), proveniente del Banco de Germoplasma de la EEA Canaán; previa una evaluación de adaptación, características morfológicas y agronómicas; así se tiene panoja decubente de color guinda, de grano amiláceo, precoz, tolerante a la sequía y al ataque de plagas.

La evaluación de los aspectos cualitativos y la cosecha se efectuó en los dos surcos centrales.

Se consideraron 12 tratamientos conformados por los siguientes factores:

Niveles de fertilización	Densidades de siembra
1. F <sub>0</sub> : 0-0-0 de NPK	1. D <sub>1</sub> : 2Kg/Ha
2. F <sub>1</sub> : 40-80-20 de NPK	2. D <sub>2</sub> : 3Kg/Ha
3. F <sub>2</sub> : 80-80-20 de NPK	3. D <sub>3</sub> : 4Kg/Ha
4. F <sub>3</sub> : 120-80-20 de NPK	

La fertilización fué hecha a chorro continuo al costillar del surco y luego se cubrió con tierra; se fraccionó el nitrógeno (1/3 N a la siembra y 2/3 N al aporque), el fósforo y el potasio a la siembra. La semilla se distribuyó a surco corrido.

Las fechas de siembra y cosecha por campaña agrícola se observan a continuación:

CAMPAÑA AGRÍCOLA	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE COSECHA
1985 - 86	5-11-85	26-03-86
1986 - 87	18-11-86	07-04-87
1987 - 88	16-11-87	31-03-88

Se realizaron las prácticas culturales necesarias para este cultivo.

Durante el crecimiento vegetativo se evaluaron la fecha de floración, altura de planta y longitud de panoja; a la cosecha: el peso de grano, peso de biomasa por planta y peso de grano por parcela para determinar el rendimiento.

Las condiciones climáticas bajo las cuales se desarrollaron los experimentos se observan en los Gráficos No. 1, 2 y 3. Para tal se registraron cada año, los datos meteorológicos diarios de temperatura máxima y mínima y precipitación, con los cuales se calculó el Balance Hídrico.

El climatograma correspondiente a la campaña agrícola de 1985-86 muestra una mayor cantidad de precipitación (684 mm), con una regular distribución del régimen de lluvias y del contenido de agua en el suelo durante el período de crecimiento de plantas. (Gráfico 1)

En 1986-87 se presentó una menor cantidad de precipitación (395.6 mmm) con un déficit de agua en el suelo muy temprano durante el crecimiento de las plantas. (Grafico 2)

Durante la campaña agrícola de 1987-88, se observó regular cantidad de precipitación (488.3 mm) con una regular distribución de lluvias y de contenido de agua en el suelo, durante el período de crecimiento de las plantas. (Gráfico 3)

Comparando estos climatogramas con el correspondiente al promedio de 10 años de la misma Estación Meteorológica que presenta un promedio de la precipitación de 562.7 mm podemos caracterizar la campaña agrícola 1985-86 como un "año agrícola húmedo", y las campañas agrícolas 1986-87 y 1987-88 como "años agrícolas secos".

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Según el Análisis de Varianza Combinado de los efectos de niveles de fertilización por densidad de siembra en el rendimiento de Achita, durante tres campañas agrícolas (Cuadro 1), se observan altas diferencias estadísticas para los años (A), Niveles de Fertilización (NF), Densidad de Siembra (D), Interacción Niveles de Fertilización por Años y para la Interacción Densidad de Siembra por Años.

En el Cuadro No. 1 se han ubicado en los primeros lugares durante las tres campañas agrícolas, los niveles de fertilización 120-80-20 y 80-80-20 de NPK con rendimientos más altos, siendo en promedio de los tres años agrícolas 2.6 y 2.2 TM/Ha, respectivamente sin diferencias estadísticas; ello se explica a que las plantas de Achita se comportan muy bien a altas dosis de fertilización Nitrogenada y además es uno de los cultivos no gramíneas que realiza fotosíntesis vía  $C_4$  ya que contiene una anatomía foliar especializada, denominada anatomía Kranz, lo que permite tener una alta eficiencia fotosintética, por lo que la achita se adapta fisiológicamente para crecer y producir en ambientes desfavorables para otras plantas, Nieto (1989), De La Cruz Lapa (1987). Durante la campaña agrícola 1987-88, en los 4 niveles de fertilización se ha obtenido rendimientos superiores en relación a las dos primeras campañas agrícolas, ello puede explicarse a una regular cantidad de precipitación, por que las plantas de achita de alguna manera son tolerantes a la sequía.

En cuanto a la densidad de siembra, sobresale la Densidad de 3Kg/Ha en los años 1985-86 (2.4 TM/Ha) y 1987-88 (2.6(TM/Ha) con excepción de 1986-87, donde se destaca el de 4 Kg/Ha con 1.8 TM/Ha. En promedio de tres años agrícolas la mejor densidad fue de 3 Kg/Ha con 2.2 TM/Ha de rendimiento,

seguido de 4 Kg/Ha sin diferencia estadística (Cuadro 3).

Efectuando el Análisis Económico para los niveles de nitrógeno, se encontró mejor beneficio neto para el agricultor con el nivel de 120-80-20 de NPK, con una Tasa de Retorno Marginal de 172%; es decir, el agricultor al invertir 1/1 recupera 1/ 1 + 1/1.72, por lo tanto se recomienda el uso de 120 unidades de Nitrógeno para el cultivo de Achita, para las condiciones de la zona en estudio (Cuadro 4).

De igual manera, según el Análisis Económico para la Densidad de Siembra se obtuvo el mejor Beneficio Neto para el agricultor con la densidad de siembra 3 Kg/Ha, con una Tasa de Retorno Marginal de 170% lo que significa que el agricultor al invertir 1/1.0, recupera 1/1.0 + 1/1.70; por lo que se debe recomendar a los agricultores el uso de 3 Kg/Ha de semilla de Achita para la zona de estudio (Cuadro 5).

**Cuadro 1. Análisis de Varianza Combinado de los Efectos de Niveles de Fertilización por Densidad de Siembra en el Rendimiento de Achita, durante tres campañas agrícolas: 1985-86, 1986-87 y 1987-88, Canaán**

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.
Años (A)	2	13.9048	6.9524
Rep/Años	9	0.8691	0.0965
Niveles de Fertilización (NF)	3	29.5659	9.8553
Densidad de Siembra (D)	2	3.5452	1.7726
Int. NF * D	6	1.7220	0.2870
Int. NF * A	6	4.3326	0.7221
Int. D * A	4	2.1438	0.5359
Int. NF * D * A	12	13.4393	0.1357
Error Combinado	99	70.8900	
Total	143		

C.V. = 18.25%

**Cuadro 2. Rendimiento (TM/Ha) de Achita por efecto de Niveles de Fertilización en tres campañas agrícolas, Canaán**

Niveles de Fertilización (NPK)	Rendimiento (TM/Ha) ALS (T) 5% (*)			Promedio
	1985-86	1986-87	1987-88	
120-80-20	2.953 a	1.889 a	2.858 a	2.567 a
80-80-20	2.376 ab	1.764 a	2.539 a	2.226 a
40-80-20	1.859 bc	1.524 ab	2.463 ab	1.949 ab
0- 0- 0	1.299 c	1.209 b	1.489 b	1.332 b

(\*) Niveles de Fertilización Unidos por una misma letra no son diferentes estadísticamente.

**Cuadro 3. Rendimiento (TM/Ha) de Achita por efecto de la Densidad de Siembra en tres campañas agrícolas, Canaán**

Densidad de Siembra	Rendimiento (TM/Ha) ALS (D) (*)			Promedio
	1985-86	1986-87	1987-88	
3 Kg/Ha	2.434 a	1.549 ab	2.644 a	2.209 a
4 Kg/Ha	2.021 ab	1.751 a	2.291 ab	2.021 ab
2 Kg/Ha	1.910 b	1.490 b	2.074 b	1.825 b

(\*) Densidad de Siembra unidas por una misma letra no son diferentes estadísticamente.

GRAFICO No 1: TEMPERATURAS MAXIMA, MEDIA Y MINIMA Y BALANCE HIDRICO. PROMEDIO MENSUAL. CAMPAÑA AGRICOLA 1985-86. ESTACION METEOROLOGICA DE PAMPA DEL ARCO (2.761 m.s.n.m.).

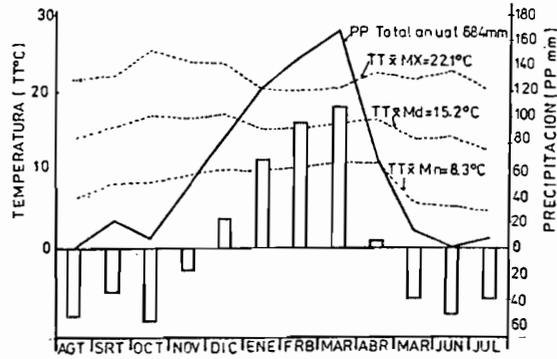


GRAFICO No 2: TEMPERATURAS MAXIMA, MEDIA MINMA Y BALANCE HIDRICO. PROMEDIO MENSUAL CAMPAÑA AGRICOLA 1986-87. ESTACION METEOROLOGICA DE PAMPA DEL ARCO (2.761 m.s.n.m.).

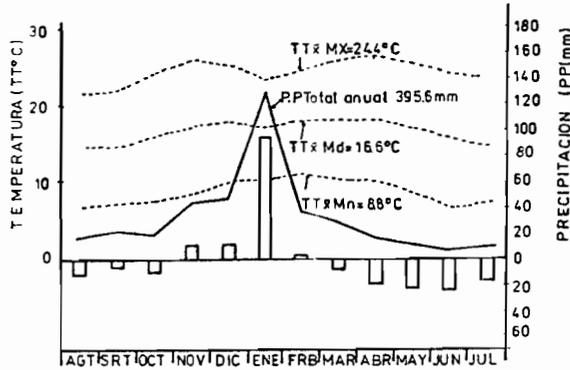
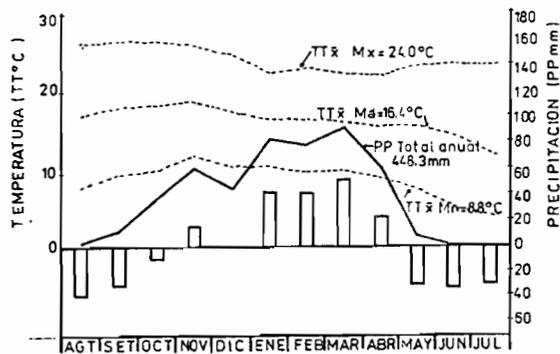


GRAFICO No 3: TEMPERATURAS MAXIMA, MEDIA Y MINIMA Y BALANCE HIDRICO. PROMEDIO MENSUAL. CAMPAÑA AGRICOLA 1987-88. ESTACION METEOROLOGICA DE PAMPA DEL ARCO (2.761 m.s.n.m.).



**Cuadro 4. Análisis Económico por efecto del Nivel de Fertilización en Achita (*Amaranthus caudatus* L) en promedio de tres campañas agrícolas, Canaán**

Niveles de Fertilización (Kg/Ha)		C. V	BN	TRM
0 - 0 - 0	NPK	1.675.456	123.044	32%
40 - 80 - 20	NPK	2.306.205	324.795	154%
80 - 80 - 20	NPK	2.453.465	551.035	172%
120 - 80 - 20	NPK	2.612.557	852.443	189%

CV : Costos Variables (l./Ha)  
 BN : Beneficios Netos (l./Ha)  
 TRM : Tasa de Retorno Marginal  
 TAMIR : Tasa Mínima de Retorno 100%

**Cuadro 5. Análisis Económico por efecto de la Densidad de Siembra en Achita (*Amaranthus caudatus* L) promedio de tres campañas agrícolas. Canaán**

Densidad de Siembra	Costos Variables (l./Ha)	Beneficio Netos l./Ha	Tasa de Retorno Marginal	Tasa Mínima de Retorno
2 Kg/Ha	2.113.612	350.888		
3 Kg/Ha	2.305.008	676.992	170	100 %
4 Kg/Ha	2.393.520	334.980 (D)		

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se condujo el presente trabajo y de acuerdo a las discusiones de los resultados se puede concluir:

- Según el Análisis de Varianza Combinado, se encontró altas diferencias estadísticas para los Años, Niveles de Fertilización, Densidad de Siembra y las Interacciones Nivel de Fertilización por Años y Densidad de Siembra por Años.
- El mayor rendimiento genera mejor ingreso económico a favor del agricultor, utilizando el nivel de fertilización 120-80-20 de NPK.
- En cuanto a la Densidad de Siembra se obtuvo mejor rendimiento y beneficio económico con la densidad de siembra de 3 Kg/Ha.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- COCHRAN, W. G. y COX, C. M. 1985. Diseños Experimentales. 1ra. ed. en español. Edit. Trillas S.A. México.
- DE LA CRUZ LAPA, G. y VALLADOLID, R. J. 1987. Clasificación de los cultivos Andinos en plantas de fotosíntesis C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> de acuerdo a las características anatómicas de mesófilo de la hoja. In: Revista Cultivos Andinos. UNSCH/PICA. Ayacucho-Perú 24-35.
- NIETO C., 1989. El cultivo de amaranto (*Amaranthus spp*) una alternativa agronómica para Ecuador. Publicación Miscelánea No. 52. INIAP/CLID. Quito-Ecuador.
- NUÑEZ A., E.A. 1988, 1986. Fertilización por densidad en Achita. In: Memoria Anual de la Estación Experimental Ayacucho. CIPA XVIII Ayacucho-Perú.
- , 1989. Fertilización por ecotipos en Achita. In: Informes Finales de los Experimentos y Semilleros de los Cultivos Andinos, correspondiente a la Campaña Agrícola de 1988-89. EEA-Canaán/PICA. Ayacucho-Perú.
- SUMA KALINOWSKI, L. s/f. El pequeño gigante. Programa Nacional de la Kiwicha. UNICEF/INIPA-CIPA XVI. Cusco-Perú.



## EFFECTOS DE FECHA DE SIEMBRA EN TRES ESPECIES DE *Amaranthus sp.* (Resultados preliminares)

Alberto J. ANDRADE y Berta de ANDRADE  
Universidad Nacional de Jujuy - Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina.

### I. INTRODUCCION

Actualmente, existe un interés creciente por el cultivo de amarantos graníferos y hortícolas. Sin embargo, los estudios generados en torno a ese cultivo en la Provincia de Jujuy (Argentina), son escasos e incompletos y no han reportado conclusiones.

### II. OBJETIVOS

Atendiendo a ello, los objetivos del presente trabajo son:

- Evaluar el efecto de fechas de siembra sobre caracteres agronómicos de *A. cruentus*, *A. mantegazzianus* y *A. caudatus*.
- Evaluar sus características morfológicas.

### III. MATERIALES Y METODOS

En ensayo se realizó en la E. E. Hornillos, Jujuy (Argentina). Se emplearon tres genotipos, el local: *Amaranthus mantegazzianus* (A2) y dos introducidos: *A. cruentus* (A1) y *A. caudatus* (A3); los tratamientos de siembra fueron cuatro (B1, B2, B3 y B4), uno cada veinte días a partir de Noviembre 1. Se evaluó con factorial de 4 x 3 en diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. El tratamiento B4 no se evaluó, pues los amarantos maduraron a los 13 cm de altura.

Los datos tomados fueron días a: inicio de emergencia, emergencia plena, inicio de floración, floración plena, inicio de fructificación y fructificación plena; altura de parte aérea al inicio de floración, longitud promedio de panojas y rendimiento de granos.

### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Las variables más relevantes fueron días a floración, y a fructificación, altura de la parte aérea a floración y rendimiento de grano. El comportamiento de los caracteres días a floración inicial, altura de parte aérea, longitud de panoja y rendimiento, en los tratamientos B2 y B3 permitieron observar que las tres especies presentaron dehiscencia, esto es floración prematura antes de alcanzar suficiente incremento vegetativo, ello explicaría el bajo rendimiento observado. Este resultado concuerda con el señalado por Devadas *et al* (1986).

*A. mantegazzianus* presentó el mayor rendimiento en grano bajo el tratamiento de siembra B1 y B2, por su parte, *A. cruentus* presentó el rendimiento más bajo (Figura 2).

## V. CONCLUSIONES

- De las tres especies estudiadas *A. cruentus* fue la más precoz y *A. caudatus* la más tardía (Cuadro 1).
- Los tratamientos de siembra B2 y B3 permitieron observar que las tres especies presentaron dehiscencia (Cuadro 1, Figura 1).
- En función del mayor rendimiento alcanzado, el tratamiento de siembra B1 se perfila como la fecha de siembra más apropiada.

**Cuadro 1: Días a inicio de floración (IF) y fructificación (F)**

TRAT.	ESPECIE	I.F.X TRAT.	C.V.%	F X TRAT	C.V.%
B1	A1	85	7.8	106	9.94
B2		73 78.3		100 97.67	
B3		77		91	
B1	A2	95	10.19	109	7.95
B2		80 85.0		103 101.67	
B3		80		93	
B1	A3	108	7.07	127	8.35
B2		99 100.93		114 116.33	
B3		94		108	

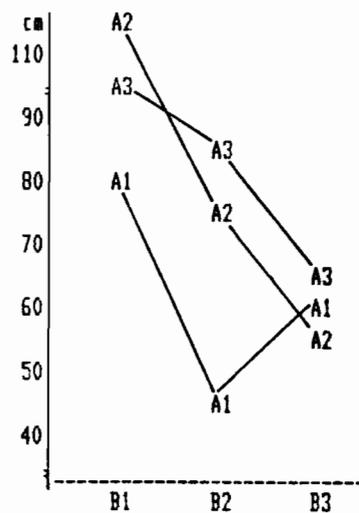


fig. 1

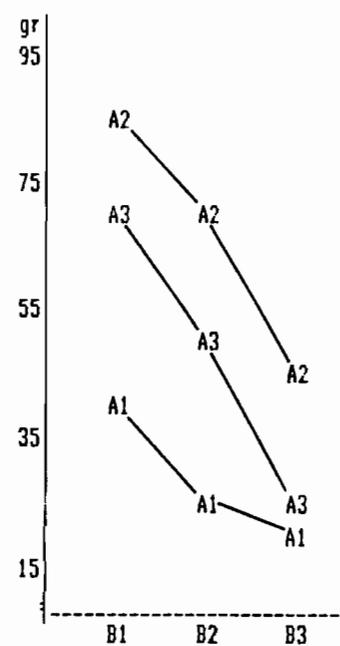


fig. 2

Influencia de los tratamientos de siembra (B1, B2, B3) en las especies (A1, A2, A3) en los caracteres Altura de planta al inicio de floración (fig. 1) y rendimiento de granos por planta (fig. 2).

**Cuadro 2: Análisis de varianza para las variables altura de planta al inicio de floración (IF) y rendimiento de grano (R)**

	TRA	TA	MIEN	TOS			ES	PE	CIES
	t	t	A X B	B1	B2	B3	A1	A2	A3
I.F.									
C.M.	2044.3	62.88	515.91	1173.0	3426.9	1876.4	1172.5	1537.7	22.46
F	82.18	2.84	23.26	52.89	154.5	84.61	52.86	69.33	1.01
Signif.	**	**	**	**	**	**	**	**	
C.M.e	22.18								
R.									
C.M.	2207.4	5.79	217.76	423.61	1701.3	2230.7	2151.4	1977.3	960.9
F.	449.5	1.18	44.35	86.27	346.51	454.34	438.1	402.72	195.7
Signif.	**	**	**	**	**	**	**	**	
C.M.e	4.91								

Existen diferencias estadísticas altamente significativas { $P < 0.01$ }. La prueba. D.L.S. ha revelado diferencias estadísticas altamente significativas. (Cuadro 2).

## VI. BIBLIOGRAFIA

- BOSTID, 1989. Kiwicha. en: Lost Crops of the Incas. Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. National Academy Press.
- COVAS, G. 1987. Fitomejoramiento de los Amarantos. En: actas de las primeras Jornadas Nacionales sobre Amarantos. Santa Rosa, L. P. Argentina.
- DEVADAS, V. S.; P. K. GOPALAKRISHNAN y K. V. PETER, 1986. Estabilidad fenotípica de los amarantos. En "El Amaranto y su Potencial". Boletín # 1 publicado por la Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- FAINE, L. B.; HARDWOOD, R. R. ; KAUFFMAN, C. S. y SENFT, J. P. Amaranth, Gentle Giant of the Past and Future, pp. 3-60.
- GREENE, M. P. 1983. Programa de Amaranto de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América. En: El Amaranto y su Potencial. Boletín No. 1. Publicado por la Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- JAIN, S. 1983. Nuevos y Mejores Cultivos para la Conservación de Agua en Tierras Áridas. Genética y Fitomejoramiento del Amaranto. En: El Amaranto y su Potencial. Boletín No. 4. Publicado por la Of. Edit. de Archivos Latinoamer. de Nutrición.
- KAUFFMAN, C. 1984. Grain Amaranth, an Overview of Research and Production Methods, Rodale Research Center, Kutztown, PA. USA..

MONTECINOS, y LEMCOFF, J. 1987. Tolerancia a Sequía en Amarantos. Bases Fisiológicas y Variabilidad Genotípica. Proyecto de Investigación y Resultados Preliminares. En: Actas de las Primeras Jornadas Nacionales sobre Amarantos. Santa Rosa, L. P. Argentina, pp. 19-33.

MUÑOZ, O. A. y RODRIGUEZ, O. 1988. Models to evaluate Drought Resistance. Abstracts. International Conference on Dryland Farming, Amarillo, Brushland Texas. U. S. A. pp. 7.

-----, 1989. Modelo Matemático I para evaluar la resistencia a sequía, casos I a VI. IV Congreso Latinoamericano de Genética y II Congreso Peruano de Genética. pp. 21.

ODTOJAN, R. 1983. El Amaranto una Cosecha Promisoria Descuidada. En: El Amaranto y su Potencial. Boletín No. 4 Publicado por la Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición.

## EFECTOS DE LA COSECHA DE HOJAS EN EL RENDIMIENTO DE GRANO DE LA KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)

Luz GOMEZ PANDO<sup>1</sup>, Johnny HAUPAYA A.<sup>2</sup>

1 Profesora principal Dpto. de Fitotecnia. Universidad  
Nacional Agraria La Molina.

2 Ex alumno, Facultad de Agronomía. Universidad Nacional  
Agraria La Molina.

### I. INTRODUCCION

Las especies de Amaranthus empleadas en la alimentación humana son cultivos de reconocido valor por la calidad de la proteína de sus granos y de sus hojas. Las hojas de Amaranthus también son ricas en proteínas, vitaminas y minerales, hecho que ha sido comprobado en muchos estudios.

La posibilidad de ampliar el uso de la kiwicha como hortaliza y grano, en zonas donde el cultivo de verduras es limitado, cobra importancia.

### II. OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto de la cosecha de hojas en el rendimiento de granos en variedades y genotipos utilizados en la producción comercial en el país.
2. Determinar el momento óptimo de cosecha de hojas para su uso como hortaliza (contenido de proteína y fibra):

### III. MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en La Molina, Lima-Perú a una altitud de 251 m.s.n.m., en un suelo de origen aluvial, profundo y de buen drenaje interno.

El diseño experimental empleado fue el de parcelas divididas, en bloque completo al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos en estudio estuvieron distribuidos del siguiente modo:

parcelas	:	Genotipos
sub parcelas	:	Momento de cosecha de hojas

Los genotipos estudiados fueron las variedades comerciales Oscar Blanco y Noel Vietmayer y dos colecciones ampliamente sembradas en Ancash y Apurímac (Andahuaylas).

Las cosechas de hojas se realizaron con intervalos de siete días a partir de los 30 días después de la emergencia de las plántulas, estableciéndose 5 momentos de cosecha. Se incluyó un testigo sin cosecha de hojas.

Los parámetros evaluados fueron:

1. Porcentaje de proteína en hojas (Método de "Micro-Kjeldhal").
2. Porcentaje de fibra en hojas (Método de Van-Soest).
3. Evaluación del rendimiento del grano (Kg/ha).

La conducción del cultivo se realizó siguiendo las modalidades empleadas en un campo comercial. La dosis de abonamiento aplicada fue de 60-60-0 kg/ha de N-P-K, todo a la siembra.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 1. Rendimiento de grano (kg/ha)

En el cuadro 1 (anexo), se presentan los rendimientos promedios obtenidos para cada variedad en relación con el momento de cosecha de hojas

El genotipo Selección UNALM-Ancash fue el más rendidor, alcanzando su rendimiento más alto, igual a 3334 kg/ha, con cosecha de hojas a los 37 días; valor superior al del testigo sin cosecha de hojas, que produjo 3140 kg/ha. El rendimiento más bajo fue 1594 kg/ha, con cosecha de hojas a los 51 días.

Oscar Blanco fue el siguiente genotipo de mayor rendimiento de grano, el valor más alto igual a 2180 kg/ha. se logró con cosecha de hojas a los 44 días y el más bajo con cosecha de hojas a los 37 días y fue igual a 1313 kg/ha; el testigo sin cosecha de hojas produjo 2086 kg/ha.

Los genotipos de Noel Vietmayer y la Selección UNALM-Andahuaylas tuvieron rendimientos muy bajos en todos los tratamientos y en los testigos, llegando en promedio de producción de granos el primer genotipo a los 546.8 kg/ha y el segundo a los 351.5 kg/ha.

En el Cuadro 2 se presenta el análisis de variancia para rendimiento de grano, donde se puede apreciar que existe significación estadística sólo para genotipos. La Prueba de Duncan (Cuadro 3), nos indica que los rendimientos de grano de Oscar Blanco y la Selección UNALM-Ancash no difieren significativamente entre si, pero sí con los otros genotipos. Analizando los momentos de cosecha de hojas y su efecto en el rendimiento se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo.

##### 2. Determinación del % de proteína en hojas

En el cuadro 1, se presenta el % de proteína de las hojas de los genotipos de kiwicha en cinco momentos de cosecha. Como se puede apreciar los valores son similares siendo el promedio del experimento igual a 23.5 %. El análisis de variancia, Cuadro 2, muestra significancia para momentos de cosecha. Se nota en general para todos los genotipos mejores contenidos de proteínas a los 44 y 51 días.

##### 3. Porcentaje de fibra en hojas

El Cuadro 1, muestra el % de fibra de los cuatro genotipos en los cinco momentos de cosecha, el promedio general de fibra fue de 20.82 %. El análisis de variancia respectivo muestra significación estadística para genotipos, momentos de cosecha y la interacción genotipo-momento de cosecha, (Cuadro 2). El genotipo Noel Vietmayer se caracteriza por un bajo % de fibra, que en promedio llega a los 14.29 %, seguido del genotipo Oscar Blanco con 19.09 %. Los genotipos UNALM-Ancash u UNALM-Andahuaylas alcanzan en promedio 26.17 y 23.74 % de fibra respectivamente. Estos últimos niveles de % de fibra superar el % de fibra para hojas empleadas como hortaliza, por lo tanto son menos digeribles.

En general el % de fibra se incrementa en los primeros días de crecimiento y luego tiende a decrecer a partir de los 37 días para luego empezar a incrementarse los 45 días con excepción del genotipo Noel Vietmayer, cuyo % de fibra sigue decreciendo los 51 días para luego aumentar al igual que en los casos anteriores.

La interacción genotipo-momento de cosecha de hojas nos muestra que los genotipos tienen % de fibras de hojas diferentes en cada momento de cosecha.

Cuadro Nº 1

Rendimiento Kg/Ha., % de proteína y % de fibra promedio de 4 genotipos de kiwicha en cinco momentos de cosecha de hojas.  
La Molina, 1987 - 1988.

GENOTIPOS	Sin cosecha (T) Rdto.	MOMENTOS DE COSECHA DE HOJAS														
		30 días			37 días			44 días			51 días			58 días		
		Rdto.	%P	%F	Rdto.	%P	%F	Rdto.	%P	%F	Rdto.	%P	%F	Rdto.	%P	%F
Noel Vietnayer	563	656	23,3	6,9	492	22,2	27,1	703	24,7	12,9	469	25,7	10,2	398	23,1	14,2
Oscar Blanco	2086	1314	23,1	9,2	1430	22,5	27,6	2180	22,6	14,6	1675	24,1	29,0	1669	23,1	14,9
Selecc. UNALM- Ancash	3141	2039	23,2	25,7	3334	22,7	28,5	2672	25,2	15,5	1594	24,3	30,0	2555	23,9	31,1
Selecc. UNALM- Arequiyas	352	305	23,5	26,3	328	21,9	27,6	398	24,1	16,9	305	23,9	27,9	422	23,0	19,9
Promedio por momento de cosecha	1535	1084	23,3	17,1	1371	22,4	27,7	1488	24,1	14,9	1061	24,5	24,3	1336	23,4	20,0

**Cuadro 2** Resumen de los cuadrados medio de ANVA rendimiento de grano (kg/ha), % de proteína y % de fibra de cuatro genotipos de kiwicha bajo la influencia de cinco momento de cosecha de hojas.

	G. L.	Rendimiento Grano Kg/ha C. M.	% Proteina	% Fibra
Bloques	3	5.0051	3.032	0.071
Genotipo	3	26.1127*	3.062	553.266**
Error parcela	6	2.7923	0.990	2.4166
Momento cosecha	5	0.6435	11.487**	434.951
Momento x genotipo	15	0.5054	1.572	122.779**
Error sub parcela	63	0.3060	1.652	2.7285
TOTAL	95			
C.V. Parcela		21.2%	1.86 %	1.49 %
Sub parcela		10.56%	1.16 %	1.98 %

**Cuadro 3** Resultados de la prueba de duncan para genotipos y momentos de cosecha de hoja en función al rendimiento de grano (kg/ha) de kiwicha

VARIABLE	GENOTIPOS	RENDIMIENTO	SIGNIFICACION 0.05	
Rendimiento	Selección Ancash (C)	2539.06	a	
Grano Kg/Ha	Oscar Blanco (B)	1812.37	a	
	Noel Vietmayer (A)	546.87	b	
	Selecc. Andahuaylas(D)	351.56	b	
VARIABLE	MOMENTOS DE COSECHA	RENDIMIENTO	SIGNIFICACION 0.05	
Rendimiento	Sin cosechar hojas c0	1535.15	a	
Grano kg/ha	a 44 días	c3	1488.28	a
	a 37 días	c2	1371.08	a
	a 58 días	c5	1335.93	a
	a 30 días	cl	1083.98	a
	a 51 días	c4	1060.54	a

## V. CONCLUSIONES

1. Entre los genotipos estudiados destacan la Selección UNALM-Ancash que alcanzó el rendimiento de grano más alto e igual a 2539 kg/ha, en promedio, seguido de Oscar Blanco con un rendimiento promedio igual a 1812 Kg/ha.

El análisis del efecto de la cosecha de hojas sobre el rendimiento nos muestra que la cosecha de hojas no influye significativamente en el promedio final del grano.

2. El momento óptimo de cosecha de hojas aptas para el consumo como hortaliza estaría entre los 44 días y 51 días después de la emergencia de la plántula considerando el % de proteínas y fibras.
3. Del total de genotipos estudiados, se puede apreciar que la variedad Oscar Blanco puede ser empleada en siembras de doble propósito (hortaliza-grano), la Selección UNALM-Ancash como un cultivo netamente granífero, Noel Vietmayer como un cultivo hortícola. La selección UNALM-Andahuaylas fue la de más bajo rendimiento de grano y calidad de hojas (alto % de fibra) no siendo recomendable su cultivo en condiciones de La Molina.

## VI. BIBLIOGRAFIA

EARLY, D. K. 1984. Cultivation and uses of Amaranth in contemporary Mexico. Catholic University. Washington D.C. pag. 48-50

GRUBBEN, G. J. H. 1980. Cultivation methods and growth analysis of vegetable Amaranth with special reference to South Benin. Proceedings of The Second Amaranth, Conference. Rodale Press. Inc., Emmaus, Pennsylvania, USA.

NATIONAL ACADEMY PRESS. 1984. Amaranth. Modern Prospects for an Ancient Crop. Washington D. C. 81 pag.

RODALE PRESS. Inc. 1980. Proceedings of The Second Amaranth Conference, held at Kutztown, Pennsylvania, USA. Rodale Press. Inc. Emmaus, Pennsylvania. USA. 184 pp.



## **DAÑOS DEL BARRENADOR DEL TALLO (*Coleoptera: Curculionidae*) EN GERMOPLASMA DE "ACHITA" (*Amaranthus caudatus* L) EN AYACUCHO**

Julio VILCA y Antonio JERI  
Programa de Investigación de Cultivos Andinos.  
Universidad de Huamanga.

### **I. INTRODUCCION**

Uno de los tantos cultivos que el hombre andino supo "criar", es la "Achita" o "Kiwicha"; planta sagrada e indispensable en las fiestas ceremoniales y en los rituales del pago a sus deidades, por ello, fue desacralizada y perseguida por los españoles, por considerarla planta mágica, diabólica, que les daba poder, sabiduría y fuerza; a pesar de todo, jamás pudieron desaparecerla, por el apego de ambos (Hombre-planta) dentro de la cultura.

En la actualidad, muy poco se ha hecho por revalorarla a pesar de conocer sus virtudes; contiene de 14 a 16 % de proteína, es portador de uno de los aminoácidos esenciales para el hombre; la lisina, en cantidades que sólo podría compararse con la leche.

La Universidad de Huamanga, no ajena a la problemática, viene conservando y estudiando diversos cultivos, a través de su Programa de Investigación en Cultivos Andinos; y dentro de ella, el Area de Entomología, dadas las consideraciones de que cada lugar, cada chacra, tienen sus propias particularidades, desde 1984 a la fecha, en las diversas campañas, viene evaluando las plagas que afectan a la "Achita", en el germoplasma con que cuenta, para un mejor manejo y cuidado de este cultivo.

### **II. ANTECEDENTES**

Las escasas referencias de las plagas que dañan a la "Achita" (*Amaranthus cuadatus* L.) y sobre todo para Ayacucho en particular, permitió realizar evaluaciones de los daños de diversas plagas en este cultivo.

En la campaña 84-85, en el germoplasma sembrado en Wayllapampa a 2500 m.s.n.m., se encontró una gran variación de la incidencia del daño causado por las plagas foliares, "Minadores de Hoja" (*Diptera: Anthomyiidae*), "Esqueletizador y Pegador de Hoja" (*Lepidoptera: Pyralidae*) y los "Perforadores de Hoja" (*Lepidoptera: Noctuidae*) y (*Coleoptera: Chrysomelidae*); debido a la distribución no uniforme de la plaga. En la campaña 85-86 la presencia del "Minador de Hoja" no es estable, sin embargo, aparece el "Cortador de Pedúnculo de la Inflorescencia" (*Gryllus arsimilis*) y el "Perforador de Hoja" (*Diabrotica* sp.), estos relacionados a la mayor precipitación en esta campaña (Flores y Vilca, 1986)

En la campaña 87-88, el "Perforador de Hoja" (*Lepidoptera: Noctuidae*), arrasó completamente el germoplasma, pero esta vez, su gradación se debió probablemente a la reducción de sus controladores biológicos por el abuso de insecticidas en parcelas vecinas con frijol, dado que después de minuciosas observaciones, se detectó muchos chinches (*Podisus* sp.), muertos en los campos de frijol y estos mismos alimentándose de larvas de este Noctuidae que defoliaban a la "Achita" (Vilca, 1990), razón que obligó sembrar el germoplasma en la localidad de La Viñaca a 2418 m.s.n.m. en la campaña 88-89; lugar donde se presentó en magnitud el curculiónido en estudio.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **1. Lugar de evaluación**

Las evaluaciones del Barrenador del tallo de la "Achita", (*Coleoptera: Curculionidae*), se realizó en los campos de cultivo de multiplicación de 14 entradas locales de *Amaranthus caudatus* L., pertenecientes al Programa de Investigación en Cultivos Andinos (PICA) de la Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, campo de cultivo ubicado en la localidad de La Viñaca a 2418 m.s.n.m., Distrito de San José de Ticllas, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.

## 2. Metodología de Evaluación

A los 3.5 meses de la siembra del cultivo, cuando la "Achita" estaba en pleno llenado de granos, los tallos de algunas plantas de las diferentes entradas, mostraban signos característicos del año, pasando desapercibidos en un inicio por desconocimiento; después de una minuciosa observación, previo a un corte longitudinal del tallo en el área afectada, se pudo encontrar larvas curculioniformes en su interior; entonces, se procedió a evaluar las plantas dañadas de los 2 surcos centrales de cada parcela, en dos bloques con 14 entradas cada uno, tomando al azar 10 plantas por surco y un total de 40 en ambos bloques por cada entrada, cada bloque contiene los 14 ecotipos randomizados completamente al azar.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Características del daño

Al observar los tallos de la planta, en un inicio se nota pequeños puntitos de entrada de la larva, generalmente 2, a partir de cada punto y alrededor del cual, se forma un halo rojo, diferenciable cuando el tallo es de color verde; si realizamos un corte longitudinal en el área afectada, encontramos a la larva barrenando la médula del tallo hacia abajo, dependiendo del tamaño de la larva debido a la edad; ésta estará más distante del punto de entrada y será mucho más fácil de reconocer.

### 2. Morfología del curculionido barrenador del tallo

Las larvas son ápodas curculioniformes, de color blanco cremoso, con cabeza marrón distinguible, llegando a medir 6 x 3 mm, aproximadamente. La pupa es del color de las larvas y de tipo libre o exarate; el adulto cambia a color marrón, lleva antena geniculada y proboscis corto; los élitros y el torax con pubescencia fina; alcanza 5 x 2.5mm. del tamaño. Todo lo descrito al ser criados en laboratorio en los mismos tallos recolectados en el campo.

### 3. Número y porcentaje de plantas de "Achita" dañadas por el Curculionido

El Cuadro 1 muestra el número de plantas dañadas y el porcentaje de los mismos dentro de las 40 plantas tomadas de cada una de las 14 entradas. En este Cuadro podemos notar que el porcentaje de plantas afectadas en los diferentes ecotipos varía desde inmunes con 0% hasta 20%; considerando a las entradas E<sub>2</sub>, (0 %), E<sub>11</sub>, (2.5%), E<sub>14</sub>, (2,5 %) y E<sub>5</sub> (5 %) como las menos dañadas o poco preferidas por este insecto y a la entrada E<sub>13</sub> (20 %) como la preferida o la más afectada. Además, un gran grupo intermedio conformado por E<sub>8</sub>, E<sub>9</sub>, E<sub>10</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub>, E<sub>7</sub>, E<sub>12</sub>, E<sub>1</sub> y E<sub>6</sub> con porcentajes de plantas dañadas que varía de 7.5 a 12.5 %.

Cabe mencionar que durante la evaluación también se observó sobre el cultivo, otros insectos dañinos como los pulgones (*Homoptera: Aphididae*) de color verde, larvas "Perforadores de Hojas" (*Lepidoptera; Noctuidae*), *Diabrotica sp.* (*Coleoptera: Chrysomelidae*), coleópteros de la familia *Meliridae* y una gran variedad de controladores biológicos adultos como *Eriopis sp.*, *Cycloneda sanguinea*, *Hyppodamia convergens*, *Symnus sp.* (*Coleoptera: Coccinellidae*); *Podisus sp.* (*Hemiptera: Pentatomidae*) y estados larvales de *Coccinélidos*, *Syrophidos*, *Chrysopidos* y ninfas de *Podisus* que probablemente regulaban a sus presas.

**Cuadro 1. Número y porcentaje (%) de plantas dañadas por el curculionido en 14 entradas de germoplasma de "Achita". La Viñaca 2418 m.s.n.m.**

CODIGO E.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Total plantas	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Plantas Dañadas	5	0	4	4	2	5	4	3	3	3	1	4	8	1
% Ptas Dañadas	12.5	0	10	10	5	12.5	10	7.5	7.5	7.5	2.5	10	20	2.5

## V. CONCLUSIONES

Los daños causados por el "Barrenador del Tallo" de la "Achita", tiene como signo característico un halo rojo alrededor del punto de entrada de la larva y la destrucción de la médula del tallo.

El "Barrenador del Tallo" de la "Achita" pertenece a la familia Curculionidae, especie no identificada.

El porcentaje de plantas dañadas en el germoplasma por el Curculiónido varió de 0 % a 20 %.

Las entradas E<sub>2</sub>, E<sub>11</sub>, E<sub>14</sub> y E<sub>5</sub> pueden considerarse como poco preferidos por el insecto, con daños que varían de 0 - 5 %.

El ecotipo E<sub>2</sub> que no presentó ninguna planta afectada (0 %), podría considerarse como inmune, en relación a E<sub>13</sub> en el extremo opuesto con el máximo (20 %) porcentaje de plantas afectadas.

Las entradas E<sub>8</sub>, E<sub>9</sub>, E<sub>10</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub>, E<sub>7</sub>, E<sub>12</sub>, E<sub>1</sub> y E<sub>6</sub> con porcentaje intermedio de plantas dañadas, variando de 7.5 a 12.5 %.

## VI. BIBLIOGRAFIA

FLORES, et al. 1986. Evaluación de daños causados por las plagas foliares de la "Achita" (*Amaranthus caudatus* L.). Ayacucho. Revista de Cultivos Andinos-PICA-Ayacucho, 52-72 pp.

VILLCA J.D. 1990. Los agroquímicos en la agricultura andina. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSCH. Vol I, 149-159 pp.



## ENFERMEDADES DE LA KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) EN AYACUCHO (2750 m.s.n.m.)

F. BARANTES DEL AGUILA

Programa de Investigación en Cultivos Andinos,  
Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, Ayacucho, Perú

### I. INTRODUCCION

La kiwicha o achita es una planta de excelentes características biológicas y agronómicas, representadas por un concierto armonioso de cultivares de gran belleza. Es cultivada escasamente en Ayacucho, comparado con las mayores extensiones de Cusco, Apurímac, Huancavelica y Ancash; aún así, ya ha adquirido un reconocimiento justo por su gran valor nutritivo y sabor agradable, pero es muy baja la oferta en los mercados y su precio a poco alcance de la mayoría.

Su cultivo presenta varias dificultades para el agricultor, que inducen a un desaliento, cuando las condiciones mesológicas perjudican el crecimiento de las plantas. Existen pocos lugares adecuados para la siembra, que ofrezcan condiciones favorables del suelo, disponibilidad de agua y sanidad ambiental; esta especie responde muy bien a las buenas condiciones de cultivo.

Los principales problemas son los insectos y la falta de agua en el suelo. Las enfermedades del follaje aún no son tan dañinas como las plagas, pero se muestran potenciales.

Los problemas de sanidad y de manejo, que se presentan durante el cultivo y en instancias previas, guiaron nuestros objetivos a registrar todas aquellas alteraciones, sean parasitarias o abióticas, que perjudican al crecimiento y la producción, y tener así los fundamentos técnicos que ayuden a evitar los daños.

### II. MATERIALES Y METODOS

Las muestras enfermas para diagnóstico procedieron de cultivos experimentales, de germoplasmas y de chacras de campesinos de las localidades de Huanta, Muyurina, Ayacucho y La Viñaca, cuyas alturas van de 2450 a 2750 m.s.n.m. Los resultados hasta el momento son producto de cuatro años de observación continua, tiempo en el que ocurrieron variaciones climáticas que regularon la presencia de tales enfermedades.

El material enfermo se analizó a nivel macro y microscópico, con las representaciones gráficas respectivas y un estudio preliminar de la fisiología parasitaria, de los aspectos epifitológicos y de los stress abióticos.

Por la escasez de información sobre enfermedades de la kiwicha, se presenta dibujos de síntomas a escala real y morfología de las estructuras fungosas, ambos con la mayor aproximación. Para las no parasitarias sólo se ha obtenido el aspecto descriptivo de síntomas y algunos registros fotográficos.

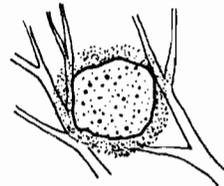
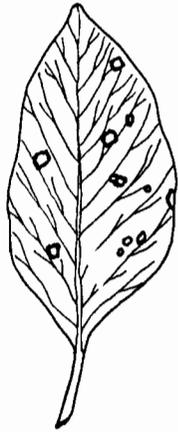
### III. RESULTADOS

De las observaciones microscópicas y aislamientos efectuados en muestras frescas de follaje y de los registros macroscópicos de otras alteraciones, se logró obtener cinco micosis foliares y una radicular; dos enfermedades de tipo virótico; dos de tendencia micoplásmica y tres por factores no parasitario. El reporte que se presenta ahora, como una primera aproximación con sustento de varias observaciones, tiene la siguiente descripción:

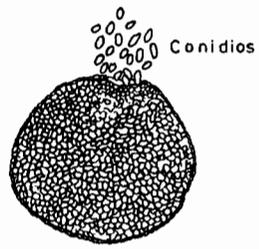
#### **Roya Blanca** (ref.5)

Esta es la más frecuente y ataca a casi todos los cultivares produce defoliación y grandes pústulas con enrojecimientos que deterioran la clorofila. El agente causal es el hongo *Albugo sp.* (orden Peronosporales) y está distribuido en todos los lugares de siembra, siendo favorecido por la alta humedad. Se transmite con facilidad por el viento, causando daños a nivel de planta adulta antes

FIG 1 Achita: Mancha pajiza circular



Picnidio en mancha necrotica



Picnidio

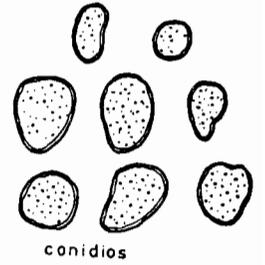
Phyllosticta sp

FIG.2 Achita

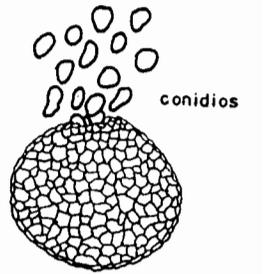


Necrosis  
Macrónica foliar

Macrophoma sp



conidios



conidios

Picnidios

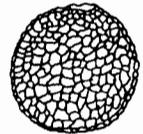
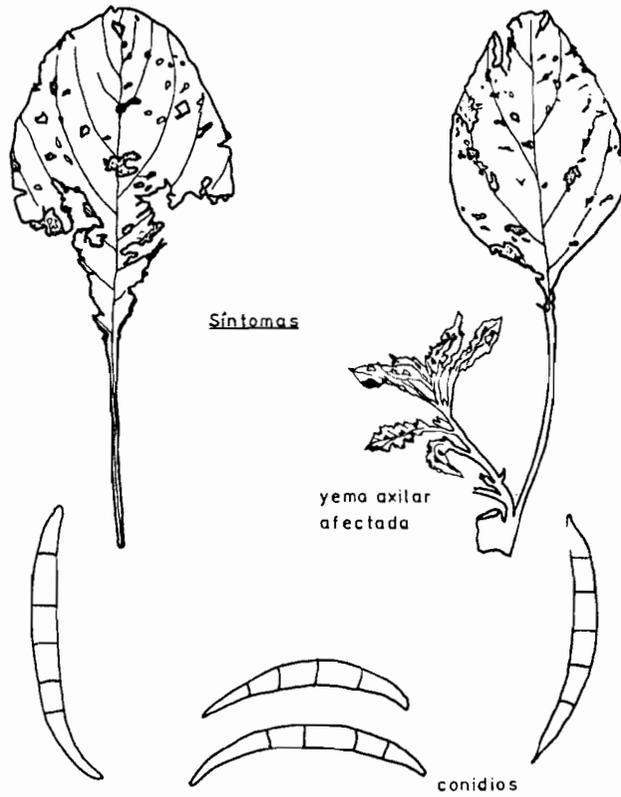
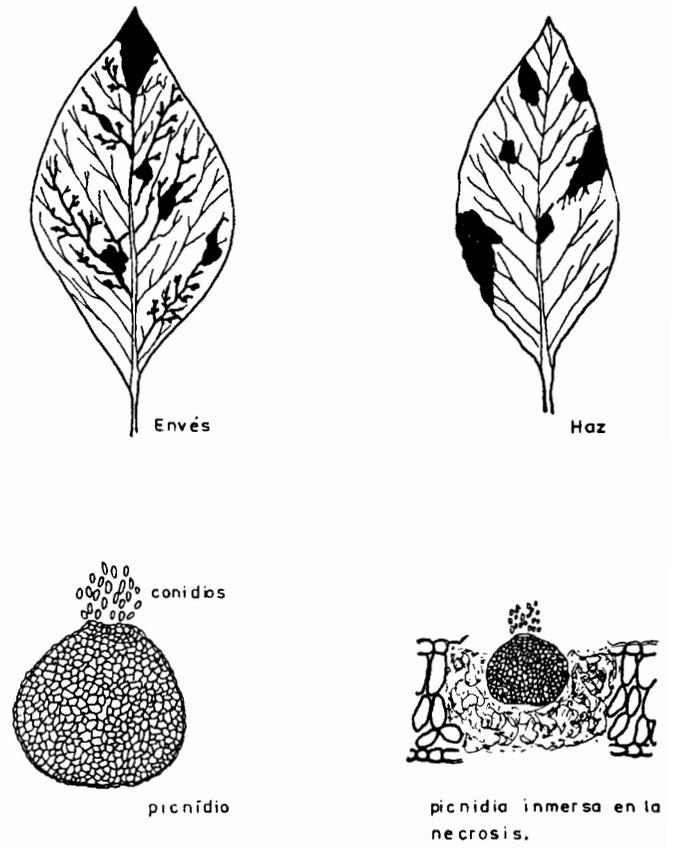


FIG.3 Achila "Fusariosis"



Fusarium roseum

FIG 4 Achila: Necrosis de nervaduras



Phoma sp.

de la floración y permanece infectando hasta el final del cultivo.

## 2. **Necrosis de nervaduras** (ref.4)

Por el haz de las hojas, los síntomas se presentan como manchas necróticas, irregulares, grandes, marrón oscuro; es característico ver en el envés fuerte necrosis de nervaduras. En estado avanzado de necrosis aparecen zonas cloróticas alrededor de las manchas. En las necrosis se forman picnidias y conidias del género *Phoma*; el hongo está presente sólo en algunos lugares, donde es más frecuente el cultivo de la achita, y es favorecido por la alta temperatura. Su transmisión es también por viento, pero mucho más por agua de lluvia, con presencia de vientos. Los daños son fuertes en hojas superiores y del tercio medio de la planta, antes y después de la floración, permaneciendo la sintomatología, mientras dure el cultivo (Figura 4).

## 3. **Mancha pajiza circular** (ref.4)

Esta enfermedad es esporádica y depende mucho del clima y de la presencia suficiente de inóculo. Las manchas necróticas son redondeadas, pajizas y rodeadas por una zona rojizo-morada. Las hojas del tercio medio de la planta están más atacadas. En la necrosis aparecen picnidias con conidias unicelulares del género *Phyllosticta*. Los daños a la planta no son significativos, puesto que se manifiesta tolerancia durante el período corto de infección (Figura 1).

## 4. **Necrosis macrótica foliar** (ref.4)

Otra alteración esporádica y de menor intensidad en las hojas, que puede pasar desapercibida, pero permanece como potencial por la susceptibilidad de las plantas. Las necrosis son irregulares, de color rojizo marrón y bordes poco definidos, ubicadas a lo largo de nervaduras secundarias; de mayor claridad por el haz y difusas por el envés, con alguna necrosis de nervaduras. Se observó al inicio de aparición de la inflorescencia. En la necrosis aparecen picnidias con conidias hialinas, unicelulares y grandes, del género *Macrophoma* (Figura 2).

## 5. **Fusariosis foliar** (ref. 5)

Esta enfermedad causa daños foliares bastante significativos en algunas variedades que se muestran susceptibles. También depende de la presencia y cantidad del inóculo en el lugar de cultivo. No está muy distribuida y a veces puede no ser vista porque las condiciones favorables (alta humedad y temperatura moderada), generalmente no son prolongadas. El diagnóstico indicó la presencia del hongo *Fusarium roseum*, cuyos micelios son abundantes en las hojas y brotes tiernos axilares afectados.

La necrosis es fuerte y los tejidos de las hojas se destruyen y desprenden rápido, dando aspecto a la planta de haber sido atacada por insectos masticadores. Los brotes y hojas tiernas son los más afectados por el hongo. En los tallos aparecen necrosis localizadas abultadas que se revientan y agrietan; internamente se forman cientos de ascocarpos diminutos, redondos, oscuros y macroconidias del hongo. En la inflorescencia no hay ataque del hongo, pero su crecimiento se reduce (Figura 3).

## 6. **Virosis** (ref. 4 y 5)

Son poco frecuentes, pero desde que se ampliaron las superficies de siembra e ingresaron muchos cultivares para prueba, la incidencia aumentó a un 5 %. Una de las virosis presenta un enanismo severo con mosaico generalizado; el tamaño de las plantas se reduce en un 80%, y de la panoja pequeña se obtienen algunos granos.

En otro caso las plantas presentan poco enanismo y un mosaico errático, es decir solo aparece en algunas hojas y al azar; esta virosis se transmite por semilla y en los tejidos infectados se encuentran partículas virales isométricas de 30 nanómetros; la planta enferma alcanza a producir pocos granos de los cuales sólo algunos de ellos portan el virus.

## 7. Alteraciones de tipo mico-plasmico (ref. 4 y 5)

- a) La virescencia de la panoja es ya un síntoma frecuente en la variedad "Oscar Blanco". La alteración se presenta cuando la panoja ya está formada, es decir antes de la floración; la planta adulta no presenta otros síntomas, de modo que parecería una planta normal. El verdeamiento se va acentuando y la panoja enferma se diferencia de las otras sanas por el color verde algo oscuro. Lo más significativo, es que en esta panoja verde no se forman granos por la deformación o alteración de todas las flores masculinas y femeninas. Solo pueden formar granos en número escaso. Aún no se tiene evidencias de transmisión por semillas o si se trata de una alteración de origen genético.
- b) Otro caso, aún sin comprobación etiológica, es el síntoma "escoba de bruja", en plantas ya adultas, que presentan muchos brotes o tallos secundarios en reemplazo del tallo principal; cada uno de estos tallos tiene semejante longitud y sus panojas formadas son pequeñas o no se forman. Asimismo, proliferan los tallitos que surgen de las axilas de las hojas. La planta presenta un síntoma general de enanismo. Es una enfermedad de baja incidencia y no se conoce su modo de transmisión.

## 8. Alteraciones abióticas (ref 4 y 5)

- a) La falta de agua es un factor crítico durante las primeras edades del cultivo y en el período de formación de los granos; sin embargo, pasada cierta etapa fisiológica, la planta adquiere tolerancia al déficit de agua y concentra sus energías a producir granos en desmedro del crecimiento en altura y en follaje. En general, es una planta que utiliza bien el agua disponible, cuando está adulta, pero la germinación y el posterior crecimiento de la plántula resultan sumamente perjudicados por deficiencia hídrica.
- b) El granizo intempestivo es más perjudicial en planta adulta que las heladas, sobre todo porque perjudica a la inflorescencia, y en estado maduro se desprenden todos los granos. Las hojas y en general, el follaje son tolerantes al golpe de granizo, cuando no es de gran intensidad.
- c) El suelo es también importante en la expresión de síntomas de deficiencia, particularmente de microelementos (Mg, Fe, Zn) y nitrógeno, sobre todo en suelos pesados, pero no constituye un problema cuando se fertiliza el cultivo. Estos síntomas pueden presentarse en cultivos asociados sin abonamiento o en cultivos solos en suelos pobres.

## 9. Observaciones generales

El cultivo de la kiwicha es más atacado por plagas y enfermedades en las zonas bajas, abrigadas y con mayor humedad (en el aire y en el suelo); pero en ausencia de ellas el cultivo se vé favorecido y la producción alcanza altos valores de Kgs. de grano por hectárea. En cambio, en los lugares a mayor altura donde se cultiva mucho menos, los problemas fitosanitarios son menores y las plantas crecen y producen en menor proporción.

En evaluaciones de germoplasma de achita se encontró cultivares tolerantes a factores adversos y de buen rendimiento, que aún continúan probándose y se muestran promisorios para diferentes condiciones ecológicas.

## IV. BIBLIOGRAFIA

AEDO PAREJA, M y BARRANTES DEL A. F. 1989. Fenología y rendimiento de catorce cultivares de achita (*Amaranthus caudatus*) en La Viñaca (2450 m.s.n.m.), Ayacucho. Tesis de Graduación, Universidad de Huamanga (en prensa).

BARRANTES DEL AGUILA, F. et al. 1986. Reporte de fitoparásitos fungosos asociados a enfermedades en cultivos andinos en Ayacucho. Revista Cultivos Andinos, PICA-UNSC, año II, vol 2, No. 1 pp. 29-52.

- y MENDOZA GASTULO, E. 1987. Nuevas enfermedades en cultivos de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), olluco (*Ullucus tuberosus*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y camote (*Ipomoea batata*) en Ayacucho. Revista Cultivos Andinos, PICA-UNSCH, año III, vol III, No. 1 pp. 36-50
- . 1989. Mas enfermedades en cultivos andinos. Nuevos reportes para achita (*Amaranthus caudatus*), achira (*Canna edulis*), arveja (*Pisum sativum*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), calabaza (*Cucurbita ficifolia*), camote (*Ipomoea batata*), haba (*Vicia faba*), zapallo (*Cucurbita máxima*), y yacón (*Polumnia sonchifolia*). Revista Cultivos Andinos, PICA-UNSCH, año IV, vol IV, No. 1 (En prensa).
- . 1990. Registro de nuevas micosis y otras alteraciones en achita (*Amaranthus caudatus*), camote (*Ipomoea batatas*) y cayhua (*Cyclanthera pedata*). Confirmaciones fungosas en maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*). Revista Cultivos Andinos, PICA-UNSCH año V, vol V, No. 1 (En Prensa).

## MANUAL DE CAPACITACION NUTRICIONAL DE AMARANTO

Renate KIETZ  
Iniciativa Pro-Amarantho, Bolivia

### I. INTRODUCCION

El amaranto es una planta casi perdida, se sigue cultivando escondida entre el maíz, en los valles de Perú y Bolivia. Las zonas de presencia y consumo de este grano en Bolivia son los valles de Tarija, Chuquisaca y Cochabamba en primer lugar. El amaranto se dice también que es "El olvidado alimento del Inca", porque en la época precolonial española este alimento alcanzó su máxima utilización y expansión. La invasión española en el siglo XVI, produjo un cambio brusco en la civilización andina, su cultura, su agricultura y sus costumbres alimenticias. Muchos cultivos andinos sufrieron un colapso más o menos grave. El amaranto pues es un grano sobreviviente de la invasión española. Ahora, es el siglo en que renace este gran alimento para contribuir al mejoramiento nutricional de la población boliviana.

La planta, como el grano-fruto, es parecido a la Quinoa, pero contiene la ventaja de ser directamente consumible, sin la necesidad de lavarlo por la ausencia de saponina o cualquier principio de amargo. Tostado, es un producto muy agradable, tanto en cuanto al sabor, como a la textura y aspecto. En cuanto al valor nutritivo no hay diferencias notables entre ambos granos.

Este trabajo presenta "El Manual de Capacitación Nutricional Sobre el Valor y Uso del Grano Amaranto" en su título "El Amaranto-Olvidado Alimento de los Incas", acompañado de láminas didácticas de ayuda visual para la persona instructora, material educativo para un curso alimentario nutricional para adultos, como base de promoción nutricional del Amaranto.

Los objetivos de éste trabajo son:

1. Rescatar el amaranto como alimento nativo de Bolivia, para su autoconsumo en las zonas rurales, para la producción agrícola y para la introducción de hábitos nutricionales en la población urbana.
2. Difundir conocimientos alimenticio - nutricionales de los alimentos en general y del valor del Amaranto en particular.
3. Instruir a adultos, en base al manual, en primer lugar mujeres, como responsables de la reproducción.

### II. MATERIALES Y METODOS

#### 1. Método

Cada vez mas se reconoce el importante papel que la educación nutricional juega en la solución de la desnutrición Boliviana.

El presente trabajo quiere ser base de una enseñanza abierta y comunicativa, tanto en el área rural como urbana de Bolivia.

El manual respeta el gran porcentaje de los analfabetos como un grupo meta de la educación popular.

Los contenidos del presente manual se orientan al rescate y reintroducción del Amaranto a la dieta familiar Boliviana.

En su uso se aconseja una didáctica de complementación de teoría y práctica. Quiere decir, realizar las clases intercalando una charla teórica con una aplicación técnica de la preparación de alimentos.

Estas prácticas son las más eficaces para la adquisición de hábitos alimentarios. Se recomienda utilizar los productos de la región o zona.

La teoría nutricional se orienta al método de la clasificación de los alimentos en los tres grupos, según la importancia nutricional: 1º: el grupo formador (proteína); 2º: el grupo protector (vitaminas y minerales); y 3º: el grupo energético (carbohidratos y grasas).

El método incorpora el Amaranto al grupo de los cultivos andinos y promueve el consumo de ciertos alimentos nativos de alto valor nutricional como la quinua, la cañahua, el tarhui, etc.

El manual habla también de ciertas prácticas y técnicas en la cocina que influyen en el valor nutricional de la comida y da algunas ideas de mejoramiento.

La parte teórica termina con el manejo de la basura como problema real de Bolivia y causa de muchas enfermedades infecciosas.

Al final del manual se encuentra una colección de varias recetas con su explicación para preparación de comidas en base al Amaranto.

## **2. Material**

El manual quiere ser un resumen para los participantes del curso sobre valor y uso del Amaranto. El material didáctico para la persona instructora comprende varias láminas que ilustran los temas y son una ayuda visual para las personas participantes del cursillo.

## **III. RESULTADOS Y DISCUSION**

El rescate del casi olvidado cultivo andino del "Amaranto" se facilita mucho en regiones donde hay todavía conocimientos del grano. Por este motivo la realización de varios cursillos en base al presente manual fue en primer lugar en Tarija, tanto en el área rural como urbana. Se considera Tarija como el departamento de primer orden en el rescate del amaranto por su costumbre y comercialización tradicional en la Fiesta de Santa Anita del 26 de julio de cada año. Gracias a esta fiesta hay en Tarija un conocimiento relativamente manifestado.

Se ha visto en la realización de estos cursillos que el aspecto regional-nutricional es muy importante para una buena reintroducción en la dieta diaria. En este aspecto se debe investigar más.

La unión de la teoría con la práctica como método de los cursillos, mostró un buen resultado y mucho interés en el grupo meta, en su mayoría mujeres.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Siendo el Amaranto una especie de gran valor nutritivo, con contenidos altos de proteínas de buena calidad y de minerales esenciales, este grano puede usarse para reemplazar otros granos en muchas preparaciones culinarias y en raciones para animales. Su contenido de lisina, es casi tres veces mayor que el del maíz y el doble del que contiene el trigo.

Tomando en consideración los problemas alimenticios de Bolivia, se vislumbra en el amaranto un alimento que puede mejorar este serio problema.

La desnutrición en términos de proteínas y calorías es alta a nivel nacional y tiene su mayor incidencia en la población infantil. Se indica que uno de cada dos niños presenta deficiencias antropométricas en el área rural de Bolivia y una mortalidad muy elevada en la primera infancia.

En el análisis causal de la problemática alimentaria nutricional se deberá analizar los ingresos económicos, la producción, la distribución, el consumo y la utilización de los alimentos. Por eso el rescate del Amaranto como alimento nutritivo implica también la producción agrícola. Respecto a la producción agropecuaria en general se observa una caída de la producción nacional, como consecuencia de la importación de alimentos y de las "Donaciones" de alimentos, especialmente el trigo.

El hábito nutricional de la mayoría de la población está formado por alimentos elaborados con materia prima importada (por ejemplo: fideos, etc). La donación de alimentos impide la independencia de la producción nacional.

Un movimiento del rescate del Amaranto con su objetivo de la reintroducción de alimento al hábito alimenticio, reactivará también el potencial agrícola.

Esta situación a generado un movimiento en el campo de la alimentación y nutrición en coordinación con la agricultura y con la pequeña industria boliviana. La educación alimentaria nutricional sería el primer paso para promocionar la reintroducción de productos nativos en Bolivia.

## V. BIBLIOGRAFIA

CENTRO DE ESTUDIOS RURAL ANDINO "BARTOLOME DE LAS CASAS". 1988. Cultivos andinos. Importancia nutricional y posibilidades. Cusco, Perú.

CENTRO MESOAMERICANO SOBRE TECNOLOGIA APROPIADA. 1978. El tzetz o bledo (Amaranto): Una planta alimenticia de origen mesoamericano que tiene muchas propiedades, pero que se está olvidando. (CEMAT). Guatemala.

CORDE - CUSCO COPACA. 1987. Aliméntese mejor con cultivos andinos. Cusco, Perú.

FIPS - CORDE CUSCO. 1986. En su mes, cultivos andinos. Ed. Proyectos fitomejoramiento y producción de semilla de cultivos andinos para el desarrollo rural. Cusco, Perú.

\_\_\_\_\_. 1986. Pan andino: elaboración con quinua, tarwi, kiwicha. Ed. Proyecto fitomejoramiento y producción de semilla de cultivos andinos para el desarrollo rural. Cusco, Perú.

GTZ - COPACA. Ahora en el Perú, todos sanos y fuertes consumiendo quinua, cañahua y kiwicha. Ed. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Nutrición. Convenio peruano - alemán de cultivos andinos. Lima, Perú.

INCUPO. Educación para la salud, diarrea, desnutrición y alimentación. Ed. Instituto de cultura popular. Sante Fé, Argentina.

MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA. 1981. Programa de alimentación y nutrición. Area urbana y rural, nivel primario. La Paz, Bolivia.

NATIONAL ACADEMY PRESS. 1986. Amaranto o kiwicha, modernas perspectivas para un cultivo antiguo. Traducción del original inglés: "Amaranth modern prospects for an ancient crop". Washington D.C. USA.

RADIO SAN GABRIEL. Nuestros alimentos. Ed. Instituto radiofónico de promoción aymara. (IRPA). La Paz, Bolivia.



## OBTENCIÓN DE LINEAS PRECOSES DE TARWI (*Lupinus mutabilis* S)

J.L. LESCANO<sup>1</sup>, E.ZUÑIGA<sup>2</sup>, R.VALDIVIA<sup>3</sup>.

1 Ing.Agr. M.Sc. Consultor de PISA.

2 Ing.Agr. M.Sc.INIAA-Puno.Profesor Universidad Nal.del Altiplano.

3 Ing.Agr. M.Sc.INIAA-Puno.Profesor Universidad Nal.del Altiplano.

### I. INTRODUCCIÓN

El tarwi, tauri o chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), es una leguminosa cuyo cultivo en el altiplano peruano está limitado principalmente al anillo circunlacustre en su zona norte y zona sur desde llave hasta la frontera con Bolivia (Desaguadero).

Entre los problemas a resolver en un programa de mejoramiento, esta su bajo rendimiento de 645 Kg/Ha promedio de la zona, así como su largo período vegetativo de 235 días como promedio regional.

Sin embargo, presenta un gran número de características que lo hacen un cultivo promisor e importante en todos los sistemas agrícolas de la zona. Entre éstos podemos mencionar su alto poder de fijación de nitrógeno de 120 a 160 Kg/Ha año (5), por lo tanto un buen mejorador de suelos. Su grano de alto valor biológico con 40 % de proteína y valor calórico con 20 % de aceite (1); asimismo, el poder ser incorporado al suelo como materia orgánica con resultados muy importantes.

Finalmente, la zona del altiplano peruano boliviano por su altitud sobre lo 3.800 m.s.n.m. y sus condiciones climáticas, se constituye como una zona exenta de enfermedades para el tarwi, principalmente la presencia de antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides*) que es prácticamente nula, por lo tanto una zona excelente para la producción de semilla, (3), para otras zonas donde esta enfermedad se constituye un verdadero problema.

### II. OBJETIVOS

Se establecieron los siguientes objetivos:

Obtener líneas de alto rendimiento en grano limpio.

Disminuir el período vegetativo de la planta, manteniendo un tipo de tallo principal no prominente.

### III. ANTECEDENTES

El trabajo se inicia en la campaña agrícola 77-78, donde se seleccionan 112 campos de productores, cosechando las primeras plantas que iniciaron su floración en el eje principal.

Aplicando la metodología y esquema propuesto por el autor (4), de este material se seleccionaron 95 líneas y entre ellas una planta, la más precoz (P.V. de 185 días) cosechando sólo el eje principal, evaluados en la campaña 78-79; para luego en la campaña (79-80) seleccionar 27 líneas precoces (P.V. de 162 días) y además con buena arquitectura de planta (tallo principal no prominente). En la campaña 80-81, se evaluaron estas 27 líneas, los resultados de esta campaña fueron expuestos en el III Congreso Internacional de Cultivos Andinos, La Paz-Bolivia, (4). En esta campaña se seleccionaron las 05 mejores líneas combinando sus características por su precocidad (menos de 188 días), su rendimiento (más de 4.000 Kg/Ha), y manteniendo su buena arquitectura de planta.

A partir de la campaña 81-82, se inician los ensayos comparativos con testigos locales, habiéndose evaluado su comportamiento en 5 campañas agrícolas.

#### IV. MATERIALES Y METODOS

##### 1. Características de las líneas

Las líneas seleccionadas presentan características positivas en cuanto a período vegetativo, a través del tiempo de maduración de las vainas en el eje principal y ramas primarias; asimismo, características de alto rendimiento a través de la producción de grano en vainas del eje principal y ramas primarias, manteniendo en todas las evaluaciones la predominancia de tallo principal no prominente. Estas características, así como las de sus granos, se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Características de selección de las 05 líneas superiores en la campaña agrícola 80-81**

Línea	Clave Precoz Banco	Período Vegetativo		Rento Kg/Ha	Color de grano
		E.Princ.	R. Prima		
SLP-1	21-062	151.0	179.0	4.400	Blanco
SLP-2	21-041	154.0	184.0	4.360	Negro, veteado de blanco
SLP-3	21-060	154.0	188.0	4.280	Blanco c/negro 1/2 luna
SLP-4	21-058	154.0	182.0	5.000	Negro
SLP-5	21-001	160.0	182.0	4.320	Blanco c/marrón 1/2 luna
Promedio		154.6	183.0	4.472	

#### V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 1. Parámetros evaluados

Durante las cinco campañas evaluadas y con datos confiables, se han enfatizado en los siguientes parámetros:

- Rendimiento total y rendimiento del eje principal en grano limpio, expresados en Kg/Ha.
- Período vegetativo o tiempo de maduración de vainas en el eje principal y ramas primarias, expresados en número de días.
- Índice de Rendimiento (I.R.), o relación del rendimiento del eje principal y rendimiento total.

$$\text{I.R.} = \frac{\text{Rento. eje principal}}{\text{Rento. Total}}$$

**Cuadro 2. Rendimiento en Kg/Ha de 05 líneas precoces de tarwi, durante cinco campañas agrícolas**

Línea Precoz	Campañas Agrícolas				
	81-82	82-83	84-85	88-89	89-90
SLP-1	5042	2051	1800	1571	1607
SLP-2	4630	2415	1938	1510	1756
SLP-3	4410	3171	2575	1173	1930
SLP-4	4205	2474	2075	1458	1691
SLP-5	4183	1810	2450	1285	1590
Promedio	4494	2384	2168	1399	1715

Comparando las variaciones entre las dos campañas extremas, las líneas han aumentado su rendimiento en 945 Kg/Ha (SLP-5) a 1.285 Kg/Ha (SLP-3) con relación al promedio de la zona, lo que ratifica el comportamiento de las líneas en forma superior y buen comportamiento y rendimiento, con incrementos que representan desde el 146.5 % a 199.2 % (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Rendimientos en Kg/Ha al inicio y final de 05 evaluaciones en tarwis precoces**

% de	Línea Precoz	Incremento			
		81-82	89-90	sobre zona	incremento
149.1	SLP-1	5042	1607	962	
172.2	SLP-2	4630	1756	1111	
199.2	SLP-3	4410	1930	1285	
162.2	SLP-4	4205	1691	1046	
146.5	SLP-5	4183	1590	945	
	PROMED.	4494	1715	1070	165.9

Promedio de la zona: 645 Kg/Ha

**Cuadro 4. Período vegetativo en días, de cinco líneas precoces de tarwi, durante cinco campañas agrícolas**

Línea Precoz	Campañas Agrícolas				
	81-82	82-83	84-85	88-89	89-90
SLP-1	151	203	184	195	185
SLP-2	155	209	204	295	191
SLP-3	155	213	195	210	193
SLP-4	162	207	193	205	192
SLP-5	160	218	201	205	196
Promedio	157	210	196	202	191

Considerando que el promedio de la zona, el período vegetativo de tarwi es de 235 días, lo que nos permite desprender que en la primera campaña se disminuyó en 84 a 73 días, es decir acortar el período vegetativo en un 35.7 % a 31.9 %, siendo el comportamiento en la última campaña en un rango de 185 a 196 días, manteniendo un comportamiento comparativo con el promedio de la zona, una disminución en un 21.3 % a 16.6 % en el período de maduración de la planta.

Al comparar las dos campañas extremas, las líneas han disminuido de 30 días (SLP-4) a 38 días (SLP-3) con relación al promedio de la zona, (Cuadro 5), lo que mantiene una superioridad para esta característica en cada línea precoz.

**Cuadro 5. Período vegetativo en días al inicio y final de las 05 evaluaciones en tarwi precoz**

Línea Precoz	81-82	89-90	Disminución sobre zona	% de disminución
SLP-1	151	185	34	14.5
SLP-2	155	191	36	15.3
SLP-3	155	193	38	16.2
SLP-4	162	192	30	12.8
SLP-5	160	196	36	15.3
Promedio	157	191	34	14.5

Promedio de la zona: 235 días.

**Cuadro 6. Índices de rendimiento en 05 líneas precoces de tarwi en 05 campañas agrícolas**

Línea Precoz	Campañas Agrícolas				
	81-82	82-83	84-85	88-89	89-90
SLP-1	0.68	0.66	0.68	0.70	0.68
SLP-2	0.64	0.69	0.69	0.75	0.69
SLP-3	0.81	0.60	0.65	0.69	0.69
SLP-4	0.63	0.54	0.63	0.59	0.61
SLP-5	0.65	0.68	0.70	0.72	0.69
Promedio	0.682	0.640	0.670	0.690	0.672

Las variaciones de las campañas extremas nos ratifican el comportamiento casi uniforme de esta relación de rendimiento, siendo sólo la línea SLP-3 la que tiene 12.0 % de disminución con relación al inicio de las evaluaciones.

Los colores de mayor aceptación son los que tienen predominancia del blanco, y que de acuerdo a las características de las líneas precoces, estos colores son presentados por las líneas SLR-1 (Blanco), SLP-3 (Blanco con media luna negra), y SLP-5 (Blanco con media luna marrón).

## VI. CONCLUSIONES

Aplicando la selección de plantas, con "buena arquitectura de planta", se ha logrado después de cinco campañas agrícolas, incrementar el rendimiento de 645 Kg/Ha del promedio de la zona a un rendimiento de 1.590 Kg/Ha (+ 146.5 %) a 1.930 Kg/Ha (+199.2%), lo que demuestra en buen carácter adquirido por el sistema de selección propuesto.

Considerando que para seleccionar por precocidad se considera la aparición de la primera floración, se ha logrado reducir el período vegetativo en el tarwi de 235 días promedio de la zona a un período vegetativo que oscila entre 185 (-21.3%) y 196 días (-16.6%). Todas las líneas en las 5 últimas campañas han disminuido entre 30 días (SLP-4) y 38 días (SLP-3).

Estableciendo como índice de rendimiento (I.R.), la relación del rendimiento del eje principal y el rendimiento total, las líneas seleccionadas han mantenido un alto índice de rendimiento que oscila entre 0.69 y 0.61, es decir que el rendimiento del eje principal representa el 69 % a 61 % del rendimiento total, de ahí la importancia en seguir trabajando sobre las características de alto rendimiento (tallo principal no prominente) y uniformidad de maduración.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. BLANCO, O. 1978. Informe preliminar sobre el Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Programa Altos Andes del IICA, La Paz-Bolivia.
2. CIRF-FAO. 1981. Descriptores de Lupinus. Secretaría del CIRF-FAO, Roma-Italia.
3. FREY, F. 1980. Enfermedades y Plagas del Lupinus en las áreas de cultivo de sudamérica y posibilidades para su control. I Curso de Fitopatología del Lupino. INIA-GTZ. Huancayo-Perú.
4. LESCANO, R. J. L. 1982. Obtención de líneas precoces en Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). III Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz-Bolivia.
5. RIOS, R. 1980. Cultivo de tarwi en Bolivia. Centro de Investigación, fitotécnica y ecogenética de Pairumani. Cochabamba-Bolivia.



**EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE OCHO ECOTIPOS DE TARWI  
EN DOS COMUNIDADES CAMPESINAS DE AYACUCHO  
(3200 - 3400 m.s.n.m), DURANTE CUATRO CAMPAÑAS AGRICOLAS**

Efigenio NUÑEZ A.<sup>1</sup> y Máximo HUAMAN P.<sup>2</sup>.

1: Investigador Agrario de la Estación Experimental Agropecuaria Canaán

2: Bachiller en Ciencias Agrícolas. Asistente de Investigación. E.E.A. Canaán

## I. INTRODUCCION

El "tarwi" o "Chocho", tiene su centro de origen en los Andes, y es tradicionalmente cultivado por los campesinos de los valles interandinos, desde épocas muy remotas, existiendo evidencias de que en la época anterior al incanato ya era ampliamente difundido su uso. Actualmente se considera como un sustituto de la Soya, por lo que tendrá, en el futuro un rol preponderante en el abastecimiento de alimentos para los habitantes de las zonas rurales y urbano marginales; asimismo, su incorporación en los sistemas de rotación de cultivos mejorará la fertilidad natural de los suelos.

## II. OBJETIVOS

- Evaluar la capacidad rendidora en grano de ocho ecotipos seleccionados.
- Evaluar la performance en precocidad, características agronómicas, capacidad de adaptación a las condiciones ecológicas de la zona y a la indiosincrasia del pequeño agricultor.
- Seleccionar ecotipos promisorios y realizar promoción del cultivo en las comunidades campesinas.

## III. MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se condujo en condiciones de agricultura de secano practicada en laderas y de acuerdo a la idiosincrasia del pequeño agricultor, en dos comunidades campesinas: Arizona (3.200 m.s.n.m.), Zona seca, ubicada en el distrito de Vinchos; y Chupas, ambas de la Provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; en cuatro campañas agrícolas (1986-87, 1987-88, 1988-89 y 1989-90).

El Diseño experimental utilizado fue de Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones, parcelas conformadas de 4 surcos con 5.0 m de longitud, 0.80 m. entre surcos y 0.20 m. entre golpes, depositándose 3 semillas por golpe; la fórmula de abonamiento empleado fue de 40-60-20, de NPK, fraccionando el Nitrógeno (1/2 N a la siembra y 1/2 N al aporque) el Fósforo y el Potasio todos a la siembra.

Los 8 ecotipos de tarwi en estudio fueron: Yunguyo, Kayra, Huancayo, Andes - 80, H -2, H - 6, SCG - 9 y SCG - 25.

Estos cultivares fueron conducidos con las exigencias mínimas de manejo (preparación de terreno, siembra, labores culturales, controles fitosanitarios y cosecha).

Durante el crecimiento vegetativo se evaluaron en los surcos centrales, el día de emergencia, fecha de floración, altura de planta e inflorescencia, presencia de enfermedades (Antracnosis y Roya) y plagas; a la cosecha, el número de plantas, número de vainas por planta, longitud y número de granos por vaina, madurez fisiológica y peso de granos por parcelas para determinar el rendimiento.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Análisis de Varianza Combinado del rendimiento, se observó una significación estadística para los ecotipos, altas diferencias estadísticas por los efectos de las Interacciones localidad por Años y Ecotipos \* localidad \* A los (Cuadro 1). Desarrollando sus correspondientes análisis complementarios para la Interacción E \* L \* A; resulta en primer lugar para el efecto de Ecotipos \* Localidad, alta significación estadística tanto para Ecotipos en Arizona y Ecotipos en Chupas (Cuadro 2), efectuando la Prueba de Significación de Tuckey al 5% de probabilidad, en Arizona sobresalieron con mayores rendimientos los

ecotipos Andes-80 (1.175 TM/HA), Yunguyo (1.157 TM/HA), Kayra (1.149 TM/HA), sin diferencias estadísticas entre ellos.

**Cuadro 1. Análisis de Varianza Combinado del rendimiento de 8 ecotipos de tarwi en dos localidades y cuatro campañas agrícolas. Ayacucho 1986 -1990**

F de V	GL	SC	CM
Repeticiones	2	0.9994	0.4997 NS
Ecotipos (E)	7	8.3844	1.1978
Localidades (L)	1	0.1816	0.1816 NS
Años (A)	3	22.7656	7.5885 NS
Interacción E * L	7	2.3374	0.3339 NS
Interacción E * A	21	4.3247	0.2059 NS
Interacción L * A	3	15.4785	5.1595
Interacción E * L * A	21	4.8112	0.2291
Error combinado	126	4.1995	0.0333
<b>T O T A L</b>	<b>191</b>	<b>63.4823</b>	

$$C V = 18.4 \%$$

**Cuadro 2. Análisis complementario para la interacción ecotipos x localidad de 8 ecotipos de tarwi en Ayacucho de 1986 - 1990.**

F de V	GL	SC	CM
Ecotipos en Arizona	7	3.3392	0.4770
Ecotipos en chupas	7	7.3825	1.0546
Error	126	4.1995	0.0333

Mientras, en Chupas se tiene a Kayra, Andes 80, Yunguyo y cgc con 1.461, 1.300 y 1.064 TM/HA de rendimiento, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre ellos (Cuadro 3), como se puede observar que en ambas localidades, casi los mismos ecotipos, ocupan los primeros lugares, lo que nos muestra su amplia adaptación a las condiciones ecológicas de la región.

**Cuadro 3. Rendimiento TM/Ha de 8 ecotipos de tarwi en dos localidades. Ayacucho, 1986 - 1990.**

Ecotipos	Rendimiento (TM/Ha) ALS (T) 5 % (*)		
	ARIZONA	CHUPAS	PROMEDIO
1. Andes-80	1.175 a	1.300 a	1.237 a
2. Yunguyo	1.157 a	1.278 a	1.217 ab
3. Kayra	1.149 a	1.461 a	1.305 a
4. Huancayo	1.088 ab	0.727 b	0.908 abc
5. H-2	0.859 ab	0.934 b	0.898 abc
6. H-6	0.850 ab	0.722 b	0.786 bc
7. SCG-9	0.743 ab	0.714 b	0.720 c
8. SCG-25	0.692 b	1.064 ab	0.878 abc

\* Ecotipos unidos por una misma letra no son diferentes estadísticamente.

**Cuadro 4. Análisis complementario para la interacción ecotipos x localidad de 8 ecotipos de tarwi en Ayacucho de 1986 - 1990.**

F de V	GL	SC	CM
Ecotipos en año 1986-87	7	6.0700	0.8671
Ecotipos en año 1987-88	7	3.4615	0.4945
Ecotipos en año 1988-89	7	2.8181	0.4026
Ecotipos en año 1989-90	7	0.3593	0.0515ns
Error	126	4.1995	0.0333

Según el análisis complementario ecotipos \* años se encontró altas diferencias estadísticas para los ecotipos en las tres primeras campañas agrícolas; mientras ecotipos en año 1989-1990 no fue significativo estadísticamente (Cuadro 4). Después de 4 años de secuencia de cultivo y de acuerdo a la Prueba de significación de Tuckey al 5% de probabilidad se han obtenido para cada campaña agrícola los siguientes resultados: Durante el año de 1986-87, sobresalieron los ecotipos: Kayra (1.92 TM/Ha), Yunguyo (1.87 TM/Ha) y Andes-80 (1.62 TM/Ha); en 1987-88, Yunguyo, Andes-80 y Kayra con 1.49, 1.53 y 1.37 TM/Ha de rendimiento respectivamente; y en el año agrícola de 1988-89 se destacaron Andes-80 (1.40 TM/Ha), Kayra (1.34 TM/Ha) y Yunguyo con 1.09 TM/Ha de rendimiento, todos éstos en las tres campañas agrícolas sin diferencias estadísticas (Cuadro 5). El comportamiento en rendimiento de los ecotipos en las tres campañas agrícolas fueron diferentes por efecto de las condiciones climáticas, siendo uno de los factores limitantes la sequía y heladas (1988-89 y 1989-90).

Por último en el Análisis Complementario de la Interacción Localidad \* Años, se encontró altas diferencias estadísticas tanto Años en Arizona y Años en Chupas (Cuadro 6); efectuando la respectiva prueba de significación de Tuckey al 5% de probabilidad se deduce que los mejores rendimientos promedios en Arizona corresponden a los años agrícolas 1987-88 y 1988-89; mientras, en Chupas el mejor año fue 1986-87 con 1.87 TM/Ha de rendimiento (Cuadro 7); lo que nos indica que el comportamiento de los ecotipos es muy variable en cada año agrícola y localidad.

**Cuadro 5. Rendimiento (TM/Ha) de 8 ecotipos de tarwi por efecto de Cuatro Campañas Agrícolas**

ECOTIPOS	Rendimiento (TM/Ha) ALS (T) 5% (*)			
	1986-87	1987-88	1988-89	1989-90
1. Kayra	1.925 a	1.372 ab	1.338 ab	0.586 a
2. Yunguyo	1.868 a	1.530 a	1.087 ab	0.383 a
3. Andes-80	1.621 ab	1.489 a	1.401 a	0.437 a
4. SCG-25	1.253 bc	1.015 bc	0.798 b	0.445 a
5. H-2	1.186 bc	0.941 bc	1.043 ab	0.422 a
6. Huancayo	1.073 c	1.133 abc	0.872 b	0.555 a
7. SCG-9	1.064 c	0.883 c	0.637 b	0.330 a
8. H-6	0.966 c	0.782 c	1.055 ab	0.341 a

\*Ecotipos unidos por una misma letra no son estadísticamente diferentes.

**Cuadro 6. Análisis complementario para la Interacción Localidad por años de 8 ecotipos de tarwi**

F V	GL	SC	CM
Años en Arizona	3	12.4874	4.1625
Años en Chupas	3	25.7597	8.5866
Error	126	4.1995	0.0333

**Cuadro 7. Rendimiento (TM/Ha) promedio de tarwi por efectos de campañas agrícolas dos localidades**

Campañas Agrícolas	Rendimiento (TM/Ha) ALS (T) 5% (*)	
	ARIZONA	CHUPAS
1986-87	0.872 b	1.867 a
1987-88	1.356 a	0.930 b
1988-89	1.209 ab	0.848 bc
1989-90	0.418 c	0.456 c

\* Campañas agrícolas unidas por una misma letra no son diferentes estadísticamente.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados se concluye:

Según el Análisis de Varianza Combinado se encontró una alta diferencia estadística en la Interacción Ecotipos por Localidad por Años.

Los Ecotipos Kayra, Yunguyo y Andes-80, por efectos de las localidades y Años agrícolas tuvieron comportamientos relevantes en rendimiento, adaptación a las condiciones ecológicas de la región. En las tres primeras campañas agrícolas hubieron ecotipos con rendimientos significativos estadísticamente y no así en la última campaña (1989-90), por ser un año de sequía.

Se recomienda la multiplicación y producción de semilla básica de los ecotipos Kayra, Yunguyo y Andes-80, para abastecer la semilla a los agricultores. También se recomienda probar en Experimentos de mezclas de estos 3 ecotipos.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

COCHRAN, W.G. y COX, G.M. 1978. Diseños Experimentales. Edit. Trillas. Chapingo, México.

HORQUHE, F. R. *et al.* 1982. "Comparativo de ecotipos de tarwi" *In*: Anales del Tercer Congreso Internacional de Cultivos Andinos. MACA-IBTA/CIID. La Paz-Bolivia. 219-221 pp.

NUÑEZ, A.E. 1989 y 1990. "Comparativo de ecotipos seleccionados de tarwi", *In*: Informes Finales de los Experimentos y Semilleros de Cultivos Andinos correspondiente a las campañas agrícolas de 1988-89 y 1989-90. INIAA- E. E. A. Canaán/PICA. Ayacucho-Perú.

-----, 1987 y 1988. "Comparativo de rendimiento de ecotipos de tarwi en dos localidades". *In* Memorias Anuales de 1988 y 1987, de la Sub-Estación Experimental Canaán del CIPA XVIII. Ayacucho, Perú.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS EN CULTIVOS ANDINOS. 1983. "Comparativo de cuatro ecotipos de tarwi". *In*: Experiencias y resultados de trabajo agrícola experimental en dos comunidades campesinas alto andinas (3100-4100 m.s.n.m.) de Ayacucho realizado en 1980-81 y 1981-82. PISA. Universidad Huamanga. Ayacucho-Perú.

VENTURA, E. R. s/g. Análisis de experimentos repetidos.

**ALGUNAS CREENCIAS QUE LIMITAN LA PROMOCION DEL  
TARWI (*Lupinus mutabilis*) Y KAÑINUA (*Chenopodium  
pallidicaule* A) EN COMUNIDADES ALTO ANDINAS  
CUSCO - PERU**

Leónidas CONCHA y Aurelio YANQUE

Convenio Perú Alemania para cultivos Andinos COPACA/GTZ.

La alimentación del hombre en el Perú Pre-colombino estuvo basada principalmente en cuatro cultivos: papa, maíz, quínoa y tarwi, con la mezcla de estos cultivos el poblador andinos abastecía sus requerimientos nutricionales tanto en calorías como en proteínas (2).

A los productos mencionados se adicionan la kañiwa, principalmente en el altiplano del sur peruano y el norte boliviano, y la kiwicha que estuvo limitada a zonas bajas de producción de los valles interandinos.

Se estima que en el momento de la conquista se cultivaban 100.000 hectáreas de tarwi para diez millones de habitantes (3), lo que demuestra que el cultivo de tarwi estuvo ampliamente difundido en Perú, Ecuador y Bolivia. En cambio la kañiwa tuvo su difusión solamente en las fronteras del Altiplano de Perú y Bolivia y de las serranías de Cochabamba (4), es una especie menos estudiada, menos conocida en el ámbito geográfico de las comunidades fuera del departamento de Puno (Perú).

En la actualidad por intermedio de diferentes organismos gubernamentales y no gubernamentales se promocionan los cultivos andinos con intención de revalorar, cultivar y consumir aquellos cultivos que estuvieron relegados durante cuatro siglos.

El Convenio Perú Alemania para Cultivos Andinos (COPACA), organismo encargado de la ejecución del Proyecto: Producción y Aprovechamiento de los Cultivos Andinos para la Nutrición Humana viene promocionando principalmente los cultivos de tarwi, quinua, habas y trigo, en 24 comunidades campesinas del Departamento del Cusco; por otra parte considera la introducción de la kañiwa a nivel experimental principalmente en las zonas altas de producción.

A los cuatro años de trabajo, se tiene la experiencia de ciertas limitaciones en algunas comunidades campesinas motivadas principalmente por creencias de parte de los comuneros en el cultivo del tarwi y kañiwa.

Referente al tarwi: Es frecuente escuchar a los comuneros, quienes manifiestan "... el tarwi nos trae las granizadas y las heladas...", se ha visto casos como en las comunidades de Raqchi y Huattata, de la provincia de Urubamba, los agricultores que han cultivado tarwi han sido constantemente hostigados por el resto de la comunidad por la creencia de que su cultivo de tarwi va atraer las granizadas y las heladas, y que va ocasionar pérdidas en sus cultivos destinados al mercado como la papa, las habas y el trigo; llegando incluso que pequeñas parcelas cultivadas con tarwi han sido arrancadas desde la raíz por los comuneros.

La rusticidad de este cultivo para suelos marginales y el hecho de no realizar las labores culturales dentro de la tecnología tradicional como en los cultivos comerciales ha generado cierto desprestigio dentro de la comunidad para los agricultores que cultivan tarwi, quienes son considerados "ociosos", "vagos". Cultivar papa, habas, trigo significa tener buen status social, porque para su cultivo durante toda la campaña agrícola se requiere tiempo, mano de obra, capital.

En el caso de la kañiwa: subsiste la creencia como en el tarwi que también este cultivo atrae las granizadas y las heladas. Por otra parte manifiestan que el cultivo de la kañiwa trae pobreza a la familia campesina y a la comunidad, debido a que las comunidades quechuas del Cusco consideran a "los kollas" -habitantes del altiplano puneño- como grupos humanos pobres, siendo precisamente estos grupos los que cultivan y son los mayores consumidores de kañiwa en el Perú.

En la comunidad de Pitucancha, provincia de Paucartambo; en la campaña agrícola anterior se instaló un pequeño ensayo solamente en un área de 4.0 m<sup>2</sup>; una vez que toda la comunidad se informó del experimento se ha llegado a debatir y decidir en asamblea comunal, sentando el acta respectivo (1), para que en el futuro no cultivaran más kañiwa por las razones antes mencionadas.

Es evidente que cuando la comunidad no acepta la incorporación del cultivo de tarwi y kañiwa como alternativa agrícola es una limitación para la promoción de dichos cultivos, aún cuando tienen ventajas nutricionales, agronómicas y económicas.

#### **BIBLIOGRAFIA**

1. C.CI. PITUCANCHA. 1988. Acta comunal de Pitucancha, Dist. de Huancarani, Prov. de Paucartambo, Cusco-Perú.
2. GROSS, R., Von Baer E. 1978. Producción de proteína, ¿pero como?. In: Informe No. 3, Proyecto Lupino, p. 2-11. Instituto de Nutrición, Lima-Perú.
- 3 GROSS, R. 1982. El cultivo y la utilización de tarwi. FAO- Roma. 235 p.
4. TAPIA, M., et al. 1979. La quinua y la kañiwa cultivos andinos. IICA, Bogotá - Colombia. 227 p.

## PROPIEDADES FISICAS Y TERMICAS DEL ACEITE DE CHOCHO<sup>1</sup>

Juan de Dios ALVARADO  
Universidad Técnica de Ambato. Ambato - Ecuador

### I. INTRODUCCION

Por su elevado contenido de proteína y grasa, la especie *mutabilis* es una de las más promisorias para la industrialización dentro del género *Lupinus*. Según lo indicado por Gross y colaboradores (1988), la existencia de variedades con bajo contenido de alcaloides como la Inti, convierten al cultivo en una fuente potencial de proteína y energía altamente interesante para climas templados.

La Conferencia Internacional del Lupino en 1986 propuso el nombre de "Lupino Andino" para denominar al tarwi y al chocho NRC, 1989). Sin embargo, en el presente trabajo se respeta la división taxonómica del *Lupinus mutabilis* con la subespecie chocho, señalada por Gross (1982).

Con relación a la materia grasa, Alvarado (1987) indicó que un valor de 18.2 g/100 g de materia seca, es un valor representativo para las distintas variedades de chocho existentes en la zona interandina; el rango observado en doce variedades analizadas está entre 15.7 y 18.8 g/100 g de materia seca. Dávila y colaboradores (1983), presentaron los datos siguientes de las características del aceite, índice de acidez 0.7 mg/g; índice de iodo 95 cg/g; índice de saponificación 194 mg/g; materia insaponificable 2.64 o/o; gravedad específica a 25°C 0.9154; índice de refracción a 40°C 1.4654. Navas y colaboradoras (1988) determinaron la composición porcentual de los principales ácidos grasos en catorce variedades o tipos de chocho, los rangos de variación establecidos fueron: palmítico 14.2 a 20.2; esteárico 3.1 a 7.2; oleico 42.3 a 51.5; linoleico 24.9 a 31.0; linolénico 1.1 a 1.8. Se destaca que los componentes mayores de los triglicéridos son los ácidos insaturados oléico seguido del linoléico, con rangos de variación similares a los recopilados para esta especie por Aguilera (1978), quien además señala la presencia de pequeñas cantidades de ácido araquídico y behénico.

Es difícil encontrar datos de las propiedades térmicas del aceite de altramuz o lupino. Son más escasos los datos correspondientes al tarwi y al chocho. La necesidad de disponer de esta información para su aplicación en cálculos de ingeniería, adaptación de tecnologías o como índices de control de calidad, motivó la realización del trabajo.

### II. MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron muestras de chocho cultivadas a una altura de 2500 metros sobre el nivel del mar y cosechadas maduras con una humedad del 10 % ó menor. Los granos, de forma redonda y superficie blanca lustrosa fueron triturados en molino manual y separadas las cáscaras. la extracción del aceite se realizó en equipos soxhlet con hexano como disolvente; a continuación, los residuos perceptibles del disolvente se eliminaron por calentamiento en estufa a 50°C y agitación continua.

Los métodos aplicados para las determinaciones efectuadas en dos muestras obtenidas en fechas diferentes y por duplicado, se indican a continuación.

El índice de refracción se midió en un refractómetro Abbe, estabilizado a intervalos de 10°C en un rango de 20 a 70°C a base del procedimiento detallado en la Norma INEN 42 (1973).

---

<sup>1</sup>Trabajo realizado con el aporte económico del Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas del Ecuador (CONUEP) y de la Organización de Estados Americanos (OEA).

La densidad se determinó según el método descrito por Wilson y colaboradores (1986). Se utilizaron picnómetros, balanza analítica y baños termostáticos con una precisión de 0.5°C estabilizados a intervalos de 10°C en un rango de 20 a 70°C. El coeficiente volumétrico de expansión térmica se cuantificó de la relación entre la temperatura y el inverso de la densidad, considerando los valores del intercepto y de la pendiente, de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$1/D = (1/Do) + (B/Do) T$$

En la ecuación (D) es la densidad del aceite medida a una temperatura particular (T), (Do) es la densidad de 0°C y B es el coeficiente volumétrico de expansión térmica.

Los valores de la viscosidad fueron medidos en un viscosímetro rotacional Brookfiel LVTD según las especificaciones para el caso de cilindros con abertura ancha y estándares para calibración suministrados por la casa fabricante. Previamente se comprobó el comportamiento Newtoniano por pruebas a diferentes velocidades de rotación y la graficación de los datos de la razón de corte contra tensión de corte. Las determinaciones se realizaron con la muestra termostatazada en un baño con una precisión de 0.1°C a intervalos de 10°C en un rango de 20 a 70°C. Mediante un gráfico del inverso de la temperatura absoluta contra el logaritmo natural de la viscosidad, se estableció el valor de la energía de activación para el flujo según el modelo de Arrhenius.

$$\ln V = (\ln Vo) + (E/R(TA))$$

Donde (V) es la viscosidad de la grasa fundida medida a una temperatura determinada. (Vo) es una constante llamada factor de frecuencia, (E) es la energía de activación, R es la constante de los gases ideales 8.314 [J/g mol. °K] y (TA) es la temperatura absoluta [°K].

Los datos de la tensión superficial se determinaron por el método del peso de la gota, adaptado por Anda (1971), utilizando el estalagnómetro de Traube y balanza analítica, con la muestra termostatazada en un baño de agua con una precisión de 0.5°C a intervalos de 10°C en un rango de 30 a 70°C.

El valor del calor específico se determinó por el método de mezclado indirecto de Hwang y Hayakawa (1979), previa cuantificación de la capacidad calórica del calorímetro y por aplicación de balances de energía en pruebas efectuadas entre 70 y 20°C.

Por el método de transferencia de calor en estado variable, utilizando un baño termostático con precisión de 0.1°C, cilindros de cobre de geometría infinita y un termómetro digital Ellab con precisión de 0.1°C, se determinó el valor de la difusividad térmica efectiva según lo sugerido por Charm (1981). A base de lo indicado por el mismo autor y por disponerse de los datos de la densidad y del calor específico, se procedió la conductividad térmica. Los puntos de humo, ignición e inflamación se determinaron según la técnica señalada por Rodriguez y Martín (1980).

Las ecuaciones de regresión y los coeficientes de correlación se obtuvieron con la aplicación del paquete estadístico de una calculadora Hewlett Packard 41-C.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se incluyen todos los datos expresados en unidades del sistema internacional.

**Tabla 1. Propiedades físicas y térmicas del aceite de Chocho (*Lupinus mutabilis*) a diferentes temperaturas\***

PROPIEDAD	TEMPERATURA [°C]					
	20	30	40	50	60	70
Índice de refracción	1.4722	1.4685	1.4653	1.4632	1.4576	1.4542
Densidad [Kg/m <sup>3</sup> ]	916	909	903	896	890	883
Viscosidad [Pa s] * 10 <sup>3</sup>	75.6	55.4	35.4	25.5	18.8	13.7
Viscosidad cinemática [m <sup>2</sup> /s]* 10 <sup>5</sup>	8.253	6.095	3.92	2.846	2.112	1.552
Tensión superficial [N/m]* 10 <sup>3</sup>		24.9	23.9	22.8	21.7	21.4
Coefficiente volumétrico de expansión térmica [1/K]* 10 <sup>4</sup>	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Energía de activación de flujo [J/g.mol]*10 <sup>-3</sup>	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0
Calor específico [J/Kg.°K] * 10 <sup>-3</sup>	31.91	1.91	1.91			
Difusividad térmica [m <sup>2</sup> /s]* 10 <sup>7</sup>	1.24	1.24	1.24			
Conductividad térmica [W/m.°K]	0.22	0.22	0.21			

\*Valores promedios de dos muestras por duplicado

Los valores del índice de refracción (n) disminuyen conforme aumenta la temperatura, la variación es descrita por la ecuación de regresión lineal siguiente:

$$n = 1.4796 - 3.5857 \cdot 10^{-4} T$$

El alto coeficiente de correlación 0.997 permite establecer el muy alto grado de asociación que existe entre estas dos variables. El valor medido a 40°C de 1.4653 es igual al determinado por Dávila y colaboradores (1963).

Un comportamiento similar se observa en los valores de la densidad. Los cambios, con un coeficiente de correlación de 0.999 son definidos por la ecuación siguiente:

$$D = 929 - 0.654 T$$

El coeficiente de regresión - 0.654 indica que el valor de la densidad disminuye en 0.654 [kg/m<sup>3</sup>] por grado centígrado y que se mantiene en un rango más amplio de temperaturas en las cuales se comercializan y procesan los aceites. De acuerdo con lo anterior, la ecuación presentada es útil para calcular la densidad de aceite de chocho hasta temperaturas del orden de 200°C.

En la Figura 1 están graficados los valores de la temperatura contra el inverso de la densidad. El inverso del intercepto corresponde a 929.8 [kg/m<sup>3</sup>] que multiplicado por la pendiente permite establecer un valor de  $7.523 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ . Este dato corresponde al coeficiente volumétrico de expansión térmica, utilizado en especial para cálculos de transferencia de calor en los que interviene el número de Grashof. En adición, según lo reportado por Alvarado (1990), este coeficiente al mantenerse constante en un rango amplio de temperaturas puede ser utilizado como medida de control para detectar adulteraciones o explorar cambios en la composición.

Lewis (1987), señala que en general los aceites se comportan como fluidos Newtonianos y que la viscosidad depende de la composición de ácidos grasos, se incrementa con la presencia de una mayor

cantidad de compuestos de cadena larga y con el grado de insaturación. La composición de ácidos grasos referida, permite pensar que el aceite de chocho posee valores de viscosidad ligeramente superiores a los de otros aceites o grasas con menor grado de insaturación y notoriamente mayores con respecto a los del agua y jugos de frutas filtrados que según Alvarado y Romero (1989) están en el rango de 0.5 a 2.5 [mPa. s] entre 70 y 20°C.

Los valores determinados de la viscosidad en aceite de chocho permiten confirmar lo indicado, a 70°C el valor es 13.7 [mPa. s] y a 20°C es 75.6 [mPa. s]. Para temperaturas intermedias, es posible aplicar:

$$V = 141.1 - 4.001 T + 0.040 T^2 - 1.27 \cdot 10^{-4} T^3$$

La viscosidad cinemática corresponde a la razón entre la viscosidad absoluta y la densidad a una temperatura determinada.

En la Figura 2 está representado el modelo de Arrhenius para los datos de la viscosidad. Se establece un excelente ajuste con los datos experimentales y un coeficiente de correlación de 0.999 para la ecuación siguiente:

$$\ln V = -7.536 + (3485/(TA))$$

Que permite estimar la viscosidad en [mPa.s] en un rango más amplio de temperaturas, desde el punto promedio de fusión del aceite -13°C o de inicio de solidificación hasta 200°C o más.

La pendiente de esta ecuación, corresponde a la razón entre la energía de activación para el flujo y la constante de los gases; en consecuencia, es posible establecer el valor de 28974 [J/ g. mol.] para la energía de activación para el flujo, reportado en la Tabla 1 con tres cifras significativas.

La disminución de la tensión superficial con la temperatura es mínima y descrita en forma satisfactoria ( $r = 0.987$ ) por la ecuación de regresión siguiente:

$$S = 27.5 - 0.092 T$$

Donde (S) es la tensión superficial del aceite de chocho expresada en [mN/m], su conocimiento es útil para casos de transferencia de masa en interfaces líquido-gas y líquido-líquido.

El calor específico es una de las propiedades más ampliamente utilizada en cálculos de ingeniería relacionados con transferencia de calor. Corresponde a la cantidad de calor requerida para producir un cambio definido de la temperatura en una determinada masa de alimento. Choi y Okos (1986) presentan una ecuación que permite confirmar el efecto mínimo de la temperatura sobre el calor específico de grasas, entre 0° y 150°V el incremento es del 5.7 o/o con respecto al valor inicial. De acuerdo con lo anterior, el valor determinado por el método de mezclado indirecto 1910 [J/kg.°K] puede ser considerado como representativo para el aceite de chocho en el rango de temperaturas en el cual se comercializan y consumen los aceites.

La difusividad térmica que según Sweat (1986) permite relacionar la capacidad de un material para conducir el calor con la capacidad para almacenarlo, se determinó por pruebas de transferencia de calor en estado variable. El valor de  $1.24 \cdot 10^{-7}$  [m<sup>2</sup>/s] es un valor aparente o ficticio, pues la transferencia de

calor ocurre por convección y no por conducción en la que se basa el método. Sin embargo, a base de numerosas pruebas se establecieron las condiciones que permiten definir en forma clara la constante de velocidad de calentamiento; el valor determinado es similar a los reportados para diversos alimentos en publicaciones técnicas.

La validez del dato de la difusividad térmica se sustenta al considerar la conductividad térmica, que corresponde al producto de la densidad, el calor específico y la difusividad térmica a una temperatura particular. Sweat (1986) reporta para aceites y grasas libres de humedad una variación entre 0.16 a 0.42 [W/m. °C], el valor determinado 0.22 [W/m.°K o W/m. °C] está dentro de este rango y es próximo a los reportados por Swern (1979) para aceite de oliva 0.17 [W/m. °C] a 19°C y 0.16 [W/m.°C] a 71°C.

Los puntos de humo, ignición e inflamación son una medida de estabilidad térmica de un aceite cuando es calentado en contacto con aire. Para el aceite de chocho los valores determinados son: punto de humo cuando se inicia el desprendiendo de gases 153°C, punto de ignición que se caracteriza por la presencia de contelleos momentáneos 231°C y punto de inflamación en el que aparece la llama 284°C.

Como conclusión, los datos presentados son útiles para cálculos en Ingeniería de Alimentos, para supervisar o mejorar procesos de extracción o refinación, como índices de control de calidad del aceite de chocho, entre otras aplicaciones.

#### IV. BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, J. M. and TRIER, A. 1978. Teh revival of the lupin. Food Technol., 32(8): 70 - 76.
- ALVARADO, J. de D. 1990. Determinación de propiedades físicas y térmicas de productos alimenticios cultivados en el Ecuador. Revista Investigación Universitaria, 3: 97-112.
- \_\_\_\_\_. 1987. Propiedades químicas y biológicas de la proteína del chocho. Evento de Información y Difusión de Resultados sobre Chocho. CONACYT. UTA. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. 37 p.
- \_\_\_\_\_ and ROMERO, C. 1989. Physical properties of fruits . I-II. Density and viscosity of juices as funtions of soluble solids content and temperature. Lat. Am. Appl. Res. (LAAR), 19: 15-21.
- ANDA, L. 1971. Prácticas de Físico Química. Ambato, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Industrial. Experimento 20.
- CHARM, S. E. 1981. The Fundamentals of Food Engineering. 3rd. ed. Westport, Connecticut. AVI Pub. Inc. p: 163 - 165.
- CHOI, Y. and OKOS, M.R. 1986. Effects of temperature and composition on the thermal properties of foods. In: Food Engineering and Process Applications. Transport Phenomena. V1. Le Maguer, M. and Jelen, P. (Eds.). Englan. Elsevier Applied Science Pub. Ltda. p: 93 - 101.
- DAVILA, J. ; GUERRERO, M.; ACUÑA, O.; RAMIREZ, T.; VERA, C. y CARRILLO, C. 1983. Utilización del lupino o chocho como fuente alimenticia proteico-oléica. Politécnica 8 (4): 23 - 120.
- GROSS, R.; VON BAER, E.; KOTCH, F.; MARQUARD, R.; TRUGO, L.; WINK, M. 1988. Chemical composition of a new variety of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* cv. Inte) with low - alkaloid content. Journal of Food Composition and Analysis. 1:353-361.
- CROSS, R. 1982. El cultivo y la utilización del Tarwi. Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal. Número 36. Roma, Italia. Food and Agriculture Organization.

- HWANG, M.P. and HAYAKAWA, K. I. 1979. A specific heat calorimeter for foods. *J. Food Sci.* 44:435 - 438,448.
- INEN, 1973. *Grasas y Aceites Comestibles. Determinación del índice de refracción.* Quito-Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma INEN 42. 7p.
- LEWIS, M. J. 1987. *Physical Properties of Foods and Food Processing Systems.* Chechester, England. Ellis Harwood Ltda. and VCH. p: 132 - 133.
- NAVAS, G.; SANTAMARIA, P. y MELENDEZ, M. 1988. Contenido de ácidos grasos en aceite de chocho y otras grasas y aceites vegetales. Cuartas Jornadas Ecuatorianas de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato-Ecuador. 9 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NCR). 1989. *Lost Crops of the Incas: Little Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation.* Washington. National Academy Press. p.: 181 - 189.
- RODRIGUEZ de, B. y MARTIN, E. 1980. *Análisis de Alimentos. T. 1.* Caracas, Venezuela, OBE, Universidad Central de Venezuela. p: 82 - 85.
- SWEAT, V. E. 1986. Thermal properties of foods. In: *Engineering Properties of Foods.* Rao, M. A. and Rizvi, S. S. H. (Eds). New York. Marcel Dekker, Inc. p: 49 - 88.
- SWERN, D. 1979. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products. 4th ed.V. 1.* New York. Interscience Publishers, John Wiley & Sons. p: 177 - 232.
- VILLAVECCHIA, V. 1963. *Tratado de Química Analítica Aplicada. T. 2.* Barcelona, España. Editorial Gustavo Gili. p: 493 - 494.
- WILSON, J. M.; NEWCOMBE, R. J.; DENARO, A. R. y RICKETT, R. M. 1966. "Prácticas de Química-Física". Barcelona, España. Editorial Acribia. p: 40 - 43.

# **TUBERCULOS**

<b>PAPA</b>	<b>(<i>Solanum sp.</i>)</b>
<b>OLLUCO</b>	<b>(<i>Ullucus tuberosus</i>)</b>
<b>OCA</b>	<b>(<i>Oxalis tuberosa</i>)</b>
<b>ISAÑO</b>	<b>(<i>Tropaeolum tuberosum</i>)</b>
<b>ARRACACHA</b>	<b>(<i>Arracacia xanthorriza</i>, B)</b>
<b>MACA</b>	<b>(<i>Lepidium meyenii</i>, Walp)</b>



**EVALUACION DE LA PRODUCTIVIDAD POR EFECTO DE ALMACENAMIENTO (LUZ DIFUSA-TRADICIONAL) EN 15 VARIEDADES DE TUBERCULO-SEMILLA DE PAPA - DEPARTAMENTO DE PUNO - REPUBLICA DEL PERU**

SERRUTO C. Emiliano H. PAREDES M. David, y AMESQUITA C. Margarita  
Facultad de Ciencias Agrarias UNA-Puno. - Estación Experimental "ILLPA" - Puno. I.N.I.A.A. - PERU.

**I. INTRODUCCION**

La actual situación de la Agricultura en el Perú, requiere de otras técnicas para elevar la productividad, dentro de las que conviene observar la rentabilidad que el productor obtendrá con un mínimo costo de producción; todo ello enmarcado dentro del objetivo general de elevar la producción y productividad. En el presente trabajo se trata de dar alternativas, con un estudio previo de la forma de almacenamiento más adecuado para 15 variedades comerciales de papa, teniendo en cuenta que se trata de uno de los cultivos alimenticios principales del Altiplano, ya sea en forma directa o deshidratada y por sus excelentes condiciones de nutrición y digestibilidad, buena conservación, fácil manipuleo en el transporte, etc.

Dentro de los factores que determinan la baja producción del Cultivo de Papa, es el almacenamiento deficiente de los tubérculos que van a ser utilizados como semilla lo que repercute en una pérdida de peso, presencia de plagas y enfermedades, etc.

El presente estudio tiene los objetivos siguientes:

- Establecer en forma cualitativa, la forma de almacenamiento más adecuada y conveniente para 15 variedades comerciales de semilla de papa.
- Determinar el comportamiento de las variedades de papa proveniente de las formas de almacenamiento en condiciones de campo (brotamiento, emergencia, crecimiento y desarrollo vegetativo).
- Evaluar la producción de papa en base al rendimiento y por condiciones de almacenamiento del tubérculo.

**II. MATERIALES Y METODOS**

Los experimentos (Fase de Almacén y Fase de Campo), se llevaron a cabo durante la Campaña Agrícola 1987-88, en los almacenes y campo experimental "CAMACANI", situado a una altitud de 3,820 m.s.n.m.

Las 15 variedades comerciales de papa utilizadas son: 1) "Tomasa tito condemayta, 2) "Antarqui" 3) "ollanta", 4) "imilla negra", 5) "capiro", 6) "huancayo", 7) "mi Perú", 8) "kcompis", 9) "andina", 10) "tahuaqueña", 11) "imilla blanca", 12) "huaycha", 13) "yungay", 14) "alcatarma", Y 15) "liberteña".

Para la fase de almacenamiento se utilizaron los siguientes materiales:

- Tubérculos-semilla de 15 variedades comerciales de papa.
- Dos tipos de Almacenes, uno con luz difusa y otro con oscuridad.
- Una balanza reloj, dos termógrafos, una regla graduada, 30 cajoneras de Triplay, una capa de "muña", bolsas polietileno, etc.

Las características de los almacenes fueron:

- 1) De luz difusa, con la presencia de ventanas, con libre circulación de aire y paso de luz en forma directa;
- 2) Almacén de oscuridad, sin ventanas.

El diseño experimental para la fase de almacén fue el diseño irrestricto al azar con un factorial de 2 x 15 con 30 tratamientos y 6 repeticiones. Para la fase de campo fue el diseño combinado de bloques por variedades con 30 tratamientos y 3 repeticiones.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

1. El almacenamiento influye en la emisión de mayor o menor número de brotes, siendo en número mayor el de almacén de luz difusa con 4.55 brotes de tubérculo y en almacén de oscuridad con 2.53. Para longitud de brotes, una mayor longitud y menor vigor en almacén de oscuridad con 4.38 cm., el almacén de luz difusa mostró brotes cortos y vigorosos con 0.96 cm. En cuanto a la pérdida de peso, la mayor pérdida se tuvo en el almacén de oscuridad con 6.96% en 136 días de almacenamiento, y en luz difusa 4.83%.
2. Referente a la fase de campo, la emergencia presenta diferencia para variedades, siendo precoz a los 40 días para la "ollanta", "antarqui", "huaycha", "yungay", "huancayo", "tahuaqueña" y "andina".
3. La altura de plantas presenta diferencia significativa para formas de almacenamiento, tanto al inicio de la floración y fructificación, como para variedades; influyendo el almacén de luz difusa para una mayor altura de planta. En cuanto al número de tallos influye la forma de almacenamiento, existiendo diferencia significativa para formas de almacenamiento, variedades y la interacción de ambas.
4. En los rendimientos totales existe diferencia significativa para el factor variedades, destacando la variedad "Tahuaqueña" con 41.740.26 kg/ha no existiendo diferencia estadística entre las variedades "ollanta", "huaycha", "yungay", "tomasa tito condemayta", "antarqui", "huancayo", "andina", "alcátarma", "liberteña" y "mi Perú".
5. En cuanto al rendimiento clasificado para consumo resultaron ser superiores en papa primera la variedad "antarqui", para papa segunda la variedad "tahuaqueña", también para tercera y cuarta.
6. Las variedades que han mostrado un mejor comportamiento en campo, son la "ollanta" (V3), "antarqui" (V2), "haycha" (V12), "tahuaqueña" (V10), "yungay" (V13), "huancayo" (V6) y "tomasa tito condemayta" (V1); las que muestran un mayor número de brotes, menor longitud de brotes, y pérdida de peso, bajo condiciones de almacenamiento en luz difusa, mayor altura de planta (vigor); lo que influye en una mayor producción.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### 1. CONCLUSIONES

El almacenamiento del tubérculo-semilla de papa bajo luz difusa, influye en el mayor número de brotes y por consiguiente tallos, en comparación con el almacenamiento tradicional; siendo así que produjo 5 brotes para el primero (A1) y 3 brotes para el segundo, respectivamente.

Las ventajas del almacenamiento bajo luz difusa son: menor tiempo de dormancia en 5 variedades, mayor número de brotes promedio para 4 variedades; destacando también la menor longitud de brotes y el rompimiento de la dominancia apical, siendo igualmente menor la pérdida de peso (deshidratación).

En cuanto al comportamiento frente a la dormancia existen variedades que tienen un mayor o menor tiempo de "latencia" como la "ollanta" (V3, "haycha" (V12), "yungay" (V13), "alcatarma" (V14) y "liberteña" (V15); en las que el almacén de luz difusa tiene efecto para un menor tiempo de "dormancia" más no para las demás variedades.

##### 2. RECOMENDACIONES

Promover y fomentar el almacenamiento bajo luz difusa, principalmente para un mejor manejo del tubérculo-semilla, dado que éste presenta brotes cortos y vigorosos favorables para la siembra, crecimiento y desarrollo de planta. Así mismo esta práctica permite conservar la semilla durante tiempos más prolongados con una menor deshidratación y por consiguiente en buen estado fisiológico y por ende fitosanitario.

Para condiciones del Altiplano, promover y fomentar esta técnica de almacenamiento con las variedades mejoradas "antarqui", "ollanta", "huaycha", "tahuaqueña", "yungay", "huancayo" y "tomasa tito condemayta"; por adquirir características agronómicas deseables como una emergencia precoz, crecimiento vigoroso de la planta y mayor desarrollo vegetativo, que en buena medida pueden contrarrestar las condiciones climáticas adversas de la región, posibilitando incrementar por consiguiente lo niveles de productividad.

Promover el uso extensivo de Semilla Mejorada de las 7 variedades con mayor rendimiento, para aumentar la producción-productividad y por consiguiente la rentabilidad del cultivo de papa.

#### V. BIBLIOGRAFIA

CALZADA, B. 1970. Diseños experimentales.

CARDENAS, R.B. 1977. Elaboración del chuño a partir de la papa amarga. 1er Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Ayacucho, Perú.

CASSERES, E. 1966. Tratamientos para la papa de siembra, Curso Internacional de producción y mejoramiento de la papa, IICA, Lima - Perú.

CASTRO J. y HUANCO V. 1980. Almacenamiento y conservación de tubérculos en Puno, Proyecto de Transferencia Tecnológica de Producción Agropecuaria y Semilla Mejorada. Puno - Perú. BID - Boletín N° 1.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). 1981. Simposio sobre almacenamiento de papas (17/04 al 09/05/81), Huancayo - Perú.

CHRISTIANSEN, J. 1977. Las papas amargas fuente de calorías y proteínas en los Andes. 1er Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Ayacucho - Perú.

DOUGLAS, E., HORTON 1982. Análisis de presupuesto parcial para Investigaciones en papa a nivel de Finca. Boletín de Información Técnica N° 16, CIP-Lima-Perú.

PAREDES, S., GOMEZ O. 1986. Elaboración de chuño negro y blanco a partir de la papa amarga variedad "Ruckuy" variedad "Q'etta" V. Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos, Puno-Perú.

PAREDES, S. 1990. Procesamiento del chuño blanco en dos comunidades del departamento de Puno. Tesis Ing. Agr. UNA, Puno-Perú.

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EVAPOTRANSPIRACION REAL (ETR)  
DE LA PAPA DULCE (*Solanum tuberosum ssp andigena*) Y DE LA  
PAPA AMARGA (*Solanum juzepczukii*) EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO**

J.J. VACHER<sup>1</sup>, TH. FELLMAN<sup>1</sup>, R. MALDONADO<sup>2</sup>, A. MENDEZ<sup>2</sup>

1: ORSTOM, C.P. 9214, La Paz-Bolivia.

2: SENAMHI, C.P. 10993, La Paz-Bolivia.

## I. INTRODUCCION

El Altiplano boliviano es una ancha llanura de más de 3 millones de ha a 4000 m de altura. A pesar de presentar riesgos muy intensos de sequía y de heladas, el Altiplano es una de las principales regiones agrícolas de Bolivia. Uno de los cultivos más importantes, la papa dulce, presenta rendimientos muy variables pero en general bajos.

Según varios autores (Beukena y Van Der Zaag, 1979; Parker *et al.*, 1989), la sensibilidad de la papa dulce proviene en gran parte de la poca profundidad del sistema radicular, en particular en presencia de horizontes compactos, caso muy común en el Altiplano. Para mejorar los rendimientos, el método generalmente propuesto, es una labranza más profunda. Los campesinos así como los técnicos, atestiguan una mejor resistencia a la sequía de la papa amarga con un mejor aprovechamiento del agua del suelo. El objetivo de este trabajo es entonces analizar y comparar la ETR y las modalidades de extracción del agua del suelo de la papa dulce y de la papa amarga, según dos profundidades de labranza.

## II. MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el centro experimental del IBTEN (Instituto Boliviano de Tecnologías Nucleares), sitio representativo de las condiciones agroclimáticas del Altiplano Norte (VACHER e IMANA, 1989). Las variedades estudiadas fueron para la papa dulce, variedad Sani Imilla y para la papa amarga, variedad Lukii. Se instalaron 3 parcelas experimentales de 400 m<sup>2</sup> cada una, correspondiendo a los tratamientos siguientes.

- papa dulce con labranza tradicional a 20 cm de profundidad (testigo) (PD)
- papa amarga con labranza tradicional de 20 cm (PA)
- papa dulce con labranza a 35 cm (PDL).

En cada parcela se instalaron 2 sitios de mediciones, con tubos de sonda a neutrones y tensiómetros.

Se determinó la ETR del cultivo según la ecuación del balance hídrico:

$$ETR = P + I + \Delta S \pm D - R$$

donde:

P = precipitación medida en la estación

I = riego medido en cada parcela

$\Delta S$  = variación del stock de agua medido cada 10 días con la sonda a neutrones

D = drenaje o ascensión capilar estimado a partir de los datos de los tensiómetros y de la conductividad hidráulica

R = escorrentía, fue considerada nula en nuestro experimento.

Varios autores (Katerji y Allaire, 1984; Jones, 1978) subrayaron la pertinencia de la medición del potencial foliar como indicador del estudio hídrico de la planta. El potencial se midió cada 10 días al alba y al mediodía, con una cámara a presión tipo Scholander. La medición al alba corresponde al potencial promedio de agua del suelo explorado por las raíces. La medición al mediodía, indica la fuerza de extracción del agua del suelo por la planta con el máximo de ETP.

## III. RESULTADOS

## 1. ETR y extracción del agua del suelo.

El Cuadro 1 contiene los valores de los diferentes componentes del balance hídrico para los 3 tratamientos. Las Figuras 2, 3 y 4 representan las variaciones durante el ciclo del cultivo del stock de agua en el suelo y de los perfiles hídricos.

Cuadro 1. Balance hídrico y rendimientos de los experimentos

9/02 28/03	P mm	ETR mm	ETR mm/día	$\Delta S$ mm	Rdt t/ha
PD	54.2	118.5	2	-64,3	11,5
PDL	54.2	144.4	2.5	-90.2	18,5
PA	54.2	145.7	2.5	-91.5	17

Figura 1. Evolución de las variaciones del stock de agua en el suelo.

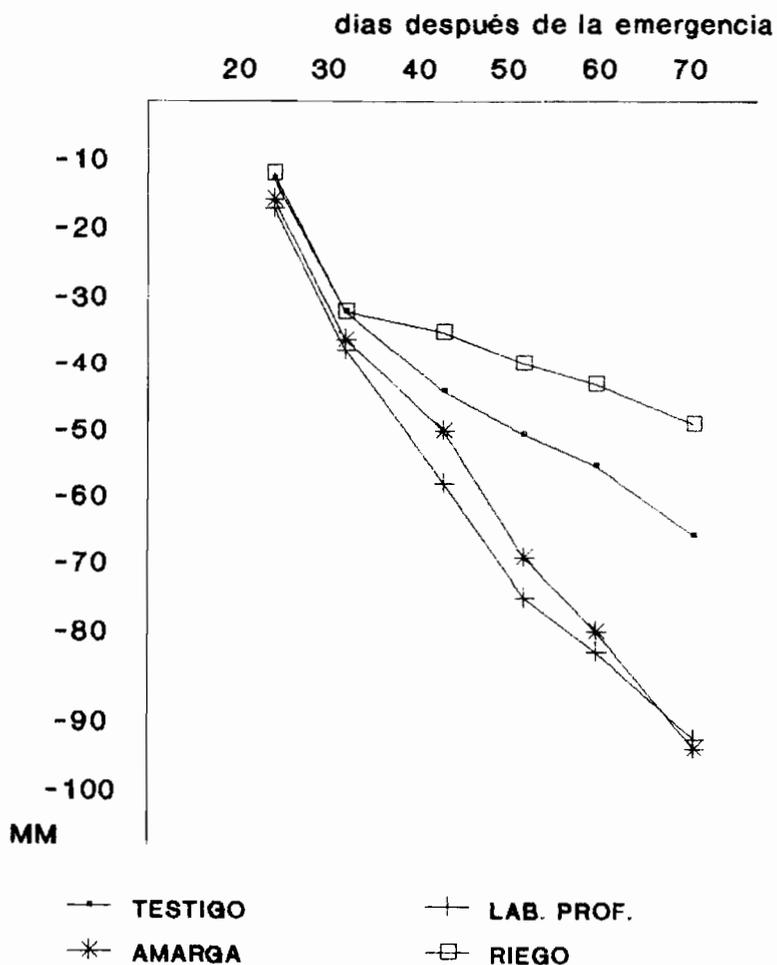


Fig. 2. Límites superiores de los perfiles hídricos

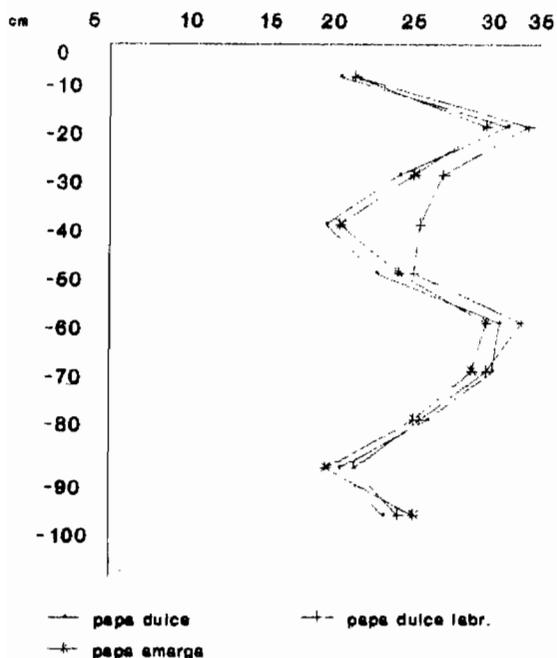
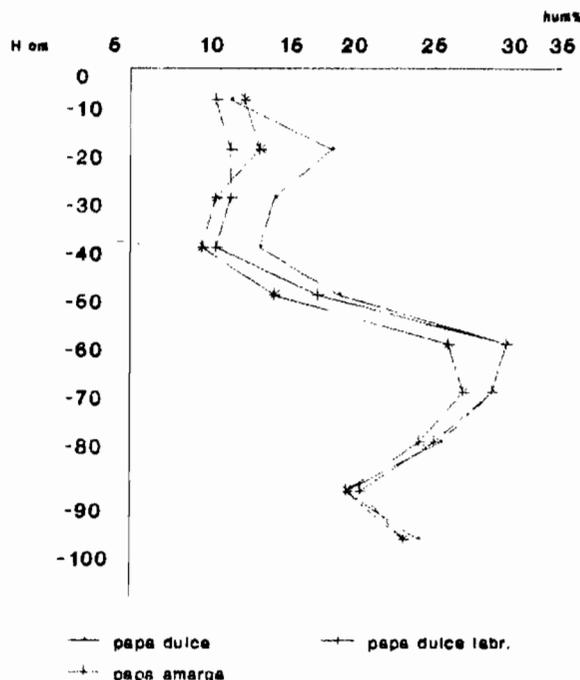


Fig. 3. Límites inferiores de los perfiles hídricos.



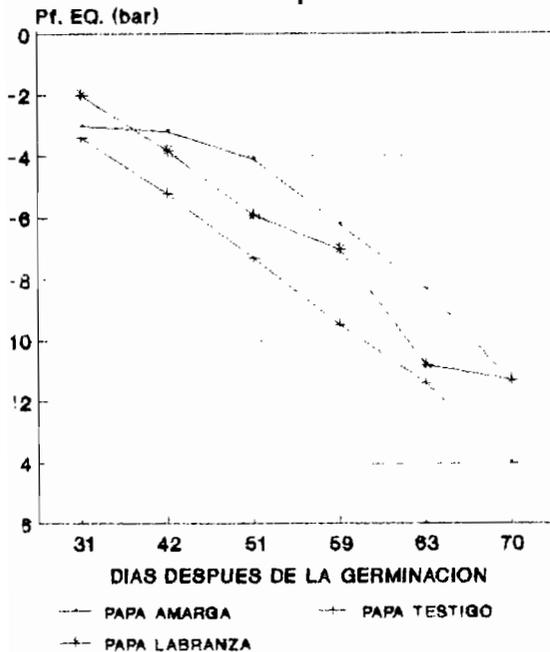
La observación de los resultados conduce a los comentarios siguientes:

- el período estudiado fue muy seco, con una precipitación de solamente 54.2 mm, y una ETP correspondiente de 188 mm
- la papa amarga y la papa dulce con labranza, presentan ETR muy similares, con diferencias marcadas con la papa dulce con labranza tradicional (testigo)
- las diferencias de ETR se traducen muy nítidamente sobre los rendimientos;
- las ETR más elevadas corresponden a un mayor uso del agua del suelo ( $\Delta S$  de estos 2 tratamientos son superiores de más de 50% al S del testigo)
- se puede diferenciar modalidades distintas de extracción del agua del suelo para cada tratamiento:
  - \* la papa dulce muestra una extracción reducida del agua del suelo con una disminución regular hasta ser casi nula; el uso del agua corresponde a los 40 primeros centímetros del suelo con raíces hasta de 35 cm.
  - \* la papa dulce con labranza profunda, muestra al inicio una extracción intensa del agua del suelo, con una disminución nítida en las últimas décadas, las raíces alcanzaron una profundidad de 45 cm, el mejor uso del agua del suelo corresponde a un mejor almacenamiento (límite superior del perfil) y de una mejor disponibilidad (límite inferior del perfil), los primeros 40 cm del suelo participaron en 80% del DS
  - \* la papa amarga muestra una extracción regular, sostenida y más profunda del agua en el suelo (35% del  $\Delta S$  corresponde a la capa del suelo inferior a 40 cm), las raíces alcanzaron una profundidad de 50cm, el perfil hídrico inferior, al final del ciclo del cultivo, indica una mayor intensidad de extracción del agua del suelo.

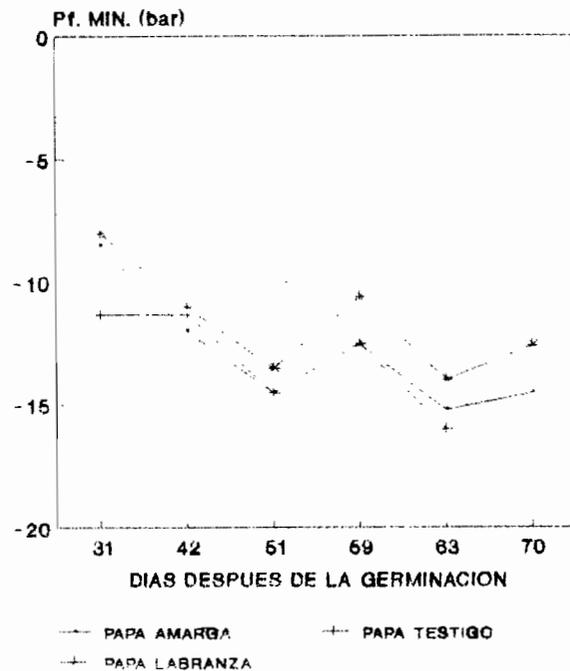
## 2. Evolución del potencial foliar hídrico.

Las Figuras 4 y 5 representan las evoluciones del potencial foliar de equilibrio (PF eq.) y del potencial foliar mínimo (PF min.) para los 3 experimentos. Se observa una disminución regular del PF eq. (de -3 bars a -13 bars), lo que corresponde a la disminución importante del agua en el suelo. Diferencias significativas aparecen entre tratamientos; confirman condiciones hídricas más favorables para PA y PDL. El PF min. muestra una disminución nítida al inicio, seguida de una cierta estabilidad alrededor de -14 bars, lo que corresponde al máximo de fuerza de extracción del agua del suelo. No se nota diferencias marcadas entre tratamientos. Las evoluciones en condiciones de sequía del PF eq. y del PF min. de la papa amarga y de la papa dulce, corresponden, según Hickman (1970) y Ritchie (1973) a estrategias de tipo regulador, asociadas generalmente a un buen control estomático.

**Fig. 4. Variaciones del potencial foliar hídrico de equilibrio.**



**Fig. 5. Variaciones del potencial foliar hídrico mínimo**



## IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados que presentamos, ponen en evidencia una influencia significativa de una labranza más profunda sobre la ETR y el rendimiento de la papa dulce, y una mejor explotación del agua del suelo para la papa amarga. Con una temporada muy seca, las diferencias de rendimientos son superiores a 50% con el testigo.

- El efecto de la labranza sobre la ETR de la papa dulce proviene principalmente de un mejor uso del agua del suelo en el horizonte de 0 a 40 cm, mejor uso debido a un aumento del stock de agua y a una mejor exploración radicular. Las nuevas características hídricas del suelo para el cultivo, y la respuesta del sistema radicular, particularmente sensible a las nuevas condiciones del suelo, permitieron atrasar el déficit hídrico de más de 20 días.

- La papa amarga presenta una ETR semejante a la papa dulce con labranza profunda. El consumo de agua más elevado para la papa amarga corresponde, según los perfiles hídricos, a una mejor exploración del suelo y a una mejor extracción. El sistema radicular es más profundo y el agua, debajo de los 40 cm, participa a 35% de la ETR. El último perfil hídrico, subraya la eficiencia superior de la papa amarga para extraer el agua del suelo. Estas características fueron confirmadas por los valores y las variaciones del potencial foliar hídrico de equilibrio. La evolución del potencial foliar de equilibrio y las pocas variaciones del potencial foliar mínimo nos conducen a clasificar según Ritchie, la papa dulce y la papa amarga en el grupo de las plantas reguladoras frente a la sequía.

**VI. BIBLIOGRAFIA**

- COLEMAN, W.K. 1986. Water relations of the potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars varitan and shepaly. Amer. Pot. J. 63: 273-276.
- JONES, H.G. 1978. Modelling diurnal trends of leaf water potential in transpiring wheat. J. Appl. Ecol. 15: 613-622.
- KATEERJI, N., HALAIRE, M. 1984. Les grandeurs de référence utilisables dans l'étude de l'alimentation en eau des cultures. Agronomie, 4(10): 99-1008.
- MAERTENS, C., BLANCHET R., 1981. Influence des caractères hydriques du milieu racinaire et aérien sur le potentiel de l'eau dans les feuilles de quelques types varietaux de soja et confrontation à leur comportement agronomique. Agronomie. 1 (3): 199-206.
- PARKER, C.J., CARR, M.K.V., JARVIS, N.J. EVANS, M.T.B. and LEE, V.H. 1989. Effets of subsoil loosening and irrigation on soil physicals properties, root distribution and water uptake of potatoes (*Solanum tuberosum*). Soil and Tillage Research. 13: 267-285.
- RITCHIE, G. 1975. The pressure chamber as an instrument for ecological research. Advanced Ecological Research. Vol. 29. 165-254.
- TURNER, N.C. and BEGG, 1986. Plan water relations and adaptation to stress. In: Soil water and nitrogen in mediterranean type environments. Monteith Webb et Nijhoff (eds.). The Hague: 97-131.
- TURNER N.C, and BEEG J.E. 1978. Responses of pasture plants to water deficits. In: Plant relation in Pastures. Wilson (eds.): 50-66.
- VACHER J. e IMAÑA E. 1989. Los riesgos de sequía y de heladas en el Altiplano boliviano. Informe ORSTOM-SENAMHI-SOP.



## COMPORTAMIENTO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigena*) EN WARU-WARU Y OTRAS ZONAS DE PRODUCCION

Pablo César AGUILAR

Univ. Nac. del altiplano - IIDSA - PIWA. Puno, Perú

### I. INTRODUCCION

La Sierra, segunda región natural del Perú es muy compleja, porque comprende los más heterogéneos ambientes; por lo que Pulgar Vidal (1988) tomando en cuenta los pisos altitudinales y la experiencia campesina, lo divide en ocho ecoregiones. Por otro lado, Tapia (1986) propone seis subregiones, considerando la cuenca del Titicaca como una subregión constituida a su vez de zonas agroecológicas: circunlacustre, suni del altiplano, puna húmeda y cordillera. La zona de cultivos agrícolas de la cuenca del Titicaca abarca hasta la ecoregión Suni, la cual sigue siendo compleja y heterogénea, por lo que PISA divide en zonas homogéneas de producción o como zonas de problemas comunes: pampa, ladera y cerro. Las dos primeras son bien diferenciadas climáticamente por las comunidades campesinas (Aguilar, 1989).

En la cuenca del Titicaca, la helada de tipo radiativa es la más frecuente durante el ciclo de cultivo y produce lesiones en el tejido de las plantas por la formación de hielo en los espacios intercelulares, en las paredes celulares, donde el hielo extracelular cristalizado actúa como agente desecador (Larcher, 1977; Morlon, 1979). Frente a esta helada, las plantas tienen diferentes grados de reacción, desde papas amargas que toleran hasta  $-6^{\circ}\text{C}$ . Frente a este muy intenso riesgo climático se busca acondicionar los ambientes de cultivo para amortiguar el efecto de la helada; así Grace (1984), encuentra que a nivel del aire, superficie y suelo, el microclima de los camellones es ligeramente más cálido que el de la pampa, aunque los camellones no eliminan las heladas, reducen la intensidad y duración de los períodos o épocas frías. Igualmente Aguilar (1989), observa diferencias entre  $1$  a  $2.5^{\circ}\text{C}$  a favor de los camellones y Ramos (1985), observa que la helada afecta menos en los warus que en la pampa.

Con estos antecedentes se plantea el siguiente objetivo: Evaluar el comportamiento de variedades de papa (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*) frente a las heladas en diferentes zonas de producción, diferentes grados de monocultivo y manejo de agua en infraestructura de waru-waru.

### II. MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se ubican en tres comunidades campesinas del Distrito y Provincia de Lampa, Departamento de Puno. La ciudad de Lampa, está ubicada a  $15^{\circ}\text{C } 29' 20''$  Latitud Sur,  $70^{\circ} 20' 15''$  Longitud Oeste y a una altitud de 3,890 m.s.n.m. El clima de las comunidades de Alto Catacha, Sutuca Urinsaya y Pichinchuani tiene una precipitación media anual (24 años) de 750 mm, de los cuales el 70% se presenta en los meses de diciembre a marzo, con una máxima precipitación en el mes de enero con 165 mm. La temperatura (24 años) media anual es de  $7.8^{\circ}\text{C}$ , la media máxima anual  $16.3^{\circ}\text{C}$ , media mínima anual de  $-0.66^{\circ}\text{C}$  y la oscilación media de  $17^{\circ}\text{C}$ .

En la comunidad de Pichinchuani se siembra con variedades de papa dulce "Imilla Negra" y "Andina" en las zonas de producción pampa con waru-waru (Camellones), pampa sin waru-waru, pampa con "Barbecho" o Chapa y ladera. En la comunidad de Alto Catacha se instaló la variedad Andina de papa en warus con dos años (campañas) de monocultivo y warus nuevos. Y en la comunidad de Sutuca Urinsaya se sembró variedad Andina (papa dulce) y variedad Ayqui (papa amarga), para manejar la infraestructura de waru-waru con y sin agua. Durante el desarrollo del cultivo en los tres experimentos, se evaluó el porcentaje de daño sufrido por las plantas y porcentaje de plantas muertas por parcela, debido a la presencia de las heladas durante la campaña agrícola 1989-90.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 1. Zonas microclimáticas

El comportamiento de las dos variedades de papa dulce Imilla Negra y Andina en las cuatro zonas de producción en waru (sin agua), pampa, barbecho y ladera se presenta en el Cuadro 1. Allí las plantas de la zona pampa han sufrido mayor daño que otras zonas, ambas variedades sufren daños hasta el tercio inferior de la planta, con quemaduras de 80 a 60% de hojas respectivamente en la primera evaluación con la muerte de 100% en la tercera evaluación (01-03-90). En la zona de barbecho el comportamiento de las variedades fue similar, pero con menor severidad que en la pampa. La zona de warus no sufre ningún daño hasta la primera evaluación, en las siguientes evaluaciones sufren daño, pero en menor grado que en pampa y barbecho (con 20 a 30% de plantas rebrotables en la cuarta evaluación); además se observa gran poder de rebrote en las plantas. En cambio, en la zona de ladera se ha mostrado como libre de heladas durante la campaña, aunque con ligero marchitamiento del follaje por las mañanas; sin embargo, la producción no fue aceptable por falta de disponibilidad de agua principalmente.

**Cuadro 1. Comportamiento de variedades de papa a la incidencia de la helada en zonas de producción de Pichinchuani, 1989-90**

Imilla Negra Fecha Zona	Tercio planta dañado	Grado daño %	Plantas muertas %	Andina			
				Tercio planta dañado	Grado daño %	Plantas muertas %	
09/02 (I)	Waru	Ninguna	00	-	Ninguna	00	--
	Pampa	Inferior	80	-	Inferior	60	--
	Barbecho	Medio	60	-	Medio	40	--
	Ladera	Ninguna	00	-	Ninguna	00	--
15/02 (II)	Waru	Inferior	80*	-	Inferior	75*	--
	Pampa	Inferior	100*	95	Inferior	95*	80
	Barbecho	Inferior	95*	25	Inferior	75	10
	Ladera	Ninguna	00	00	Ninguna	00	00
10/03 (IV)	Waru	Inferior	100	80	Inferior	100	70
	Ladera	Ninguna	00	00	Ninguna	00	00

\* Plantas dañadas con buen brote.

El microclima de ladera es el más favorable para el cultivo de papa dulce; debido a que el aire frío que se produce sobre la superficie del suelo por gravedad desciende a las partes bajas y es permanentemente reemplazado por aire menos frío, por lo cual no se forma la capa de aire frío que produce helada. En cambio, en los warus, la alternancia de terraplenes y canales hace que una pampa plana tenga topografía sinuosa que provoca turbulencia, drena el aire frío al fondo del canal y la superficie del terraplén que está a un nivel más alto que la superficie de la pampa original, ubica a las plantas en la parte más caliente de la gradiente de temperatura nocturna (Morlon, 1979).

#### 2. El monocultivo y las heladas

El efecto del monocultivo sobre el comportamiento de las plantas frente a las heladas se observa en la Tabla 2, donde la variedad Andina se comporta en forma diferente cuando es cultivada en forma repetida por tres, dos y una veces, en el mismo terreno. El daño sufrido por la planta (% de follaje y plantas muertas), indica que inclusive sucumbe más rápidamente a heladas consecutivas. En cambio, en las plantas en waru-warú de reconstrucción nueva, el daño por la helada es menor que con dos o más veces de monocultivo y aparentemente las plantas no presentan daños de helada hasta la segunda evaluación y hasta la cuarta evaluación todavía existe 20% de plantas con posibilidades de rebrote, debido a que las plantas eran más vigorosas que en los warus en monocultivo.

**Cuadro 2. Comportamiento de variedad Andina de papa frente a la helada en diferentes grados de monocultivo en Alto Catacha, 1990.**

Indicador	Tres veces			I	Dos veces		I	Waru nuevo	
	I	II	V		II	V		II	V
Planta afectada (1/3)	i	m	i	i	i	i	m	*	i
Daño en el tercio (%)	80	80*	100	60	60*	100	30	*	100
Plantas muertas (%)	0	10	100	0	5	100	0	0	80

Fechas de evaluación: I (09-02-90), II (15-02-90), IV (10-03-90)

\* Plantas recuperadas por el rebrote.

### 3. El agua en los camellones y la helada

La variedad Andina tolera mejor las heladas hasta la tercera evaluación cuando la infraestructura contiene agua (10% menos de plantas muertas). En cambio, la variedad Ayqui (papa amarga) tolera mejor la helada durante toda la campaña agrícola, produciendo tubérculos y mucho mejor en infraestructura de warus con agua (duplicando al de sin agua en 800 kg/ha). Sin embargo, no cabe duda que hasta la variedad amarga Ayqui ha sufrido un "stress" y no ha llegado a desarrollar funciones fisiológicas óptimas para alcanzar una madurez que signifique producir una cosecha normal.

La mayor tolerancia de las plantas en warus con agua, se debería a que el suelo de los terraplenes está permanentemente húmedo o que favorece una mayor capacidad calórica y mejor flujo de calor por conducción térmica durante la noche, desde la profundidad más caliente hacia la superficie más fría e inversamente de día. Además la evaporación constante hace que en el ámbito del sistema haya mayor contenido de humedad relativa que ayuda a conservar el calor del suelo y aire. La disponibilidad de agua hace que las plantas sean más vigorosas, favorece la hidratación rápida cuando la helada radiativa ha pasado; evitando la muerte de las plantas por falta de agua, permitiendo más bien la reanudación y normalización de las actividades fisiológicas que fueron paralizadas por la helada (Morlon, 1980).

**Cuadro 3. Comportamiento de Papa dulce y amarga frente a las heladas en Sutuca Urinsaya, 1990.**

Var.	Indicador	WARUS CON AGUA			WARUS SIN AGUA		
		II	III	IV	II	III	IV
Andina	Planta afectada (1/3)	m	i	i	i	i	i
	Daño en el tercio (%)	60	100	100	100	100	100
	Plantas muertas (%)	0	10	100	0	20	100
Ayqui	Planta afectada (1/3)	s	i*	s	s	i	i
	Daño en el tercio (%)	5	0*	15	20	80	100
	Plantas muertas (%)	0	0	0	0	10	50
	Producción (kg/ha)			750			1600

Fechas de evaluación: II (15-02-90), III (01-03-90), IV (17-03-90)

i = inferior, m = medio, s = superior.

## IV. CONCLUSIONES

La zona de producción ladera, posee un microclima más favorable para el cultivo de papa dulce susceptible a la helada, pero con el manejo adecuado de suelo y agua se puede asegurar la cosecha de muchos cultivos. Con el monocultivo se reduce el vigor de las plantas, por ende la tolerancia a la helada; cuando no se restituyen los nutrientes y no se hace un manejo sanitario del suelo. Tanto la variedad dulce como la variedad amarga se comportan y toleran mejor la helada en condiciones donde la infraestructura contiene agua permanente. En general, el efecto favorable del waru-waru en la producción agrícola se debe a que la infraestructura conjuga muchos efectos pequeños que aún falta determinar.

**V. BIBLIOGRAFIA**

- AGUILAR, P.C., PARI, P. y CALLOHUANCA, M.A. 1989. Waru-warú en la producción agropecuaria de las comunidades campesinas del Altiplano IIDSA-UNA. Puno. 170 p.
- GRACE, B. 1985. El clima del Altiplano. INIPA, CIPA XXI. Puno.
- LARCHER, W. 1977. Ecofisiología vegetal. Ed. OMEGA, Barcelona.
- MORLON, P. 1979. Apuntes sobre el problema agronómico de las heladas: El aspecto meteorológico. Convenio Perú-Canadá. Proyecto Colza y Creales. Min. Agr. y Alim. Puno.
- PULGAR VIDAL, J. 1987. Geografía del Perú. Edit. PEISA. Lima.
- TAPIA, M. 1986. Guía metodológica para la caracterización de la agricultura andina. IICA/CIID/Universidades Arequipa, Cusco y Puno. PISCA.

**CULTIVO DE MERISTEMAS Y TERMOTERAPIA EN VARIEDADES BOLIVIANAS DE PAPA (*Solanum andigena* L., *Ullucus tuberosus* Lindl y *Oxalis tuberosa* Mol.) EN VIAS DE SU LIMPIEZA VIRAL**

G. AGUIRRE V.

Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Bélgica.

**I. INTRODUCCION**

El cultivo de tubérculos, que comprende principalmente a la papa, la papalisa y la oca, está muy expandido en la región andina de Sudamérica y principalmente en Bolivia. La multiplicación vegetativa de estos tubérculos hace que estos cultivos sean sensibles a virus; luego de algunos ciclos de multiplicación, dichos cultivos llegan a infectarse por un complejo viral.

Varias medidas de protección, entre las cuales se encuentra la utilización de un material sano, pueden ser tomadas para limitar el impacto de las enfermedades virales en estos cultivos, principalmente en la papa, por su mayor importancia económica. La limpieza viral del material vegetativo infestado, puede ser obtenida gracias a la utilización de métodos tradicionales que comprendan la selección genealógica de tubérculos sanos, introduciendo técnicas actuales de termoterapia, cultivo de meristemas, o una combinación de estas técnicas. Luego de esta fase de limpieza, el material vegetal es multiplicado in vitro como plántulas y microtubérculos y en invernadero como minitubérculos.

Los objetivos de este trabajo son:

- La limpieza de variedades de papa utilizando las técnicas de cultivo de meristemas y/o termoterapia.
- La micropropagación del material limpio en vías de evaluar en campo el impacto de esta limpieza sobre el rendimiento.
- La utilización del cultivo in vitro en *Ullucus tuberosus* (papa lisa) y *Oxalis tuberosa* (oca).

**II. MATERIALES Y METODOS**

**1. Material vegetal**

**Cuadro 1. Identificación del material vegetal**

identificación	número de tubérculos	origen localidad	provincia	coleccionador
choquepito		caquiaviri	pacajes	SEMTA
pinco	4	caquiaviri	pacajes	SEMTA
luky	5	caquiaviri	pacajes	SEMTA
04-01-001				
janqo yari	3	ulloma	pacajes	A. Bonifacio
04-01-029				
ajahuiri	4	sijillanga	aroma	A. Bonifacio
04-01-020				
chiar imilla	4	huarina	omasuyos	A. Bonifacio
04-01-088				
huacamayu	4	huarina	omasuyos	A. Bonifacio
04-01-047				
chiar sutamari 4		c. yaribay	pacajes	A. Bonifacio
04-01-059		c. yaribay	pacajes	A. Bonifacio
				A. Monasterios
04-01-057	3	c. yaribay	pacajes	A. Bonifacio
				N. Monasterios

## 2. Verificación del estado sanitario del material vegetal

La verificación se efectúa mediante el test ELISA sobre tubérculos de papa brotados a fin de verificar la presencia de los virus PLRV, PVY, PVS, PVX, PVM y APLV, para los cuales se dispone de un antisuero a nivel comercial. El control microscópico se realiza utilizando la técnica de la gota (leaf-dip) en pequeños trozos de hojas bien desarrolladas sobre todo el material en estudio, incluyéndose en este control hojas de papalisa y oca.

## 3. Termoterapia y cultivo de meristemas.

Después de la verificación del estado sanitario, los tubérculos de las variedades estudiadas son **plantados** en maceta bajo invernadero. Las plantas obtenidas luego de dos semanas de cultivos, se transfieren a una cámara de termoterapia, donde la humedad relativa es del 80% con un fotoperiodo de 16 horas de luminosidad.

La temperatura se eleva gradualmente a razón de 2° C cada 48 horas, para finalmente alcanzar la temperatura deseada de 37°. La escisión de los meristemas de las yemas se efectúa sobre las plantas mantenidas en invernadero, y sobre plantas sometidas a 21 y 42 días de termoterapia.

### 3.1. Escisión de meristemas

La disección aséptica del meristema es un proceso delicado y se realiza con ayuda de un binocular desinfectado en superficie. Se retiran los folíolos, previamente desinfectados, que entornan el punto de crecimiento, hasta observar el domo meristemático y los primordios foliares. Se escisa inmediatamente el meristema (cerca de 0.2 mm) y se lo transfiere sobre el medio de cultivo apropiado (medio MS modificado, rico en sustancias de crecimiento), contenido en pequeños tubos de ensayo, los cuales son mantenidos bajo una luminosidad de 4000 lux con un fotoperiodo de 16 horas de luz y una temperatura de 23° C.

### 3.2. Micropropagación del material obtenido de meristemas.

Después de 2 a 3 meses de cultivo, las plántulas jóvenes son fragmentadas y repicadas en envases de 380 ml de volumen, conteniendo 50 ml de medio de multiplicación. El estado sanitario de todas las plántulas proveniente de meristemas, se verifica por medio de un primer control serológico sobre el material cultivado in vitro y un segundo control se realiza sobre las plantas 45 días después de aclimatarlas en invernadero.

La microtuberización es realizada partiendo de segmentos nodales cultivados en medio líquido en dos fases sucesivas: la inducción del crecimiento (21 días) que se realiza sobre un medio de multiplicación con 0.1 mg/l de IBA. La fase de tuberización se inicia 3 semanas después, en total oscuridad y a 20° C durante 30 días. Se reemplaza el medio de cultivo anterior por otro rico en Coumarina (20 mg/l) y con sólo la mitad de la concentración. Finalizada esta fase, los microtubérculos son cosechados, lavados, secados y conservados a 4° C sobre papel filtro durante 6 meses a fin de levantar la dormancia.

Las microplántulas provienen de segmentos nodales cultivados durante 21 días, período suficiente para que presente un buen enraizamiento y puedan ser aclimatadas en suelo. El substrato utilizado es una mezcla de turba y tierra adicionada con un fertilizante completo, las plántulas son plantadas profundamente, dejando emerger solamente unos cuantos folíolos. Para evitar un marchitamiento inmediato, las plantas serán cubiertas a una cierta altura, con un film perforado, a fin de mantener las plántulas en una atmósfera húmeda durante 3 a 5 días. Treinta días después del repicaje, las plántulas están aptas para ser transplantadas en campo, o a iniciar la minituberización.

Los minitubérculos son obtenidos de una plantación densa de microtubérculos, plántulas o esquejes, bajo condiciones de invernadero.

#### 4. Cultivo in vitro de Oca y Papalisa

Se ensayaron, para la oca y la papalisa, dos medios de cultivo de meristemas; el utilizado para la papa y el medio modificado para el cultivo de meristemas de camote, puesto a punto en el laboratorio de fitopatología de Gembloux.

##### 4.1. Microtuberización de papalisa

Los medios de tuberización difieren de aquellos utilizados para la papa (Dumont, 1983) por la naturaleza y concentración del antigiberélico (Coumarina y Ancymidol). Las concentraciones utilizadas de Ancymidol son de 1 y 5 mg/lt.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 1. Control serológico

Los resultados del test ELISA se resumen en el cuadro 2.

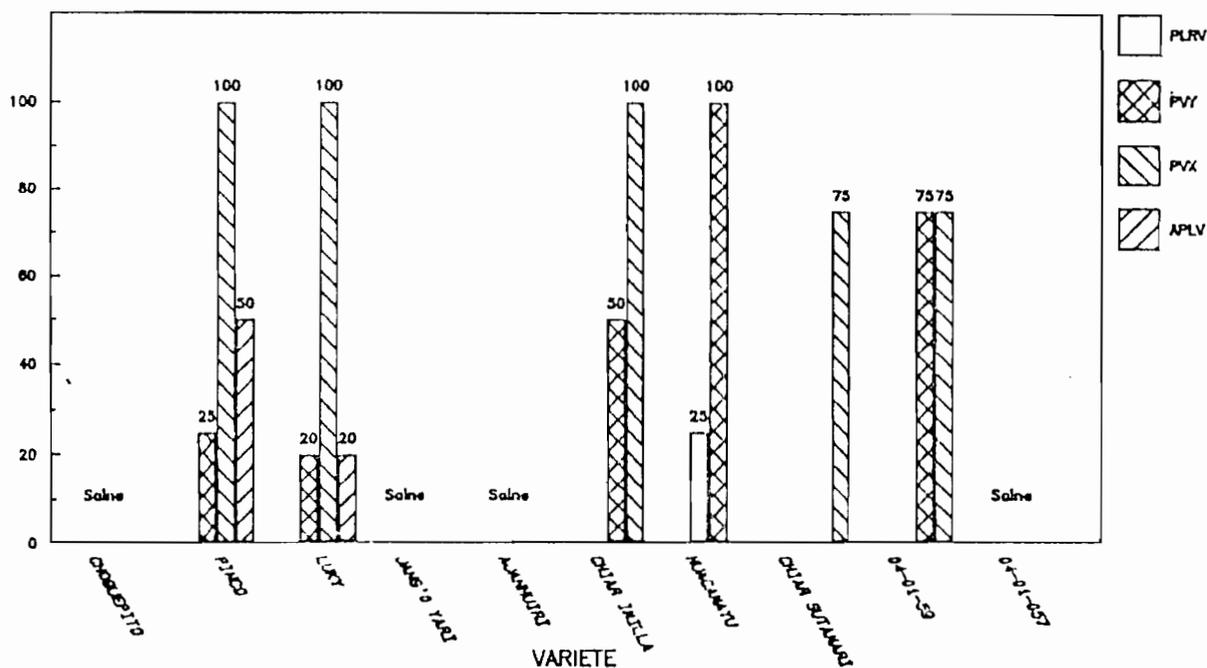
**Cuadro 2. Porcentaje de test positivos para diferentes virus considerados sobre tubérculos de papa originarios de Bolivia.**

ENFERMEDAD VIRAL:	PVX	PVY	APLV	PLRV	PVS	PVM
% DE INFECCION:	48.7	28.2	7.7	2.6	0.0	0.0

Estos resultados no son, sin embargo, representativos de la situación general prevaleciente en Bolivia. El análisis por variedad (figura 1) muestra porcentajes de infección muy diferentes.

**Figura 1. Porcentaje de infección viral de tubérculos de papa de 10 variedades provenientes de Bolivia.**

% de tuberculos infectes



## 2. Control microscópico.

La microscopía electrónica no mostró ninguna partícula viral en los cv. CHOQUEPITO, JANGO YARI, AJAHUIRI y 04-01-57; mientras que en las otras variedades de papa, se pudieron observar partículas filamentosas e isométricas.

## 3. Termoterapia y cultivo de meristemas.

Teniendo en cuenta que el tamaño del explant mejora la tasa de regeneración (Amezqueta, 1984), pero disminuye sensiblemente el porcentaje de plantas sanas (Faccioli 1984, Lepoivre y Semal 1989), se escogió escisar los explants constituidos por el domo meristemático con 1 ó 2 primordios. Luego de la puesta en cultivo, la respuesta varietal a la termoterapia fue diferente; asimismo, el efecto del medio de multiplicación en función de la variedad fue también muy variable.

## 4. Control del estado sanitario.

El control por serología y microscopía electrónica del material vegetal regenerado, ha sido realizado en diferentes estados de crecimiento (plántulas in vitro y plantas aclimatadas en invernadero). Los resultados obtenidos por análisis realizados después de una aclimatación en invernadero, se indican en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Efecto de la termoterapia sobre el estado sanitario de plántulas de papa regeneradas a partir de meristemas.**

VARIEDAD	N° de días a 37° C	N° de pl. testadas	PVX		PVY		APLV		PLRV	
			N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
PINCO	0	62	30	48	61		98	60		97
	21	10	10	100	10		100	10		100
	42	19	19	100	19	100	19	100	-	-
LUKY	0	51	39	76	50	98	50	98	-	-
	21	15	15	100	15	100	15	100	-	-
	42	28	28	100	28	100	28	100	-	-
CHIAR IMILLA	0	14	6	43	2	86	-	-	-	-
	21	4	3	75	4	100	-	-	-	-
HUACAMAYU	0	9	-	-	8	89	-	-	9	100
	21	9	-	-	9	100	-	-	9	100
04-01-59	0	29	20	69	29	100	-	-	-	-
	21	5	4	80	5	100	-	-	-	-

N y % :Número y porcentaje de plantas sanas.

## 5. Respuestas varietales a la microtuberización de la papa.

Los resultados obtenidos en los cv. CHOQUEPITO, PINCO y LUKY (cuadro 4), son sensiblemente inferiores a los obtenidos por Meulemans (1986), que alcanzan una tasa de 1.5 tubérculos/planta para la variedad BINTJE.

**Cuadro 4. Comportamiento varietal a la microtuberización de 3 cultivares andinos de papa.**

<b>VARIEDAD:</b>	<b>CHOQUEPITO</b>	<b>PINCO LUKY</b>	
Peso total de microtub. (g)	1.301	1.036	0.99
N° de tub. > 5 mm	6.43	4.57	4.38
Peso (g) tub. > 5 mm	1.107	0.530	0.610
N° de tub. < 5 mm	4.71	10.14	7.63
Peso (g) tub. < 5 mm	0.194	0.506	0.380
N° tub./planta	0.86	1.01	0.99
Peso (g) tub./planta	0.100	0.071	0.082
N° tub. > 5 mm/planta	0.49	0.31	0.36

#### 6. Respuestas varietales a la minituberización de la papa.

Los coeficientes de multiplicación fueron de 3.2 para el cv. LUKY y 2.3 para el cv. PINCO; no pudiendo tuberizar el cv. CHOQUEPITO por presentar una mayor sensibilidad al fotoperíodo. con 16 horas de luminosidad.

#### 7. Microscopía electrónica de *U.tuberosus*.

Las observaciones realizadas al microscopio electrónico en papalisa, muestran la presencia de partículas filamentosas e isométricas, las cuales indican probablemente la presencia de los virus UMV y UVC descrito por Brunt *et al.*, (1982), en material proveniente de Bolivia y Perú.

En oca, la observación de las preparaciones efectuadas no mostró la presencia de partículas virales.

#### 8. Cultivo in vitro de papalisa y de oca.

El cultivo de meristemas de papalisa y oca (cuadro 5) se limitó a efectuar ensayos preliminares sobre la respuesta de dos medios de cultivo de meristemas utilizados en el Laboratorio de Patología Vegetal en Gembloux.

El paso de sacarosa por carbón activo, antes de su introducción en el medio de cultivo de camote (Olivier, 1987), podría haber facilitado la regeneración de meristemas de Oxalis sobre ese medio.

**Cuadro 5. Regeneración de meristemas de papalisa y oca en dos medios diferentes..**

<b>ESPECIE</b>	<b>N° DE MERISTEMAS</b>		<b>N° DE PLANTAS</b>		<b>% PLANTA DESARROLLADAS POR EL N° DE MERISTEMAS</b>	
	<b>M. papa</b>	<b>M. camote</b>	<b>M. papa</b>	<b>M. camote</b>	<b>M. papa</b>	<b>M. camote</b>
PAPALISA	36	31	12	7	33	23
OCA	24	30	0	6	0	20

### 8.1. Microtuberización de la papalisa.

Después de 40 días de cultivo, los medios de cultivo conteniendo el Ancymidol, en dos concentraciones diferentes, indujeron la microtuberización en la papalisa; sin embargo, estos resultados deberán ser confirmados con un mayor número de repeticiones.

**Cuadro 6. Influencia del ancymidol sobre la tuberización in vitro de la papalisa.**

	ANCYMIDOL	
	1 mg/l	5 mg/l
N° de tubérculos/planta (*)	0.625	0.430
Peso tubérculos/planta (g)	0.120	0.116
N° tubérculos 5 mm/pl	0.250	0.0
N° tubérculos 5 mm/pl	0.375	0.430

(\*) media de 7 observaciones.

## IV. CONCLUSIONES

- Los cv. de papa en estudio estuvieron infectados por los virus PVX, PVY, APLV y PLRV. Los virus S y M no pudieron ser identificados; este último resultado no es, sin embargo, representativo de la situación existente en Bolivia.
- En la papa, la combinación de las técnicas de cultivo de meristemas y termoterapia aumenta significativamente el porcentaje de plantas sanas.
- La microtuberización muestra valores de .49, .31 y .36 microtubérculos/planta a 5 mm para los cv. CHOQUEPITO, PINCO y LUKY respectivamente.
- La tasa de microtuberización/planta es de 2.3 para el cv. PINCO y 3.2 para LUKY, siendo nula en el cv. CHOQUEPITO por mostrar ésta mayor sensibilidad fotoperiódica.
- La microscopía electrónica ha permitido revelar en papalisa la presencia de partículas filamentosas e isométricas. Estas observaciones señalan la importancia que podría significar una limpieza viral en papalisa, que tiene como cultivo gran importancia en la alimentación de diversos sectores de la población boliviana.
- Los medios de cultivo de meristemas, puestos a punto para la papa y el camote en Gembloux, permitieron regenerar meristemas de papalisa y oca respectivamente.
- La microtuberización de la papalisa es posible realizarla utilizando Ancymidol en concentraciones de 1 y 5 mg/l.

## V. BIBLIOGRAFIA

- AMEZQUETA, S. y MINGO-CASTEL A.M. 1989. Cultivo de ápices meristemáticos de tallo y micropropagación en patata cv. Kennebec y Jaerla. Prod. Prot. Veg. vol. 4(1), p. 7-12.
- BEEEMSTER, B.Z. and ROZENDAAL A. 1972. Potato viruses: properties and symptoms. In viruses of potatoes and seed potatoes production. Wageningen. p. 115-143.

- BENSALAH, B. 1982. Contribution à l'étude de l'effet du Virazole sur l'assainissement par culture in vitro de germes de pommes de terre infectées par le virus Y. Travail de fin d'études, Fac. Sciences Agronomiques, Gembloux.
- BRUNT, A., PHILLIPS, S., JONES, B. and KENTEN, R.H. 1982. Viruses detected in *Ullucus tuberosus* (Baselaceae) from Perú and Bolivia. Ann. Appl. 101,65-71.
- DESJARDINS, Y., TIESSEN, H. and HARVEY. 1987. The effect of sucrose and Ancymidol on the vitro rooting of nodal sections of asparagus. Hort. Science. 22(1). p. 131-133.
- DUMONT, J. 1983. Etude et perspective d'utilisation de la microtubérisation de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). Travail de fin d'études, Fac. Sciences Agronomiques Gembloux.
- ENGSBRO, B. 1984. Tubérisation on minicuttings of potato. Potato Research (27). 96p.
- FOUARGE, G. 1989. La production de plants et les techniques de micropopagation. In. Colloque d'information scientifique, CRA Gembloux.
- HOOKE, W.J. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Centro Internacional de la Papa. 166p.
- LE, C. 1986. Régénération de la variété de pomme de terre Hermes par thermothérapie et culture de meristemes. Revue agricole Suisse 17(4). 221-225p.
- LEPOIVRE, P. et SEMAL, J. 1989. Culture de tissus et phytopathologie. In traité de Pathologie Végétale. Presses Agronomiques de Gembloux. 455-464p.



## DOS TECNOLOGIAS TRADICIONALES DE PROCESAMIENTO Y TRANSFORMACION DEL CHUÑO BLANCO O TUNTA EN PUNO - PERU

Sebastian PAREDES H.

Investigador de campo del Area Procesamiento y Transformación.

### I. INTRODUCCION

El presente ensayo experimental se efectuó durante el invierno de 1988, en la Región José Carlos Mariátegui, Puno-Perú.

### II. OBJETIVOS

El objetivo del estudio es el de establecer cualitativa y cuantitativamente las diferencias entre dos niveles tecnológicos tradicionales de procesamiento del "Chuño blanco" o "Tunta" Aymara ( $T_1$ ) y ( $T_2$ ) de la zona Quechua, evaluándose las diferencias en rendimiento, calidad y beneficio económico.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha contado con dos niveles tecnológicos de procesamiento, el primero de la comunidad campesina de Chijichaya de la provincia fronteriza de Chucuito (Aymara), y el segundo de la cc. Llallahua Pajchapata (Quechua), de la Provincia de Azángaro, ambas pertenecientes a la Sub Región de Puno de la Región José Carlos Mariátegui. Se utilizaron 2 variedades de papa amarga Var. "Piñaza" ( $V_1$ ) *S. Juzepczukii*, y la variedad "Q'apo" ( $V_2$ ) *S. Curtilobum* nativa de la comunidad de Llallahua.

Para efectos del análisis de rendimiento y calidad, se utilizó un diseño bloque completo al azar, con un arreglo factorial  $2 \times 2 = 4$ , tratamientos con 3 repeticiones, las pruebas de degustación hechas con 30 panelistas fueron analizadas bajo una prueba de bondad de gusto utilizando  $X^2$  apropiado, el estimado económico se hizo bajo el análisis de presupuesto parcial para comparar ambas tecnologías.

### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Entre las tecnologías tradicionales de procesamiento del "Chuño Blanco" o "Tunta", motivo del estudio, existen diferencias en el manejo y en el número de sub fases de procesamiento, puesto que la tecnología  $T_1$  (Aymara), tiene 43 sub fases, mientras que la  $T_2$  (Quechua) cuenta con sólo 28 sub fases, a pesar de contar ambos con igual número de fases que son 8, ver tabla 1.

donde:

- 1) Cama en forma de nido donde se coloca la papa durante el remojo dentro del agua.
- 2) Denominación Aymara del implemento, especie de bolsa de malla sujeta a un aro metálico y asegurado a un mango de madera.
- 3) Bolsa de malla de regular tamaño donde por fricción contra su aspereza se pela la papa.

Por otro lado se destaca que el tiempo que dura todo el procesamiento del "Chuño Blanco", es mayor en el caso de la  $T_2$ , con 720.5 horas (3 días aproximadamente); mientras que en la  $T_1$  (Aymara) solo es de 562.4 horas (23.4 días).

Estos resultados hacen ver que en tiempo calendario, es más ventajoso procesar con la tecnología  $T_1$ , a pesar de tener una mayor cantidad de sub fases de procesamiento.

**Tabla 1. Tecnologías de Procesamiento de "Chuño Blanco".**

FASES	NIVEL TECNOLÓGICO T1 DE LA ZONA AYMARA	NIVEL TECNOLÓGICO T2 DE LA ZONA QUECHUA
Preparación para congelado	Selección y traslado	Selección y traslado
Congelado	Extendido Helado Amontonado y tapado (Por tres veces consecutivas)	Extendido Helado (3 noches) Amontonado, presionado y Helado
Preparación para remojo	Construcción de poza y colocado de papa en malla	Construcción de poza y colocado de papa en Stipa Ichu.
Remojo	Por 15 días	Por 21 días
Extracción	Utilizando implemento denominado "Wiskaña" el operador no se introduce al agua	En forma manual usan especie de canasto hecho de paja, se introduce al agua el operador
Preparación para pelado	Extendido, helado, amontonado y tapado	Extendido, helado, amontonado y tapado
Pelado	Pelado con pie y enjuague (2 veces), usan implementos "Takiña" (3)	Pelado manual con la uña y extendido simultáneo
Secado	Extendido, helado y secado	helado y secado

**Tabla 2 Análisis de varianza para relación final para "Chuño Blanco", procesados con T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> (niveles tecnológicos), y V<sub>1</sub> y V<sub>2</sub> (variedades de papas amargas).**

F de V	GL	SC	CM	FC	Sig.
Bloque	2	0.0444	0.022	1.04	ns
Factor V	1	0.1408	0.1408	6.62	x
Factor T	1	0.8216	0.8216	38.60	xx
Interacción VxT	1	0.0374	0.0374	1.76	ns
Error Exp.	6	0.1276	0.0213		
TOTAL	11	1.1719		CV = 3.95	

Donde:

V = Factor variedad ( $V_1$ ) variedad "Piñaza", ( $V_2$ ) variedad "Q' apo".

T = Factor Tecnología ( $T_1$ ) Tecnología Aymara de la comunidad campesina de Chijichaya y ( $T_2$ ) tecnología de la comunidad Quechua de Llallahua.

**Tabla 3 Pruebas de significancia de Tukey, para rendimiento del chuño blanco para los factores variedad y tecnología**

Factor VARIEDAD	Peso X (kg)	Relación Conversión	Significan cia	FACTOR TECNOLOGIA	Peso X (Kg)	Relación Conversión	Signifi cancia
$V_1$	3.80	5.26:1	a	$T_2$	3.96	5.05:1	a
$V_2$	3.59	5.57:1	b	$T_1$	3.43	5.8 :1	b
SX = 0.059		AES (T) = 3.46		ALS = 0.21			

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 2, existen diferencias significativas entre variedades, y a la vez, se hace altamente significativa las diferencias entre tecnologías en lo referente a rendimiento de "Chuño Blanco", siendo mayor con la  $T_2$ , con 5.05:1 y menor con 5.8:1 en la  $T_1$ , tal como se muestra en la Tabla 3; esto se debe posiblemente al manejo que se le dió durante las sub fases de procesamiento en la  $T_2$ , especialmente en la fase de congelado donde los tubérculos permanecieron expuestos al congelamiento nocturno y descongelamiento diurno por el sol; mientras que en la  $T_1$  los tubérculos permanecieron congelados desde la primera noche de congelamiento y sin haber sido vistos ni descongelados por el sol.

Otro factor que ha podido influir en diferenciar la relación de conversión entre tecnologías es el pelado, ya que en la  $T_2$  se realizó manualmente y con la uña, extrayendo sólo la cáscara; mientras en la  $T_1$ , se presionó con los piés y con los enjuagues en los intervalos del pelado se ha podido perder una parte comestible al salir conjuntamente con la cáscara en el agua de enjuague.

### Calidad

En cuanto a la pérdida de proteínas en el procesamiento en base a los datos transformados en valores angulares, se tiene que no hay diferencias significativas entre tecnologías, lo que quiere decir que la pérdida del valor nutritivo es uniforme al procesar con ambas tecnologías ver Tabla 4.

**Tabla 4. Contenido promedio de proteínas del "chuño Blanco" y sus pérdidas de acuerdo al nivel tecnológico de procesamiento dado en % base seca**

Nivel Tecnológico	CHUÑO BLANCO		PAPA FRESCA
	Contenido de Proteínas %	Pérdida de Proteínas %	Contenido de Proteínas %
$T_1$	4.49	6.65	11.1
$T_2$	4.37	6.75	11.1

De acuerdo a los resultados de las pruebas de degustación con un panel de 30 degustadores, teniendo en cuenta aspectos de color, olor, sabor, textura y aspecto general, y en base a un análisis de bondad de  $X^2$  (Figura 1), se tiene que en la calidad del chuño blanco obtenidos al procesar con las tecnologías  $T_1$  de la zona Aymara y  $T_2$ , de la zona Quechua, existen diferencias altamente significativas en

cuanto al color, aspecto general, textura y olor, siendo en color más oscuro los de la  $T_2$ , y de mejor aspecto general los procesados con la  $T_1$ , siendo también estos últimos más suaves en textura que los procesados con la tecnología Quechua. En cuanto al aspecto sabor no existe diferencias, siendo según los degustadores iguales.

### Estimado Económico

**Tabla 5 Costos ingresos y Beneficios del Procesamiento del Chuño Blanco con dos niveles Tecnológicos**

Niveles Tecnológicos	$T_1$ de la cc. Chijichaya (Aymara)	$T_2$ de la cc. Llallahua (Quechua)
<b>Costos variables</b>		
Materia Prima		
Papa amarga 60 Kg*/10 kg	600	600
Total mano de Obra Jornales	0.199	1.11
Precio Jornal/día l	117.33	117.33
Mano de Obra l	22.38	130.77
Equipos l	116.33	71.75
<b>Costo Total</b>	<b>739.11</b>	<b>802.</b>
Ingresos		
Rendimiento en Kg		
"chuño Blanco o Tunta"	10.30	11.87
Precio Chuño Blanco l/Kg	152.17	73.91
Ingreso Bruto	1.567.35	877.31
Ingreso Neto	828.24	74.80
Relación Beneficio Costo	2.12	1.09

Cotización 1 U\$ = 1/161, Junio de 1988.

Al comparar las ventajas económicas entre las dos tecnologías de procesamiento del "chuño Blanco" o Tunta, con  $T_1$  de la cc. de Chijichaya (zona Aymara) y  $T_2$  de la cc. Llallahua (zona Quechua), en las condiciones de la comunidad de Llallahua, se ha obtenido en la  $T_1$  una relación beneficio costo promedio de 2.12 % que es mayor al 1.09% obtenido al procesar con la tecnología tradicional de Llallahua.

Por lo tanto al procesar con la tecnología de la cc. Chijichaya, se obtiene mayor beneficio económico lo que la hace más rentable.

### V. CONCLUSIONES

El manejo en algunas sub fases del procesamiento entre las dos tecnologías son diferentes.

Son diferentes los rendimientos al procesar con las dos tecnologías, se ha obtenido mayores rendimientos con la  $T_2$  comparada a la tecnología  $T_1$ .

Utiliza menor cantidad de mano de obra la tecnología  $T_1$  comparada con la  $T_2$  sucediendo lo mismo en el tiempo total calendario, demorando 30 días en  $T_2$  y 23 días en la  $T_1$ .

Son diferentes las características organolépticas al procesar con ambas tecnologías en cuanto a los aspectos, color, aspecto general, textura y olor del producto final del chuño blanco, presentando mejor aspecto general comercial el elaborado con la primera tecnología  $T_1$  comparada al de la  $T_2$ . Se obtiene mayor beneficio económico al procesar con la  $T_1$  Aymara, que con la Tecnología  $T_2$  (Quechua).

**VARIABILIDAD GENETICA Y CARACTERIZACION VARIETAL DE  
*Solanum muricatum* Aiton PARA EL PERU**

Alain NAVARRETE S.<sup>1</sup>, Tania GONZALEZ B.<sup>2</sup>

- 1: Programa de investigaciones en Hortalizas, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Apartado 456, Lima-Perú.
- 2: Programa Nacional de Cultivos Andinos, Dirección General de Agricultura, Ministerio de Agricultura, Lima-Perú.

## I. INTRODUCCIÓN

El "pepino", *Solanum muricatum* Aiton, es una especie nativa propia de la Región Andina, con Centro de Origen, Domesticación y Diversificación en alguna zona de los Andes Sudamericanos, comprendida entre el sur de Colombia y Ecuador y el norte del Perú; conocida siempre en la forma de cultivo, es la única especie de importancia económica de la **Sección Basarthrum** y el único miembro de la **Serie Muricata** (Towle, 1961; León, 1964; Heiser, 1964, 1969; Correll, 1967; Cárdenas, 1969; Anderson, 1979). En el Perú se distribuye en forma discreta a lo largo de toda la franja costera, desde **Tumbes** (03° 46' 52" Lat. Sur) a **Taca** (18° 21' 03" Lat. Sur) y en los **Valles Interandinos** de clima templado (e.g. Cajamarca, 2750 m.s.n.m.; Huánuco, 1893 m.s.n.m.; Ayacucho, 2761 m.s.n.m.; Cusco, 3399 m.s.n.m.).

Aunque no conocemos formas botánicas silvestres de *Solanum muricatum* Ait., el "pepino" exhibe una gran variabilidad, la cual ha originado observaciones diversas sobre algunos aspectos básicos de su biología, sobre todo en lo referente a su sistema reproductivo como resultado del estudio de tipos distintos no caracterizados, creando confusión y controversia (ver p. ej. Heiser, 1964; León 1964; Correll, 1967; Anderson & Gensel, 1976; Anderson, 1977, 1979; Whalen & Anderson, 1981; National Research Council-USA, 1989).

*Solanum muricatum* Ait., es una especie extremadamente variable, mostrando una extraordinaria variedad de formas de hojas y frutos (Heiser, 1964, 1969). Humboldt, Bonpland & Kuntze, en 1818 (cit. Correll, 1967), fueron los primeros en poner de manifiesto esta variabilidad al describir la primera variedad de "pepino" (*S. muricatum* Ait. var. *parvifolium* H.B.K.) para una planta de hojas pequeñas (6.5 cm x 1.5 cm) de las cercanías de la ciudad de México. Más tarde, en 1913, Bitter (cit. Correll, 1967; Cárdenas, 1969) describiría cinco variedades más (*S. muricatum* Ait. var. *papillosistylum* Bitt.; *S. muricatum* Ait. var. *teleutogenum* Bitt.; *S. muricatum* Ait. var. *praecedens* Bitt.; *S. muricatum* Ait. var. *protogenum* Bitt.; *S. muricatum* Ait. var. *popayanum* Bitt.) tres de ellas con hojas compuestas procedentes de **Ecuador** y **Colombia** y dos con hojas simples procedentes de **Bolivia** (una de ellas, var. *teleutogenum*, también del Perú). Sin embargo, a juzgar por Cárdenas (1969) y en nuestra propia opinión, la clasificación varietal de Bitter es muy artificial ya que carece de base genética, esto es la **variación fenotípica**; observada en estas "variedades" habría sido el resultado de la **variación ambiental**, dadas las distintas localidades de observación y no de la **variación genética**; de otro lado, la descripción de Bitter es incompleta, ya que se limita al tipo de hoja, el número de foliolos (en el caso de hojas compuestas) y el tamaño de aquellas, siendo estos dos últimos caracteres ampliamente modificados por el medio ambiente. Finalmente, en 1961, Correll (1967) describiría la única forma botánica (*S. muricatum* Ait. f. *glaberrimum* Corr.) para una planta completamente glabra del **Valle del río Pativilca** (al norte de Lima, Perú). Recientemente, Delgado de la Flor et al. (1986) reconocieron para el Perú tres cultivares de "pepino" (**Pepino Melón, Pepino Corazón de Toro, Pepino Corazón de Paloma**) basados en la forma del fruto.

Sin embargo, debemos anotar que las poblaciones cultivadas no son lo suficientemente homogéneas como para hacerse excluyentes unas de otras y hacer de este criterio uno taxonómicamente válido. De acuerdo a Heiser (1964), hasta que la especie, *Solanum muricatum* Ait., no haya sido estudiada completamente en toda su amplitud, ninguna conclusión podrá ser obtenida en relación al tema taxonómico subespecífico; las variedades de Bitter y la forma botánica de Correll, han servido para señalar algo de la variabilidad presente, pero no pueden ser aceptadas como segmentos representativos de ella, cuyo reconocimiento taxonómico aun aguarda.

La observación del "pepino" en distintos ambientes ecológicos del Perú, el conocimiento de su fenología y extrema sensibilidad a los cambios de su medio, no ha permitido determinar aquellas características que por su variabilidad interpoblacional y estabilidad intra-poblacional, son de utilidad práctica y valor taxonómico en la caracterización vegetal.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la variabilidad genética de *Solanum muricatum* Aiton, a través de las poblaciones cultivadas en el Perú a fin de establecer criterios taxonómicamente válidos que permitan caracterizar variedades botánicas de utilidad práctica en relación a la elaboración de descriptores, evaluación de accesiones, desarrollo de planes de mejoramiento genético y mejor establecimiento de relaciones filogenéticas con especies emparentadas.

## II. MATERIALES Y METODOS

Cinco accesiones de *Solanum muricatum* Aiton (Sm-Ct-87-1), Sm-Hr-87-2, Sm-Lm-88-3, Sm-Ap-88-4, Sm-Cc-88-5), colectadas en distintas zonas de producción del Perú (Tabla I, Fig. 1), fueron seleccionadas por sus características distintivas, para ser evaluadas en relación a su variabilidad genética. Cinco repeticiones de cada accesión fueron cultivadas bajo condiciones de campo en parcelas de 1 m<sup>2</sup> cada una. Se sembraron esquejes en el mes de Marzo de 1988 y las plantas se evaluaron durante todo ese año; en Marzo de 1989 se volvieron a sembrar cinco esquejes de cada accesión para un segundo ciclo de observación. Se evaluaron características cualitativas y cuantitativas con respecto a las estructuras vegetativas, reproductivas y de conservación.

**Tabla 1. Procedencia de las accesiones evaluadas**

codigo	localidad
Sm-Ct-87-1	Cañete
Sm-Hr-87-2	Huaral
Sm-Lm-88-3	Lima
Sm-Ap-88-4	Arequipa
Sm-Cc-88-5	Cajamarca

Características estables dentro de accesiones pero variables entre accesiones, fueron tomadas en consideración como criterios taxonómicamente válidos para la caracterización varietal del "pepino", *Solanum muricatum* Ait. Especial atención fue dada a características cualitativas fácilmente observables por ser estas poco influenciadas por el medio ambiente y ser de utilidad práctica.

## III. RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla II resume los valores promedios de las principales características diferenciales de cinco accesiones seleccionadas de *Solanum muricatum* Ait., estas mostraron pequeñas variaciones dentro de accesiones (CV. 1.74% - 8.38%) - excepto para la cantidad de semillas por fruto que mostró un CV. de 99.72% y la forma del fruto y variaciones significativas entre accesiones.

La variación fenotípica evaluada sobre las 25 características estudiadas fueron atribuidas a la variación genotípica ya que la variación ambiental fue nula y consideramos que la variación de la interacción genotipo-ambiente fue mínima, por lo que la variación fenotípica en este estudio fue representativa de la variabilidad genética de la especie. Esta fue amplia a nivel de las estructuras reproductivas (inflorescencia, flor y fruto) sobre todo con respecto al número de flores/inflorescencia, color y tipo de corola, posición de la flor y la corola al momento de la antesis, forma del fruto, cantidad y color de las semillas (estructuras de conservación). A nivel de estructuras vegetativas, fue menor pero significativa (e.g. color y tipo de crecimiento del tallo, tipo, forma, base, ápice y relación largo/ancho de la hoja). Así mismo, la intensidad del color de las hojas fue un carácter diferencial, muy intenso y oscuro en Sm-Ap-88-4, ligeramente menor en Sm-Lm-88-3, menor en Sm-Ct-87-1 y Sm-Cc-88-5 y verde claro en Sm-Hr-87-2. La forma de la hoja en general fue variable, pero nos pareció especialmente interesante que en una misma especie encontramos tipos de hojas tan discímiles como las simples y compuestas. Un estudio de la herencia de estos dos tipos de hojas es altamente deseable.

Especial atención merecieron las características del fruto; entre accesiones la forma puede no ser un carácter distintivo por su heterogeneidad, así por ejemplo, los frutos de Sm-Ct-87-1, Sm-Hr-87-2 y Sm-Ap-8-4, fueron poco distinguibles entre sí, lo que no ocurrió con Sm-Lm-ii-3 y Sm-Cc-88-5. Interesantemente Sm-Ct-88-1 mostró una extraordinaria variedad de formas de fruto, acorazonados, periformes, aovados, redondos, achatados e irregulares; 2-, 3-, 4-, 9-, 12- ó más lobulados; con 2, 3, 4, 9, 12 y 13 lóculos, probablemente como resultado de una extrema sensibilidad a fluctuaciones medioambientales (Hermann, 1988) o como consecuencia de algún tipo de inestabilidad congénita o genética aun no precisada, inclusive en un mismo pie de planta estas variantes pueden ser encontradas, por lo que esta accesión requiere de una ulterior selección a nivel de fruto a fin de establecer nuevos cultivares de importancia comercial o industrial; estas variaciones aunque no tan amplias fueron también observadas en las otras accesiones.

Es interesante anotar, que ninguna acción observada, ni evaluada, fue completamente glabra, cuando menos fueron glabrescentes (e.g. Sm-Ap-88-4), siendo imposible reproducir la observación de Correll (1967) sobre *Solanum muricatum* Ait. f. *glaberrimum* Correll.

De otro lado, diferencias en el tamaño, tipo, dimensiones y distribución de tricomas, porcentaje de germinación y poder germinativo en la semilla pueden ser reconocidas entre accesiones y constituirse en criterios taxonómicos, pero requieren mayor investigación.

La coloración del tallo, el tipo de crecimiento, la forma, base, ápice y relación largo/ancho de la hoja, así como el color de la corola, resultaron ser caracteres particularmente prácticos como criterios taxonómicos en la caracterización varietal, sin embargo, no menos importantes fueron el tipo y disposición de la corola, la posición de la flor a la antesis, el color y tamaño de las semillas, aunque su reconocimiento requiere de observación detallada.

A diferencia del conjunto de criterios tomados en cuenta en la presente investigación, la clasificación varietal de Bitter, así como la de Humboldt, Bompland & Kuntze, estuvieron basadas en el tipo de hoja (simple o compuesta) y en sus dimensiones (largo y ancho); ahora sabemos que estos caracteres se hallan muy influenciados por los niveles de fertilidad y humedad del suelo principalmente. Similarmente, la caracterización de cultivares en base a la morfología del fruto tiene, por ahora, poco sustento por la gran heterogeneidad de formas dentro de las poblaciones cultivadas, lo que hace imprecisa e inexacta la caracterización basada sólo en este criterio.

Tabla II. Características de Cinco Posibles Variedades de *Solanum muricatum* Ait.

	CARACTERÍSTICAS	Sm-Ot-87-1	Sm-Hr-87-2	Sm-Ap-88-4	Sm-La-88-3	Sm-Co-88-5
R A I Z	Cap. de Enraizamiento	1.5 días	2.5 días	3.5 días	4.5 días	2.0 días
	Desarrollo Radicular	O: 44cm F: 29cm	O: 38cm F: 32cm	O: 32cm F: 29cm	O: 30cm F: 30cm	O: 41cm F: 35cm
T A L L O	COLOR	Verde con puntos Morados	Rojo vinoso con puntos verdes	Morado oscuro a Rojo vinoso	Morado oscuro	Verde
	CRECIMIENTO	Decumbente a Procumbente	Decumbente	Erecto a Decumbente	Erecto	Erecto
H O J A	COLOR DEL PECIOLLO	Verde	Verde	Morado-Rojo vinoso	Morado oscuro	Verde
	Largo del Pecíolo	4.5 cm	1.8 cm	3.4 cm	2.0 cm	1.2 cm
	TIPO DE HOJA	Simple	Simple	Simple	Simple	Compuesta-Unijuga
	FORMA DE LA HOJA	Oblonga	Subulada	Oblonga	Elíptica	Ovalada
	BASE DE LA HOJA	Obtusa	Atenuada	Cordada	Obtusa	Obtusa
	APICE DE LA HOJA	Obtuso	Atenuado	Acuminado	Apiculado	Obtuso
	Largo de la Hoja	9.6 cm	7.9 cm	8.5 cm	5.5 cm	9.8 cm
	Ancho de la Hoja	3.6 cm	1.8 cm	3.1 cm	1.9 cm	3.8 cm
LARGO / ANCHO	2.7	4.4	2.8	2.9	2.6	
C A R A C T E R Í S T I C A	Largo del Pedúnculo	4.2 cm	4.4 cm	4.7 cm	5.2 cm	3.9 cm
	Color del Pedúnculo	Verde	Verde	Morado	Púrpura	Verde
	Nº Flores/Inflorescenc.	21-24	16-18	10-12	10-14	08-10
F L O R	COLOR DE LA COROLA	Violeta con bor- des blancos	Violeta con bor- des blancos	Violeta-Púrpura	Púrpura-Morado	Violeta-Azul claro
	FLOR A LA ANTESIS	Péndula	Semipéndula	Semipéndula	Péndula	Semipéndula
	COROLA A LA ANTESIS	Semiabierta	Abierta	Abierta	Cerrada	Abierta
	TIPO DE COROLA	Subestelada	Pentagonal	Subestelada	Pentagonal	Subestelada
F R U T O	Forma	Variable	Acorazonado	Acorazonado	Alargado	Ovato-cónico
	Color	Amarillo pálido	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Crema
	Manchas Púrpuras	Moderadas	Moderadas	Abundantes	Moderadas	Escasas
	Cantidad de Semillas	19-94	00-36	23-72	66-147	08-24
	Color de la Semilla	Marrón claro	Creoso	Marrón	Marrón oscuro	Marrón claro

#### IV. CONCLUSIONES

Aunque conocido siempre en la forma de cultivo, el "pepino", *Solanum muricatum* Aiton, muestra una variabilidad genética amplia, expresada fundamentalmente a nivel de sus estructuras reproductivas (inflorescencia, flor y fruto) y vegetativas (tallos y hojas), sin embargo, ciertas características de la semilla muestran grados significativos de variación, así como caracteres cualitativos del fruto, los cuales requieren mayor investigación.

La variabilidad genética encontrada constituye un segmento representativo de lo que ocurre en la especie, sobre todo en lo referente a los tipos de hojas simples, sin embargo, necesitamos mayor información acerca de los tipos ecuatorianos y colombianos de hojas compuestas para tener una idea global de la variabilidad genética del "pepino", a efectos de determinar mejor su origen, diversificación, distribución eogeográfica y domesticación, así como también su posición taxonómica y relaciones filogenéticas.

La amplia variabilidad genética del "pepino" proporciona todo un conjunto de caracteres distintivos, vegetativos y reproductivos, como criterios taxonómicos, válidos y prácticos, que permiten hacer una clasificación natural de variedades botánicas.

Este estudio ha permitido precisar que, para el Perú, al menos cinco variedades botánicas de *Solanum muricatum* Ait. pueden ser reconocidas entre las poblaciones cultivadas de "pepino", cuatro de hojas simples y una de hojas compuestas, las cuales se hallan como accesiones seleccionadas en el Programa de Investigaciones en Hortalizas, de la Universidad Nacional Agraria-La Molina.

#### V. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, J.G., 1979. Systematic and evolutionary consideration of species of *Solanum*, section *Basarthurum*. In "The biology and taxonomy of the Solanaceae" J.G. HHawkes, R.N. Lester & A.D. Skelding (Eds.), Linnean Society Symposium Series N° 7, pp. 549-562, Academic Press, London.
- , 1977. the variation and evolution of selected species of *Solanum* section *Basarthurum* (Solanaceae). II. *Britonia* 29(1): 116-128.
- & P.G. GENSEL. 1976. Pollen morphology and the systematics of *Solanum* section *Basarthurum*. *Pollen et Spores* 18(4): 533-552.
- CARDENAS, M., 1969. Manual de plantas económicas de Bolivia. Imprenta Jethus, Cochabamba, Bolivia.
- CORRELL, S.D., 1967. The potato and its wild relatives. In "Flora of Peru". Field Museum of Natural History. Botanical Series. Vol. XIII, Part V-B, N° 2.
- DELGADO DE LA FLOR, B.F., et al., 1986. Manual de datos básicos.. Programa de Investigaciones en Hortalizas, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria-La Molina, Lima, Perú.
- HEISER, C.B., 1964. Origin and variability of the Pepino (*Solanum muricatum*): A preliminary report. *Baileya* 12: 151-158.
- 1969. Nightshades. The paradoxical plants. W.H. Freeman & Company. San Francisco.
- HERMANN, M., 1988. Beiträge zur ökologie der Fruchtund Ertragsbildung von *Solanum muricatum* Ait., Vom Fachbereich Internationale Agrarentwicklung der Technischen Universität Berlin zur Verleihung des akademischen Grades Doktor der Agrarwissenschaften.

LEÓN, J., 1964. Plantas alimenticias andinas. Boletín Técnico N° 6, IICA, Lima, Perú.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Lost crops of the Incas: Little known plants with promise for worldwide cultivation. National Academic Press, Washington, D.C.

TOWLE, M.A., 1961. The ethnobotany of pre-Columbian Peru. Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research, Inc., New York.

WHALEN, M.D. & G.J. Anderson. 1981. Distribution of gametophytic self-incompatibility and infrageneric classification in *Solanum*. *Taxon* 30(4): 761-767.

## ANALISIS DE CRECIMIENTO, PRODUCCION DE BIOMASA Y POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE TRES CLONES DE MELLOCO (*Ullucus tuberosus*)

Carlos VIMOS y Carlos NIETO

Programa de Cultivos Andinos INIAP, Casilla 340. Quito, Ecuador

### I. INTRODUCCION

El melloco, es un componente importante de la alimentación ecuatoriana, sin embargo, es una especie en la que se han realizado pocos estudios tendientes a mejorar su producción y productividad. Es necesario conocer su comportamiento fisiológico y su relación con el medio, no sólo para conducir adecuadamente su mejoramiento genético, sino para encontrar técnicas mejoradas de manejo.

Los objetivos de esta investigación fueron: analizar el crecimiento y medir el potencial de producción de biomasa para luego relacionarlos con las diferentes variables climáticas a través de tres años agrícolas (1987 a 1989).

### II. MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en la E.E. Santa Catalina del INIAP, ubicada a 3050 m.s.n.m., con 11 grados de temperatura promedio y 1400 mm de precipitación anual. Se utilizaron tres clones promisorios Ecu-763 (C1), Ecu-777 (C2) y Ecu-811 (C3), fueron sembrados en parcelas experimentales de 87,5 m<sup>2</sup> (7 surcos de 12,5 m x 1 m), con tres repeticiones. Se realizaron muestreos mensuales desde la siembra hasta la cosecha durante los tres años agrícolas.

En cada muestreo se tomaron cinco plantas, en las que se evaluaron la producción total de biomasa y por órganos, área foliar y otras variables biológicas, en base a las cuales se calcularon algunos índices fisiológicos y agronómicos de crecimiento como: Índice de Crecimiento Relativo (ICR), Índice de Asimilación Neta (IAN), Índice de Área Foliar (IAF), Eficiencia Energética (EE), Tasa de Producción de Materia Seca (TPMS) e Índice de Cosecha (K).

En el anexo 1, se presenta la distribución de las variables climáticas más importantes durante los tres años del experimento.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se presentan algunas características que expresan el crecimiento de los tres clones durante los tres años. Al analizar la variable altura de planta, se observó que durante 1987 el crecimiento fue lineal y bastante similar, para los tres clones hasta el sexto mes. Durante los años 1988 y 1989 la tendencia de crecimiento fue similar durante todo el ciclo, pero las magnitudes de crecimiento fueron inferiores para los tres clones en estudio, es decir que al comparar los tres años, se observó que el mayor alargamiento de tallos se presentó durante 1987, mientras que el clon de mayor crecimiento fue el C2 que llegó a 125, 80 y 80 cm en 1987, 1988 y 1989 respectivamente. Estos tamaños de plantas fueron parecidos a los obtenidos por Valladolid et al. (1982) en experimentos similares en Ayacucho Perú, así como los observados en años anteriores a este estudio para toda la colección de melloco (Vimos, 1987).

En cuanto a la producción de biomasa fresca y seca, se encontró que durante el primer año (1987), se presentaron las mayores producciones C1=2322, C2=2222 y C3=1342 g/planta de biomasa fresca y C1=457, C2=374 y C3=227 g/planta de biomasa seca, alcanzados al final del ciclo. Los valores medidos para 1988 y 1989 fueron considerablemente inferiores comparados con los del primer año, lo que ratifica la respuesta encontrada para altura de planta. Este comportamiento posiblemente indica que las precipitaciones altas de 1988 y 1989 (Anexo 1B,C) afectaron negativamente el desarrollo de este cultivo.

El peso seco de hojas, durante 1987 se incrementó hasta el quinto mes para los tres clones en estudio (C1=69, C2=84 y C3=60 g/planta), luego se observó una ligera disminución y finalmente un pequeño incremento. En los siguientes años, los valores se incrementaron de la misma forma hasta el quinto mes, pero decrecieron hasta el final del ciclo. Esto demuestra que el melloco tiene un aparato fotosintético significativo hasta el quinto mes del ciclo, pero la formación de tubérculos apareció a partir de cuarto mes, lo que significa que la actividad fotosintética fue relevante hasta el final del ciclo. No obstante lo anterior, los mayores valores de área foliar se alcanzaron durante el primer año, (C1=132, C2=130 y C3=98dm<sup>2</sup>/planta), al final del ciclo, mientras que en los siguientes años, los valores fueron bastante inferiores y, entre el quinto y sexto mes, se registraron los mayores. Todo esto demuestra que probablemente el melloco no requiere de una gran cantidad de hojas para la acumulación de biomasa en los tubérculos, una vez que éstos estén formados.

En el Cuadro 2, se presentan los índices agronómicos y fisiológicos del crecimiento, calculados en base a los datos de crecimiento. Se observó que los mayores incrementos de biomasa por unidad de biomasa inicial y por tiempo (ICR) en los tres clones, se presentaron durante 1987, los máximos valores se alcanzaron en el segundo mes de cultivo, después se presentó un decrecimiento desde 50 a 80% en el tercer mes, luego presentaron un ligero incremento durante el cuarto y quinto mes para finalmente disminuir. En los años siguientes, los máximos valores se alcanzaron en el primer mes, luego se observó un comportamiento similar al del primer año. En el Anexo 1, se puede observar que durante el primer año existió una buena precipitación en los dos primeros meses del ciclo, lo que no ocurre en 1988, que se presentó escasez de agua, y en cambio para 1989 existió demasiada precipitación, lo que originó una baja producción de biomasa.

En cuanto al incremento de biomasa por unidad de área foliar y por tiempo (IAN), los máximos valores se alcanzaron en los primeros meses, observándose un comportamiento similar durante los tres años para los tres clones en estudio. Esto indica que posiblemente al inicio del crecimiento los clones llegan a tener un relativo mayor porcentaje de hojas (tejido fotosintetizante productor de biomasa) en relación a los tallos, además de que las plantas jóvenes tienen sus hojas expuestas a la luz, de tal forma que aprovechan de mejor manera la energía radiante incidente. La tendencia decreciente observada hasta la cosecha, puede deberse al exceso de área folia, que posiblemente ocasionó un autosombreamiento y que no aprovecharon eficientemente la luz incidente, lo que originó una baja eficiencia por unidad de área foliar. Además se debe considerar que al cuarto mes aparece la formación de tubérculos, lo que posiblemente incide en el decrecimiento del IAN. En el tercer mes de crecimiento se observó un decrecimiento significativo del IAN, lo que puede deberse al manejo del cultivo, pues en esta época se realiza el aporque, lo que hace que mucho del tejido aéreo sea enterrado.

En el Cuadro 2, se presentan además los datos del porcentaje de energía lumínica que la planta transforma en energía química (EE). En los tres años, los máximos valores se alcanzaron, como es lógico, al final del ciclo y, en 1987 se obtuvieron los valores más altos con 0.76 0.63 y 0.38 para los clones 1, 2 y 3 respectivamente, lo que indica una respuesta favorable de los clones a las condiciones climáticas de este año agrícola (alta luminosidad y baja precipitación), Anexo 1. Estos índices de eficiencia energética son altos para una planta C3 como es el melloco, y reflejan la capacidad de adaptación de la planta a las condiciones de altura y de alta nubosidad, propios de la zona andina.

En lo referente al índice de cosecha (K), los mejores índices se obtuvieron en 1988 con 77%, 80% y 70% para los clones 1, 2, y 3 respectivamente. Como esto indica la relación entre la parte aprovechable en este caso, los tubérculos y biomasa total, se evidencia una vez más la capacidad de producción de este tubérculo; pues tiene una gran facilidad para acumular materia seca en los tubérculos y por lo tanto un gran potencial de producción.

CUADRO 1. ALGUNAS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE TRES CLONES DE MELLOCO EN DIFERENTES EPOCAS DE CRECIMIENTO EN SANTA CATALINA DURANTE 1987 a 1989

MES	ALTURA de PLANTA ( cm )			PESO FRESCO PLANTA ( g )			PESO SECO PLANTA ( g )			PESO SECO HOJAS ( g )			PESO SECO TUBERCULOS ( g )			AREA FOLIAR (dm <sup>2</sup> )		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	D
1987																		
1	7.67	7.67	7.67	2.29	0.65	0.88	0.12	0.05	0.07									
2	14.33	16.67	15.00	37.87	25.81	18.18	2.99	1.79	1.37	1.58	0.99	0.84				4.66	2.91	2.2
3	24.33	30.00	20.33	261.80	263.87	125.40	13.10	11.51	6.88	8.00	6.90	4.66				37.67	29.55	15.3
4	33.67	43.00	29.00	855.93	1143.27	577.53	53.86	186.92	37.95	29.07	33.32	25.29	0.20	0.00	0.55	45.60	50.63	34.6
5	61.33	71.67	44.33	1690.86	2088.80	1163.40	166.25	186.92	110.26	69.56	84.83	60.69	2.87	7.78	7.73	109.16	105.19	69.0
6	89.33	122.33	86.33	2286.67	2346.00	1160.87	244.30	255.43	120.99	55.24	62.28	42.50	20.13	30.29	28.93	98.11	118.36	66
7	107.67	125.00	78.67	2322.00	2222.40	1342.67	457.27	374.99	227.93	64.67	60.73	62.57	152.51	182.39	108.87	132.46	130.07	98.2
1988																		
1	7.33	7.00	7.33	2.87	1.26	0.61	1.91	0.69	0.32									
2	11.67	8.67	8.00	82.54	53.19	39.60	4.00	2.44	1.66	2.92	1.74	1.16				5.97	3.73	2.4
3	23.67	20.00	13.33	361.80	261.80	153.73	19.44	15.70	9.24	11.81	10.03	6.70				26.50	23.65	13.1
4	36.00	48.00	19.33	643.13	545.60	347.53	63.49	48.77	31.81	26.39	22.93	20.28	7.11	4.21	0.45	29.13	36.01	24.3
5	48.00	57.67	37.33	830.60	673.13	447.60	81.52	73.69	54.55	30.58	23.37	20.46	9.45	26.33	18.32	71.11	50.77	27.5
6	60.00	58.00	28.00	837.80	577.93	378.07	152.63	119.53	70.71	33.45	23.11	23.93	62.13	74.71	36.26	29.41	28.43	34.7
7	71.33	80.67	35.67	451.07	359.87	200.80	191.39	172.31	78.84	19.16	11.01	5.78	147.36	137.86	55.27	42.99	27.30	10.9
1989																		
1	7.00	6.33	5.67	2.61	2.81	2.34	0.41	0.44	0.39									
2	16.33	18.00	13.33	84.86	73.90	34.98	5.79	4.54	1.79	4.00	3.14	1.40				5.76	4.22	1.8
3	27.67	30.67	20.67	259.33	198.00	139.17	24.51	18.09	11.05	13.80	10.49	7.94				16.68	13.73	8.4
4	45.00	42.00	29.00	457.83	387.00	250.50	53.75	46.83	25.28	24.73	20.58	16.35	2.71	10.23	3.09	32.37	28.52	19.7
5	53.33	59.33	35.67	542.00	356.50	459.50	95.02	73.15	60.04	30.29	18.31	28.62	33.27	39.91	12.43	37.55	22.10	33.7
6	62.67	58.33	44.33	458.57	427.50	442.33	128.56	133.72	88.86	24.79	27.72	35.03	80.89	91.01	40.18	26.57	31.87	31.8
7	83.33	80.00	63.00	411.92	335.83	342.33	138.37	144.79	115.89	13.90	13.49	17.74	94.21	91.56	58.59	15.97	15.91	20.3

Cuadro 2. ALGUNOS INDICES DE CRECIMIENTO DE TRES CLONES DE MELLOCO EN SANTA CATALINA (INIAP)  
DURANTE 1987 A 1989

MES.	INDICE DE CRECIMIENTO RELATIVO (g/semana)			INDICE DE ASIMILACION NETA (g/dm <sup>2</sup> /semana)			INDICE DE AREA FOLIAR dm <sup>2</sup> /dm <sup>2</sup>			INDICE DE COSECHA (%)			TASA DE PRODUCCION M.S. (g/m <sup>2</sup> /semana)			EFICIE. ENERGETICA (%)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
1987																		
1	0.574	0.376	0.444										0.050	0.019	0.027			
2	0.756	0.835	0.704	0.885	0.795	0.727	0.093	0.058	0.046				1.339	0.813	0.608			
3	0.147	0.434	0.376	0.149	0.195	0.188	0.754	0.591	0.307				4.719	2.997	2.573			
4	0.330	0.409	0.398	0.230	0.328	0.306	0.912	1.013	0.693	0.37	0.00	1.44	19.020	25.645	14.501	0.15	0.00	0.11
5	0.263	0.241	0.249	0.360	0.377	0.366	2.183	2.104	1.038	1.73	4.16	7.01	52.405	56.211	36.543	0.37	0.42	0.25
6	0.090	0.073	0.022	0.176	0.143	0.037	1.962	2.367	1.335	8.24	14.99	23.91	36.470	31.973	5.007	0.46	0.49	0.23
7	0.146	0.083	0.148	0.434	0.225	0.306	2.650	2.602	1.966	33.55	48.64	47.77	99.387	55.795	49.905	0.76	0.63	0.38
1988																		
1	1.226	0.989	0.809										0.888	0.317	0.145			
2	0.172	0.293	0.384	0.523	0.647	0.699	0.120	0.075	0.050				0.975	0.813	0.625			
3	0.369	0.440	0.401	0.261	0.283	0.277	0.530	0.473	0.263				7.202	6.190	3.537			
4	0.276	0.265	0.289	0.370	0.273	0.290	0.583	0.720	0.487	11.20	8.64	1.42	20.558	15.434	10.534	0.18	0.13	0.01
5	0.058	0.096	0.126	0.089	0.135	0.205	1.422	1.015	0.551	11.60	35.74	33.60	8.414	11.626	10.609	0.18	0.16	0.12
6	0.146	0.113	0.061	0.310	0.278	0.222	0.788	0.569	0.695	40.70	62.50	51.28	33.185	21.395	7.543	0.30	0.24	0.14
7	0.053	0.085	0.025	0.220	0.442	0.092	0.860	0.546	0.218	77.10	80.01	70.11	18.087	24.629	3.794	0.33	0.30	0.14
1989																		
1	0.868	0.883	0.853										0.188	0.201	0.176			
2	0.616	0.545	0.358	1.388	1.374	0.918	0.115	0.084	0.037				2.511	1.913	0.656			
3	0.336	0.323	0.424	0.425	0.392	0.497	0.334	0.275	0.170				8.733	6.325	4.318			
4	0.183	0.222	0.193	0.288	0.332	0.249	0.648	0.570	0.395	5.04	21.85	12.24	13.649	13.412	6.642	0.18	0.16	0.08
5	0.133	0.104	0.202	0.276	0.244	0.311	0.951	0.442	0.674	35.02	54.57	20.71	19.258	12.794	16.221	0.25	0.20	0.16
6	0.071	0.141	0.092	0.247	0.530	0.205	0.531	0.640	0.637	62.92	68.06	45.22	15.652	28.268	13.449	0.29	0.30	0.20
7	0.017	0.019	0.062	0.110	0.113	0.246	0.319	0.318	0.408	68.09	63.24	50.56	4.579	5.167	12.613	0.26	0.28	0.22

Al analizar las variables agronómicas tomadas una sola vez durante el ciclo (Cuadro 3), se observó que como el más precoz, se presentó el clon Ecu-763 con 225 días a la cosecha, mientras que los mejores rendimientos se alcanzaron con el clon Ecu-777 con 20356 kg/ha en promedio. Así mismo, al analizar el efecto de los años, se observó que en 1989 los tres clones fueron más precoces y en 1987 se alcanzaron los mejores rendimientos de tubérculos con 23813 kg/ha de promedio.

**Cuadro 3. Algunas variables de respuesta del crecimiento de tres clones de melloco durante 1987 a 1989 en Sta.Catalina.**

CLON/ AÑO	D I A S			RENDIMIENTO			
	Alt. Plan . (cm)	FLOR	TUBER	COS	kg/Ha		
ECU-763	90	94	118	225	131	18718	73
ECU-777	102	100	106	226	137	20356	59
ECU-811	57	109	117	228	74	13731	43
1987	104	113	114	226	148	23813	95
1988	63	101	118	220	114	16473	50
1989	83	89	109	219	81	12500	31
X	83	101	114	226	114	17602	59
C.V. (%)	8.3	2.4	1.7	0.7	37.4	21.2	30.2
F. LINEAS	2.3**	94.4**	119.9**	14.5**	5.4*	7.67*	6.1*
F. AÑOS	16.5**	225.3**	48.1**	593**	5.9*	21.3**	30.7**
F. LxA	0.1NS	19.4**	12.0**	14.5**	0.6NS	3.9*	1.9NS

#### IV. CONCLUSIONES

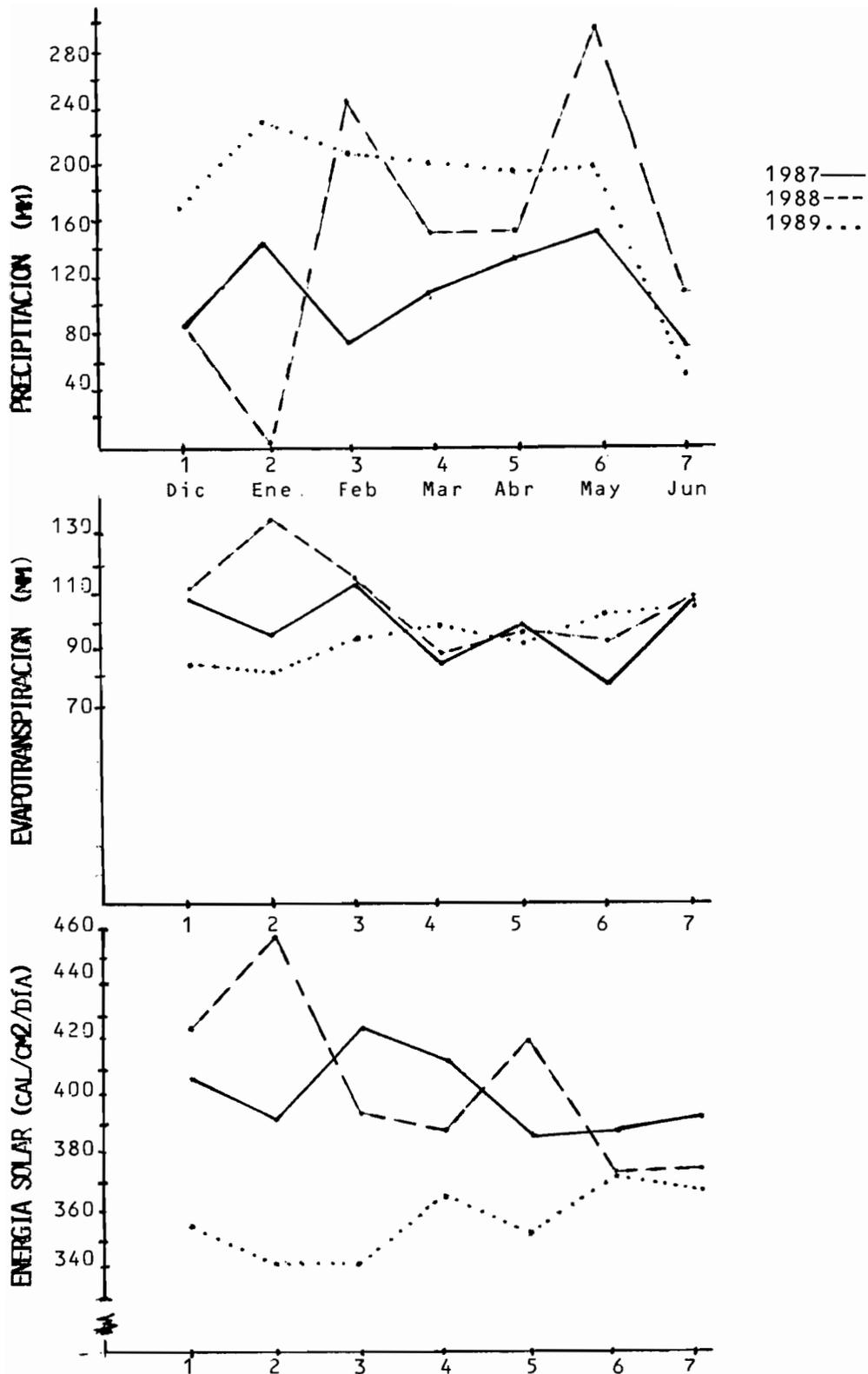
Durante 1987, se alcanzaron los más altos valores de crecimiento como altura de planta, biomasa fresca y seca, peso seco de hojas, peso de tallos, peso seco de tubérculos y área foliar, para los tres clones estudiados, lo que puede ser la respuesta a las mejores condiciones meteorológicas que se presentaron durante este año (lluvia y evapotranspiración equilibrada, temperatura bien distribuida y luminosidad mayor durante el ciclo).

El clon 1 (Ecu-763), alcanzó los máximos valores de biomasa fresca y seca y área foliar, en tanto que el clon 2, alcanzó el máximo alargamiento de tallos, mayor peso de tubérculos en promedio durante los tres años en estudio, por lo que estos materiales deberían ser considerados en futuros experimentos, sobre todo de mejoramiento genético, para aprovechar su potencial de crecimiento y sus mejores características fisiológicas.

La formación de tubérculos en los tres clones se inició al cuarto mes, a partir del cual se observó una actividad fotosintética significativa, a pesar de que el aparato fotosintético (hojas) disminuyó considerablemente.

El Melloco es una especie que no tolera períodos de exceso de lluvias, posiblemente debido a que viene acompañado de una marcada disminución en la luminosidad, estos fenómenos no sólo afectan su actividad fotosintética sino también su rendimiento.

Las labores culturales, especialmente el aporque parecen afectar momentáneamente el crecimiento de melloco, por la cantidad de tejidos que quedan bajo tierra, pero la planta presentó una alta capacidad de recuperación de asimilación neta con los tejidos que quedan expuestos.



Anexo 1. Distribución de algunas variables climáticas en Santa Catalina durante 1987 a 1989. A. Precipitación, B. Evapotranspiración y C. Energía Radiante, en Sta. Catalina

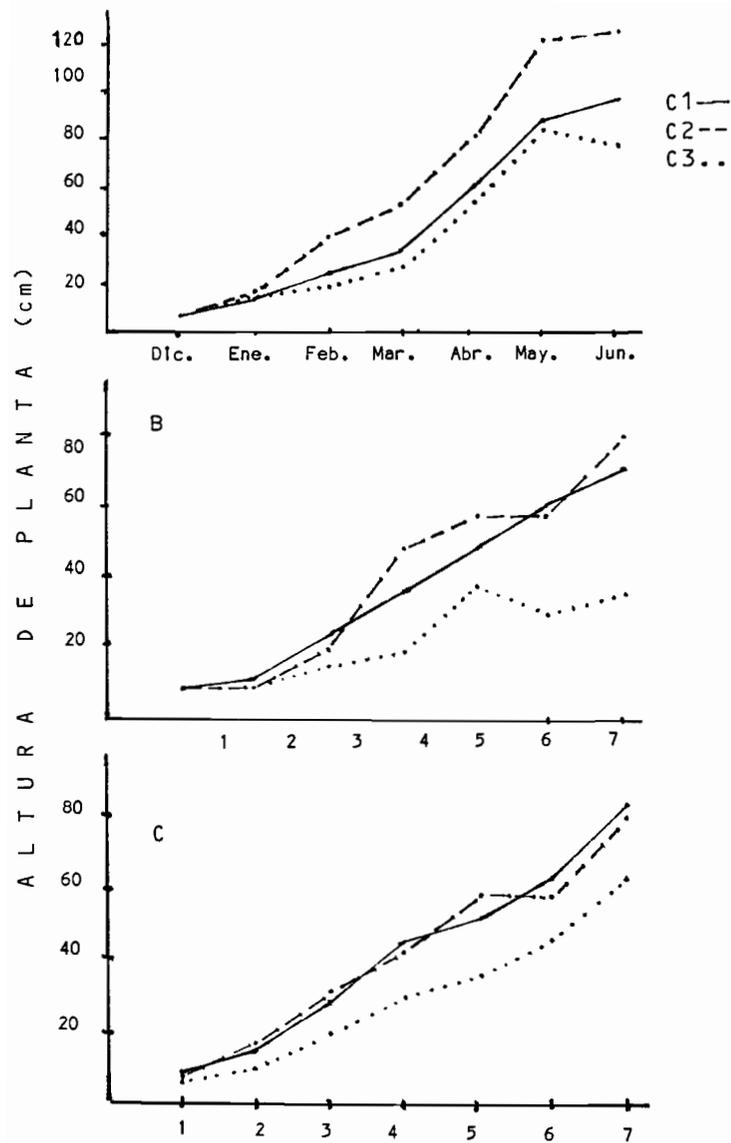


Fig. 1. Distribución de la Altura de Planta de tres clones de melloco. A. 1987, B. 1988 y C. 1989, en Santa Catalina

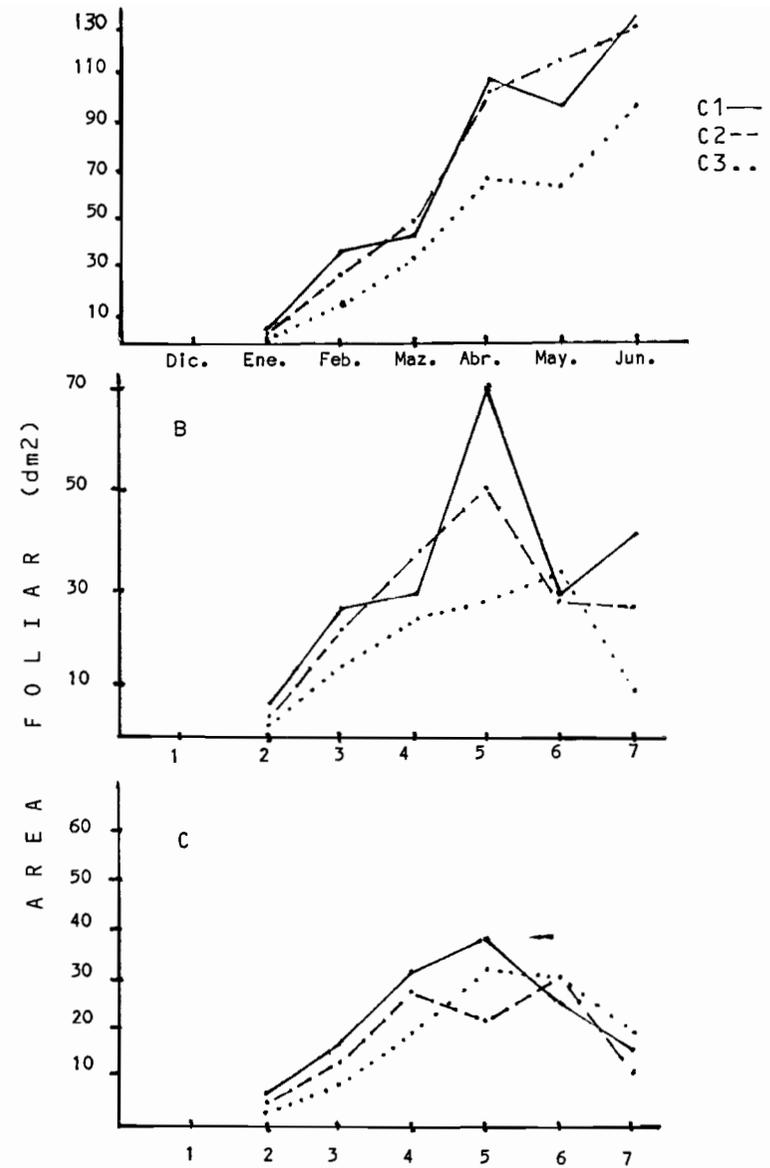


Fig. 2. Distribución del Area Foliar de tres clones de melloco A. 1987, B. 1988 y C. 1989, en Santa Catalina

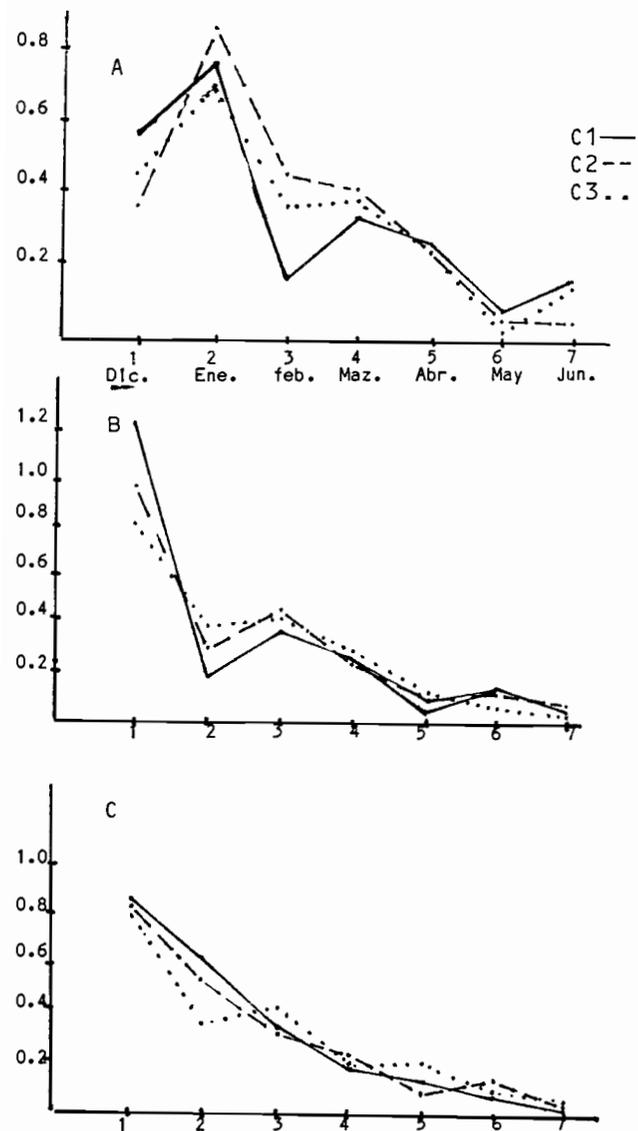


Fig. 3 Distribución del Índice de Crecimiento Relativo (ICR) de tres clones de meloco. A. 1987, B. 1988 y c. 1989. En Santa Catalina

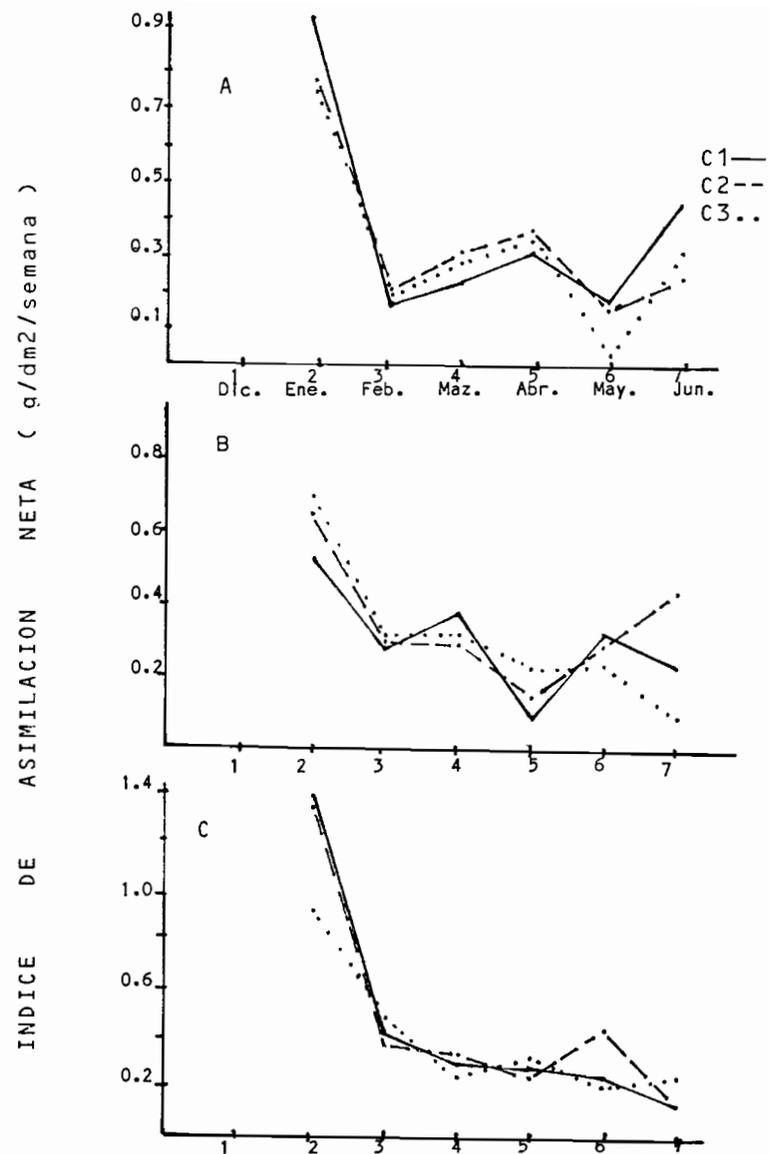


Fig. 4. Distribución del Índice de Asimilación Neta (IAN) de tres clones de meloco A. 1987, B. 1988 y C. 1989. en Santa Catalina

## V. BIBLIOGRAFIA

- ECUADOR, 1987-1989. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Programa de Cultivos Andinos. Informes Anuales. Quito, Ecuador.
- NIETO, C. OCHOA, J., 1988. Análisis de crecimiento, producción de biomasa y potencial de rendimiento de tres variedades de quinua En: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Quito, mayo 30 a junio 2 de 1988. Quito, Ecuador. pp. 86-94.
- NIETO, C., 1986. Análisis de crecimiento y respuesta al fotoperíodo de seis especies de *Amaranthus*. Tesis Master Science. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Departamento de Producción Vegetal. p. 101.
- VALLADOLID, J. et al., 1982. Análisis de Crecimiento de tres especies de plantas tuberosas andinas bajo condiciones de secano en Allpachaka-Ayacucho. En: III Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz, Bolivia, febrero 8 a 12 de 1982. La Paz, IBTA/CIID. pp. 377-389.
- VIMOS C. 1987. Caracterización y Evaluación agronómica de 90 entradas de Melloco, 48 de Oca y 36 de Mashua, del Banco de Germoplasma del INIAP. Tesis Ingeniero Agrónomo. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. p. 126.



## VARIATION BETWEEN CLONES IN SEED SET OF ULLUCO

Leena PIETILA y Paula JOKELA  
University of Turku, SF-20500 Turku, Finland

### I. INTRODUCTION

Sexual reproduction of ulluco (*Ullucus tuberosus*) is poorly known. Ulluco has even been considered to be totally sterile. Nevertheless, ulluco has been shown to produce seeds though the number of seeds produced has been low (e.g. Rousi et al. 1989).

Variation in morphological characters of ulluco has been studied extensively. There appears to be wide variation as well in morphological characters as in productivity and physiological characters (e.g. Rousi et al. 1989, Campana and Quispe 1986, Cardenas 1969, Benavides 1967). Variation found suggests that there might also be variation in sexual reproduction processes. The object of this work was to study variation between clones in seed production ability.

### II. MATERIAL AND METHODS

We used 10 clones in our study. They were bought in the markets of Cuzco and Puno in Peru in 1982-1983. Each clone is derived from one original tuber that has been propagated vegetatively. The clones show variation in tuber characters (Table 1). The experiment was carried out in 1988 at the Botanical Garden of the University of Turku, Finland. Six tubers per clone were planted on July 11, and 27-28 cuttings per clone were taken from these plants. All the experimental individuals were derived from the cuttings. Some of them died before the experiment was began and so the number of experimental plants varies between 20 to 28 (Table 1).

The first flower buds were detected on August 30. Flowers were let to pollinate freely. On Oct. 25. Number of fruits per open flowers per plant, and total number of fruits/plant were measured. Later on 50 mature fruits per clone were weighed. Statistical analyses were made by using analysis of variance and Kruskal-Wallis tests.

### III. RESULTS

Average number of fruits per plant was 9.24 and average number of seeds per open flower was 0.023. However, the clones produced significantly different total numbers of fruits ( $F=14.59$ ;  $P=0.000$ ; d.f.=9), and also the number of fruits per open flowers was significantly different between clones ( $H=113.58$ ;  $P=0.000$ ; d.f.=9). Fruit weight differed between clones ( $F=2.09$ ;  $P=0.033$ ; d.f.=9, 180). Means and standard deviations of means of total number of fruits per plant, number of fruits produced per open flowers. and weight of fruits are shown in Table 2.

**Table 1. Tuber characters and clones of ulluco used in our experiments. the two first digits refer to the accession, the two last ones to the clone within the accession. n= number of plants in the experiment.**

Clone	Place of origin	Colour and shape of tubers	n
00112	Puno, Peru	Round; whitish with red spots	24
00120	Puno, Peru	Round;purple	26
00209	Puno, Peru	Round;red	20
00217	Puno, Peru	Round;red	21
00411	Cuzco, Peru	Long, curved; white with red spots	28
00412	Cuzco, Peru	Long, curved; white with red spots	20
00610	Cuzco, Peru	Round; yellow	20
00723	Cuzco, Peru	Round; yellow	23
00804	Cuzco, Peru	Round; yellow	23
01002	Cuzco, Peru	Round; yellow	23

**Table 2. Means and standard deviations of means of total number of fruits per plant (on Oct. 25 1988), number of fruits produced per open flowers, and weight of fruits.**

Clone	00112	00120	00209	00217	00411	00412	00610	00723	00804	01002
<b>character</b>	<b>m ±</b>									
	<b>s.d.</b>									
Number of fruits	23.3± 20.4	23.8± 22.0	8.6± 6.2	6.1± 6.4	1.7± 1.8	1.2± 1.6	7.8± 7.6	7.9± 8.0	7.1± 6.3	3.8± 3.4
Fruits per open flowers(%)	4.4± 2.9	5.2± 3.2	2.7± 1.5	3.1± 2.4	0.4± 0.4	0.4± 0.5	2.2± 1.9	1.9± 2.0	2.3± 1.7	1.2± 1.5
Weight of fruits(mg)	1.578± 0.433	1.556± 0.490	1.560± 0.493	1.441± 0.550	1.530± 0.350	1.670± 0.690	1.919± 0.466	1.420± 0.532	1.816± 0.521	1.462± 0.496

#### IV. DISCUSSION

According to our results there is genotypic variation in the ability of ulluco to set fruit. In the best clones there were seeds in 4.4-5.2% of the open flowers and in some clones only in 0.4% of the open flowers. Though there were only 10 clones in the experiment, variation found in seed set ability was quite wide. This suggests that there might be ulluco plants which have a seed set ability better than that of the clones in this experiment.

Our findings support the idea that ulluco can be bred by sexual seeds. The probability that an open flower produces a seed, however, is far too low for carrying out controlled pollinations for breeding purposes. Possible good seed producers can be worth looking for.

Seed of high weight is considered to indicate the emergence of a more vigorous seedling in some cases (Pallais et al. 1986, Silvertown 1989). There seems to be differences in ulluco fruit weight between clones. This may indicate variation in ulluco seedling vigour.

## V. REFERENCES

- BENAVIDES, A.S. 1987. Variabilidad clonal en ulluco (*Ullucus tuberosus* Loz.) Turrialia 17:91-98.
- CAMPANA, A., QUISPE, L. 1986. recolección, mantenimiento y evaluación de tubérculos andinos (oca, olluco, mashua) en el Valle del Mantaro. V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. Anales. Puno, Peru.
- CARDENAS, M. 1969. Manual de plantas económicas de Bolivia. Cochabamba, Bolivia. Icthus.
- PALLAIS, N., KALAZICH, J., SANTOS-ROJAS, J. 1986. Physical relationships between berries and seeds of potato. HortSci 21(6). pp. 1359-1360.
- ROUSI, A., JOKELA, P., KALLIOLA, R., PIETILA, L., SALO, J., YLI-REKOLA, M. 1989. Morphological variation among clones of ulluco (*Ullucus tuberosus*, Basellaceae) collected in Southern Peru. Economic Bot. 43(1). pp. 58-72.
- SILVERTOWN, J. 1989. The paradox of seed size and adaptation. Tree 4(1). pp. 24-26.



## INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON SEED PRODUCTION IN *Ullucus tuberosus*

Paula JOKELA, Leena PIETILA

### I. INTRODUCCION

*Ulluco* (*Ullucus tuberosus* Cal.- basellaceae) is traditionally propagated only by tubers and only little known about its sexual reproduction. However, seed production would be an essential element in breeding of the crop. In the Andes seeds of ulluco are rare (Benavides 1967, Brücher 1977, Cardenas 1969, Leon 1964, Mora 1971). Controversial to this, when ulluco has been grown at the Botanical Garden of the University of Turku in Finland since 1983, fruits have emerged regularly, although they have been few in number in proportion to the number of flowers (Rousi et al. 1986 and 1989).

The objective of this work was to study the influence of environmental factors on seed production of ulluco. Better knowledge of the response of ulluco to different growing conditions could help to find methods to increase its seed number.

### II. MATERIALS AND METHODS

#### 1. Experiments in Finland

Material used in the experiments originates from the markets of Puno, Juliaca and Cuzco, Peru (see Pietilä and Jokela 1990 or 1991 for further information).

In the experiments carried out in Finland the plants were grown in controlled growing chambers and in a greenhouse. In the greenhouse the plants were grown on two different photoperiods. Temperature and moisture were not adjustable, but they were recorded. In 1986 and 1988 all the plants and in 1985 half of the plants in the greenhouse grew on natural photoperiod. Rest of the plants in 1985 grew on natural photoperiod during the first two months and then on a photoperiod of 10 hours. The shortened day length was arranged by covering the plants with black plastic for 14 hours. During the experiments the natural photoperiod in Finland changed in the following way: 16 hours (on May 1) - 18.56 hours (on June 21) - 8.07 hours (November 8).

In the chambers photoperiod, temperature and moisture differed between treatments (Table 1). The illuminance was provided by 160/100 W or 80 W fluorescent tubes and was about 3 200 lux at the level of the plants. At least 50 flowers per treatment were artificially pollinated (cross- and self-pollinations).

#### 2. Environmental conditions in the Andes

55 ulluco fields were checked during a collection trip to Peru, Bolivia and northern Argentina 1987 (Jokela and Pietilä 1988, Pietilä and Jokela 1988). The fields situated from about 13° S to 22° S at the altitudes between 3 200 m and 4 000 m above sea level. They were chosen casually. In each field flowering, fruits and vigour of about 20 plants as well as environmental conditions were recorded according to Table 2.

In statistical analyses the fields with at least one fruitbearing ulluco were compared with those without any fruitbearing ullucos. An association between presence of fruits and other properties of a field was tested pairwise with the test of independence using G-statistics (Sokal and Rohlf 1981).

### III. RESULTS

#### 1. Experiments in Finland

There were inflorescences in every treatment. However, except one seed in a chamber (temperature 3° C, photoperiod 12 h), only the plants grown in the greenhouse on natural photoperiod produced seeds (Table 3). Suitable period for the fruit development lasted from the end of August till the

end of October. During that time photoperiod changed from 15.22 h to 8.39 h and temperatures varied in daytime 10° -28° C and in nights 0° (in 1986 -4°) -10°C. Only few seeds were found before mid-September (photoperiod about 13 h).

## 2. Seed production in the Andes

Fruits were found in 10 fields out of 55 fields checked in Peru and Bolivia (Table 4). There was a significant association between the presence of fruits in a field and the surroundings of the field ( $G_{adj} = 9.069$ ;  $P < 0.01$ ; d.f. = 1). The fields where there were fruits were often surrounded only by other fields and not by uncultivated land. In the fields where fruits were found plants were significantly more vigorous than in the others ( $G_{adj} = 5.735$ ;  $P < 0.05$  d.f. = 1). There were buds or flowers in every field. The percentage of flowering plants in a field was associated with the vigour of the plants ( $G_{adj} = 16.489$ ;  $P < 0.001$ ; d.f. = 1). No other associations between fruit set or flowering and field characters were detectable.

## IV. DISCUSSION

The results in Finland suggest that in general ulluco requires photoperiod of less than 13 h to produce fruits. However, some clones can occasionally produce seeds on longer photoperiod. Contrary to that flowering is favored by long days and initiation of flowering needs a day length of 12 or more (Rasumov 1931). Most probably the effects of photoperiod and temperature are associated.

Ulluco produces more seeds in Finland than in South America (see Tables 3 and 4). One reason for that can be that, the change from long to short days is more favorable for seed production of ulluco than constant short day, because the photoperiod tubers are very small and few in number under natural conditions in Finland, but flowering is abundant (Kalliola et al. in press). The lack of competition caused by developing tubers might leave more resources available for developing seeds in a plant.

Ulluco has not produced fruits in short days when the days has been shortened artificially in the greenhouse. That may be due to the high night temperatures (often 20° C and temporarily even higher) in this treatment. According to our observation the most effective temperatures for seed production of ulluco seem to be 10° -20° C day and about 1-5° C night.

A possible reason for the failure of the seed production in the chambers is that none of the combinations of temperature and photoperiod has been suitable for the seed development of ulluco. Another explanation could be insufficiency of the artificial illumination.

In the Andes seed production was associated only with the surrounding of the field and vigor of the plants. The result that more seeds of ulluco were observed in the fields surrounded by other fields instead of uncultivated land may refer to the better conditions for cultivation in these fields. There are often differences between the requirements for seed production and for tuber production. e.g. potato needs more nutritious soil to produce seeds than to produce tubers (Malagamba 1986, Pallais 1987). Ulluco is usually cultivated in poor and dry soils (Kohler 1986). It is possible that even if the soil in a field is good enough for tuber production, it is too poor for fruit production.

The selection made by man and the long period of propagation by tubers have evidently changed the natural reproductive strategy of ulluco. Our results support the view that environmental factors can still have an essential role in determining the reproduction mode of ulluco. The requirements of seed production of ulluco resemble those of potato true seed production (compare Malagamba 1986, Pallais 1987). Whether methods to produce enough viable seeds for breeding purposes can be found depends on that to which extend accumulated mutations have degenerated systems of seed production on ulluco.

**Table 1.** Treatments in the experiments conducted at the University of Turku, Finland, in 1986. Both periods of the treatments lasted three months. The first period was changed to the second on July 24 in the treatments I-II and on August 1 in the treatments IV and V. Plants grown all the time in the greenhouse served as controls for the treatments I-II. 1.= Number of clones/number of replicates, total number of plants; 2.= The first period of the treatment: photoperiod, day and night temperatures, relative humidity; 3.= The second period of the treatment: photoperiod, day and night temperatures, relative humidity.

	1.		2.		3.
I	7/10	70	uncontr. (greenhouse)	12 h	3°C 3°C 80-100%
II	5/15	75	uncontr. (greenhouse)	12 h	6°C 6°C 80-100%
III	5/15	75	uncontr. (greenhouse)	14 h	6°C 6°C 80-100%
IV	5/15	75	16 h 20°C 10°C 100%	12 h	20°C 10°C 100%
V	5/15	75	16 h 20°C 10°C 60%	12 h	20°C 10°C 60%

**Table 2.** Data recorded in Peruvian and Bolivian fields in 1987. Characters 9 - 11 were recorded from about 20 plants.

1. Planting and harvesting dates of the tubers
2. Irrigation: yes/no
3. Fertilization: none/ with manure/with chemical fertilizers
4. Situation of the field: altitude, latitude and longitude
5. Frost during the growing season: yes/no
6. Areas surrounding the field: cultivated fields/fallow/bush/wood/other
7. Size of the field
8. Rotation of crop plants: yes/no; which crops
9. Flowers per plant
10. Number of fruits per plant
11. Vigor of the plants: classes 1 - 3 (according to size and condition of the plants)

**Table 3.** Number of fruits of ulluco in different experiments when the plants were grown on natural photoperiod in a greenhouse at the University of Turku, Finland. In 1986 the plants were damaged by frost in September.

year	number of clones	total number of plants	total number of fruits	fruits/plant	first fruits	end of the experiment
1985	6	180	1618	8.99	Sep. 10	Nov. 8
1986	7	70	89	1.27	Aug. 19	Oct. 14
1988	10	228	>2100	9.21	Sep. 25	Oct. 25

**Table 4.** Numbers of fruits of ulluco in fields in Peru and Bolivia in 1987. Only the fields with fruits are included. Totally 55 field were studied.

date	location of the field	number of plants studied	number of plants with seeds	total number of fruits	fruits/plant
Mar. 20	Mantaro, Univ. of Huancayo	40	11	13	0.32
Mar. 21	Tiste, Huancayo	30	1	1	0.03
Mar. 23	E.E. Sta Ana, INIPA, Huancayo	20	3	6	0.30
Apr. 4	Huarina, La Paz	10	1	1	0.10
Apr. 5	Rodilla Huertapampa, La Paz	21	1	1	0.05
Apr. 7	Luruta, Oruro	20	8	12	0.60
Apr. 15	Algatuyo, Potosí	45	9	16	0.36
May 8	Sarco, Cuzco	28	2	3	0.11
May 8	Puma paccha, Cuzco	22	4	4	0.18
May 8	Puma Paccha, Cuzco	20	1	2	0.10
TOTAL		256	41	59	0.23

**V. REFERENCES**

- BRUCHER, H. 1977. Tropische Nutzpflanzen. Ursprung, evolution und domestikation. Berlin. Springer Verlag.
- BENAVIDES, A.S. 1967. Variabilidad clonal en ulluco (*Ullucus tuberosus* Loz.) Turrialba 17. pp.91-98.
- CARDENAS, M 1969. Manual de plantas económicas de Bolivia. Cochabamba, Bolivia. Ichthus.
- JOKELA, P., PIETILA, L. 1988. Collecting minor tuber crops in the Andes. FAO/IPBGR PI. Gent. Resources Newsl. 72. p. 37.
- KALLIOLA, R., JOKELA, P. PIETILA, L. ROUSI, A., SALO, J., YLI-REKOLA, M. Influencia del fotoperíodo en el crecimiento y formación de tubérculos de ulluco (*Ullucus tuberosus*, basellaceae), oca (*Oxalis tuberosa*, Oxalidaceae) y anu (*Tropaeolum tuberosum*, Tropaeolaceae). In press.
- LEON, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. Bol. Técnico. 6. Lima, Perú.
- KOHLER, A. 1986. Sistemas de uso de suelos en laderas de Cajamarca, Perú. Anales V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. Puno, Perú. pp. 89-99.
- MALAGAMBA, P. 1986. Potato production from true seed in tropical climates. Hort Science 23(3). pp. 495-500.
- PALLAIS, N. 1987. True potato seed quality. Theor. Appl. Genet. 73. pp. 784-792.
- PIETILA, L., JOKELA, P. 1988. Cultivation of minor tuber crops in Peru and Bolivia. J. Agric. Sci Finl. 60. pp. 87-92.
- PIETILA, L., JOKELA, P. 1990. Seed set of ulluco (*Ullucus tuberosus* Loz.) Variation between clones and enhancement of seed production through the application of plant growth regulators. kEuphytica 47. pp. 139-145.
- PIETILA, L. JOKELA, P. 1991. Variation between clones in seed set of ulluco. Anales VII Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. La Paz, Bolivia.
- RASUMOV, V. 1931. Influence of alternate daylength on tuber formation. Bull. Appl. Bot. Leningrad 27(3). pp. 3-46.
- ROUSI, A., JOKELA, P. KALLIOLA, R. PIETILA, L., SALO, J. YLI-REDOLA, M. 1989. Morphological variation among clones of ulluco (*Ullucus tuberosus*, Basellaceae) collected in Southern Peru. Economic Bot. 43(1). pp. 58-72.
- SOKAL, R.R., ROLF, F.J. 1981. Biometry. 2nd edition. 859 pp. W.H. Freeman and Company, New York.

## ESTUDIOS PRELIMINARES SOBRE ENFERMEDADES VIRALES EN *Ullucus tuberosus*

TOLEDO J.<sup>1</sup>, y JAYASINGHE U.<sup>2</sup>

1: Laboratorio de Recursos Genéticos y Biotecnología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.

2: Centro Internacional de la Papa, Lima-Perú.

### I. INTRODUCCION

*Ullucus tuberosus* "Olluco", es una Bassellaceae que se cultiva en la región andina, comprendida entre 2000 a 4000 m.s.n.m., de Bolivia, Perú, Ecuador, Venezuela y Norte de Argentina. Se siembra en monocultivos o cultivos asociados con especies tales como la papa. Proporciona una gran fuente de carbohidratos, proteínas y vitaminas, siendo indispensables en la dieta del poblador andino. Este cultivo se encuentra afectado por diferentes patógenos, encontrándose una alta incidencia de infección producida por virus.

El Laboratorio de Recursos Genéticos y Biotecnología mantiene un Banco de Germoplasma de este cultivo constituido por 438 variedades, las cuales se encuentran infectadas por virus hasta un 80% (Martinez, E.V.; Reategui, G.; Estrada, R., Comunicación personal).

Los virus se presentan formando complejos virales de hasta 4 partículas diferentes en una sola planta, produciendo síntomas de deformación y moteado foliar cuyo efecto se nota en la pérdida de vigor y rendimiento (Stone, 1982).

En colaboración con el Centro Internacional de la Papa, Lima, se iniciaron trabajos de caracterización de los virus presentes en Olluco, producción de antisueros y estandarización de técnicas de detección. Los objetivos de estos trabajos son:

- Detección de infección viral en Olluco.
- Identificación y caracterización de los virus que infectan al Olluco, iniciándose con la partícula denominada UV1.
- Producción de antisueros.
- Estandarización de las pruebas serológicas.

### II. MATERIALES Y METODOS

Planta de Olluco proveniente de una provincia del departamento de Junín en Perú; presenta una infección viral múltiple producida por 3 partículas, detectadas por observaciones de la savia en microscopía electrónica; otra planta proveniente de Huancayo presentaba infección con dos partículas, una de las cuales fue denominada UV4.

#### 1. Aislamiento

La savia de Olluco infectada diluida en buffer fosfato 0.01M, PH 8.0, fue inoculada mecánicamente a un rango de hospederos.

Se evaluaron los síntomas locales y sistémicos hasta la tercera semana de inoculación, luego cada indicadora fue inoculada en nuevos rangos de hospederos con el objeto de separar los virus. Se usaron las plantas indicadoras señaladas para papa (Salazar 1982). Se evaluaron los rangos por sintomatología y microscopía electrónica.

Se inició la caracterización de una partícula alargada flexuosa de 700 nm aproximadamente de longitud, denominada tentativamente *Ullucus virus 1* (UV1). Los otros dos virus, partícula isométrica de 30 nm de diámetro (UV2), partícula alargada flexuosa de 550 nm (UV3), y partícula abastionada de 300 nm (UV4), fueron aislados y propagados en plantas indicadoras.

## 2. Purificación

UV1 fue purificado a partir de hojas de *Nicotiana benthamiana*.

## 3. Propiedades físicas

Savia de *N. benthamiana* diluida 1:1 (W/V) con buffer fosfato pH 7.0 fue usada para la determinación de las propiedades físicas: Longevidad in vitro, Inactivación térmica, Punto final de dilución, según Noordam (1973).

## 4. Cuerpos de inclusión

Para la observación de cuerpos de inclusión, se realizaron cortes finos de hojas infectadas, las cuales fueron procesadas por tratamientos de fijación en solución Karnovsky, post-fijación en tetróxido de osmio 1% y acetato de uranilo 1%, deshidrataciones en acetona 30-100%, e infiltraciones en embedding media (Spurr, 1969) y acetona, (Jayasinghe, U., 1973; Dijkstra, 1986).

Los moldes fueron cortados en un ultramicrotomo y fueron tomados en grids y coloreados en acetato de uranilo y citrato de plomo.

Los grids fueron observados en un microscopio electrónico (JEOL-JEM 100S Electro Microscope).

## 5. Peso molecular-proteína viral

Se determinó por medio de electroforesis discontinua en geles de poliacrilimida-SDS (PAGE-SDS) según el método de Weber, K.; Osborn, M., 1969 con marcadores de proteínas: æ-Lactoalbumin (14,400), Soybean trypsin inhibitor (20,100), Carbonic anhidrase (30,000), Ovoalbumin (43,000), Bobine seroalbumin (67,000), Phosphorilasa b (94,000), (Pharmacia products, Sweden). Se realizaron hasta 6 estimaciones.

## 6. Serología

El virus purificado fue inoculado en un conejo de raza California de 4 meses de edad, por vía intradérmica múltiple con adyuvante completo de Freund (Vaitukait, J., 1981). Se iniciaron las titulaciones a partir de la tercera semana de inoculación.

Se purificó la inmunoglobulina (Clark and Adams, 1977) y se prepararon conjugados con la enzima penicilinasas (SIGMA-P-0389, tytel from *Bacillus cereus*) se realizaron pruebas de PNC-ELISA (Singh, M.N.; Khurana, Paul S.M., 1989), como prueba de detección, basada en DAS-ELISA.

Se realizaron pruebas de DAS-ELISA con antisueros de Potyvirus (obtenidos del Laboratorio de serología Centro Internacional de la Papa, Lima-Perú), reportados en los cultivos de papa y camote.

## III. RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Aislamiento

La retroinoculación dió como resultado 3 aislamientos, los cuales fueron llamados tentativamente UV1 (partícula alargada flexuosa de 700 nm aprox.) UV2 (partícula isométrica 30 nm aprox.) UV3 (partícula alargada flexuosa de 550 nm aprox.).

UV1 se aisló a partir de *Nicotiana tabacum* cv. white burley, la cual fue inoculada en *Physalis floridana*. El Rango de hospederos de UV1 se presenta como se indica.

UV2 se aisló de *Chenopodium amaranticolor*, la cual fue inoculada en *Chenopodium quinoa* en la dilución  $10^{-5}$ .

UV3 se aisló por inoculación a *Chenopodium quinoa*, la cual fue inoculada en *Gomphrena globosa*, y la cual fue inoculada a *Nicotiana clevelandii*.

## 2. Purificación

UV1 fue purificado a partir de hojas de *Nicotiana benthamiana* según cuadro 1. Los virus fueron purificados con el protocolo de purificación con algunas modificaciones relacionadas al tipo de partícula.

## 3. Propiedades físicas

En el caso de UV1 las pruebas de inactivación térmica determinaron que el virus es infectivo hasta los 55°C, pero no a los 60°C; en la determinación del punto final de dilución el virus fue infectivo hasta la dilución 10<sup>3</sup> pero no a 10<sup>4</sup>; la longevidad in vitro del virus en savia se mantiene hasta los 5 meses.

## 4. Cuerpos de inclusión

Se observó la presencia de cuerpos de inclusión en forma de molinetes, distribuidos en el citoplasma celular, propio del grupo Potyvirus.

## 5. Peso molecular

El peso molecular (promedio de 6 repeticiones) fue de 36.300 + 400 daltons en 6 estimaciones.

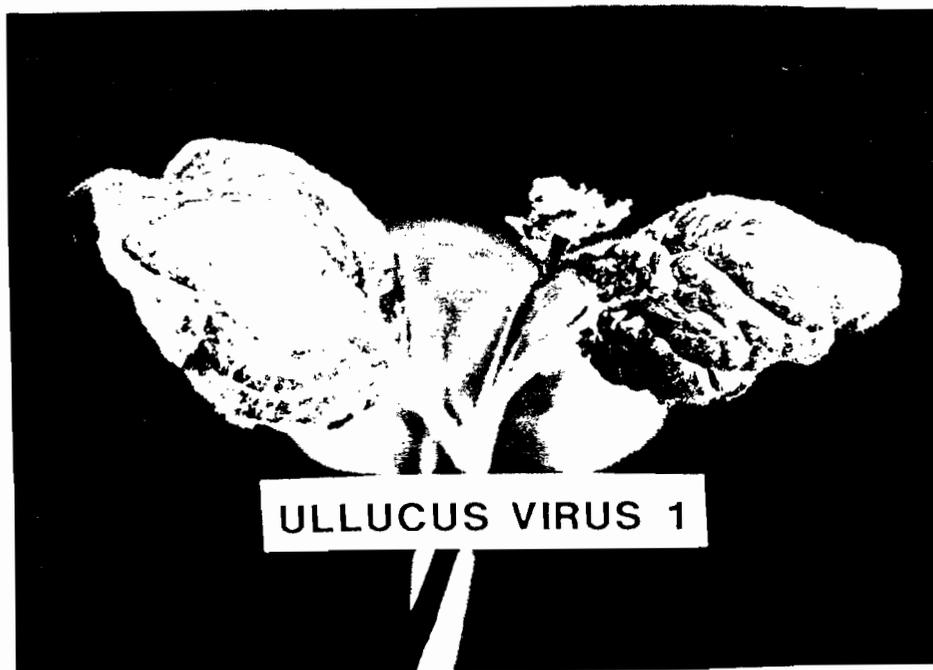
## 6. Serología

Se han establecido las técnicas de detección Penicilinas-ELISA (PNC-ELISA) basada en la prueba DAS-ELISA, usando como conjugado enzimático IgG ligada a la enzima penicilinas y usando como sustrato penicilina G (SIGMA PEN-NA) con una reacción de color mediana por almidón y yodo; las pruebas positivas se presentaron sin color, y las pruebas negativas de color azul.

UV1 presentó un título de hasta 1/1000 para la IgG purificada y de hasta 1/1000 para el conjugado enzimático, sin reacción inespecífica.

Por pruebas serológicas de DAS-ELISA con antisueros correspondientes a Potyvirus de papa (PVA, PVT, PVY, SB-24) y camote (SPFVM, C-2, SPLV), el virus caracterizado (UV1) no reacciona a ninguno de los virus mencionados.

**Fig. 1. Planta de *N. benthamiana* presentando síntomas de deformación.**



#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha caracterizado parcialmente un virus de Olluco, el cual correspondería a un posible strain de Ullucus Mosaic Virus reportado previamente por Brunt (1982). Se ha obtenido el antisuero correspondiente y se ha estandarizado la prueba serológica para su detección.

Se han aislado otros tres virus de Olluco (UV2, UV3, UV4) iniciándose la caracterización de ellos.

El estudio de los virus que infectan este cultivo es de vital importancia dado el grado de incidencia de infección viral, la cual influye en el normal desarrollo de las plantas.

#### V. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado gracias a los fondos proporcionado por la Confederación Andina de Fomento - UNMSM (Universidad Nacional Mayor de San Marcos y la GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit). Además agradecemos al Bgo. Rolando Estrada y al Dr. Michael Hermann por su apoyo y participación en la ejecución del presente trabajo.

#### VI. BIBLIOGRAFIA

- BRUNT, A.A., PHILLIPS, SUE, JONES, R.A.C., DENTEN, R.H. 1982. Viruses detected in *Ullucus tuberosus* (Basellaceae) from Peru and Bolivia. *Ann Appl. Biol.* (1982) 101,65-71.
- CLARK, M., ADAMS, A.N. 1977. Characteristics of the microplate method of Enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of Plant viruses, *Journal General Virology* 34,457-483.
- CHRISTIE, R.G., EDWARDSON, J.R. 1980. Light and Electron Microscopy of Plant Virus inclusions. Experiment Station Monograph series. Florida. United States.
- JAYASINGHE, U., DIJKSTRA, J. 1979. Hippeastrum mosaic virus and another filamentous virus in *Eucharis grandiflora*. *Neth J. Pl. Path.* 85: 47-65.
- NOORDAM, D. 1973. Identification of plant viruses. Methods and experiments. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen. The Netherlands.
- SPURR, A.R. 1969. A low viscosity epoxy resin embedding medium for electron microscopy. *J. Ultrastruct. Res.* 26. 31-43.
- STONE, O.M. 1982. The elimination of four viruses from *Ullucus tuberosus* by meristem - tip culture and chemotherapy. *Annals of Applied Biology.* 101: 79-83.
- TOLEDO, J., JAYASINGHE, U. 1990. Identificación y separación de tres virus que infectan *Ullucus tuberosus* Loz. Resumen de Congreso Peruano de Fitopatología. Perú. pp. 26.
- VAITUKAITIS, JUDITH L. 1981.2. Production of Antisera with small doses of immunogen: Multiple intradermal Injections. *Methods in Enzymology*, Vol 173, pp. 46-72. Academic Press, Inc. U.S.A.
- WEBER, K., OSBORNE, M. 1969. The reliability of Molecular weight determinations by docecyl sulphate polyacrilamide gel electrophoresis. *J. biol. Chem.* 244: 4406-4412.

## DIAGNOSTICO AGROSOCIOECONOMICO A PRODUCTORES DE MELLOCO (*Ullucus tuberosus* L.) EN ECUADOR

Eduardo PERALTA I.<sup>1</sup>, Carlos NIETO C.<sup>2</sup>

1: Ing. Agro. M.C.. Ex-técnico del programa de Cultivos Andinos E.E. Santa Catalina del INIAP-ECUADOR

2: Ing. Agro. M.Sc. Jefe de programa de Cultivos Andinos E.E. Santa Catalina INIAP-ECUADOR

### I. INTRODUCCIÓN

El melloco (*Ullucus tuberosus*), constituye un importante componente del sistema de cultivos de un amplio sector de pequeños agricultores de subsistencia, localizados en las partes más altas de la Sierra Ecuatoriana. Este cultivo tiene algunas bondades agronómicas, que le confieren ciertas ventajas frente a otros que se cultivan en estas condiciones; pues se ha observado por ejemplo su amplia capacidad para recuperarse del daño de heladas; produce en suelos marginales y se consume no solamente en el medio rural de la Sierra, sino que forma parte de la alimentación de los ecuatorianos en las grandes ciudades de las tres regiones naturales (Costa-Sierra-Amazonía).

La necesidad de conocer la situación tradicional del cultivo, fue el motivo para que se haya efectuado este diagnóstico con el objeto de tratar de mejorar y resolver parte de la problemática en torno al mismo. Por lo que los objetivos planteados son:

1. Identificar y caracterizar los centros de producción de melloco en la Sierra de Ecuador.
2. Determinar las condiciones socioeconómicas, factores agroeconómicos, ecológicos y de servicios en torno a este cultivo.

### II. MATERIALES Y METODOS

1. **Ubicación:** 7 Provincias de la Sierra

1. Carchi	3. Pichincha	5. Tungurahua	7. Cañar
2. Imbabura	4. Cotopaxi	6. Chimborazo	

2. **Materiales.**

Vehículo  
Equipo fotográfico  
Altímetro  
Cuestionario

3. **Metodología**

- 3.1. **VARIABLES DE ESTUDIO:**

Las variables evaluadas fueron la producción y el consumo, mismas que están dependiendo directamente de factores sociales, económicos, agronómicos, ecológicos, etc., que insiden positiva o negativamente en las variables.

Producción  
 Variables dependientes: Consumo

Variables independientes: Características socioeconómicas  
 Factores agronómicos  
 Factores ecológicos  
 Servicios

Comercialización  
 Beneficios.

**3.2. Universo:** Siete provincias de la Sierra.

**3.3. Muestra:** 106 agricultores tomados al azar, de acuerdo con la siguiente distribución:

Carchi:	15
Chimborazo:	11
Imbabura:	13
Cañar:	15
Pichincha:	4
Cotopaxi:	33
Tungurahua:	15

#### 4. Manejo de la Investigación:

VARIABLE	DATOS TOMADOS	MECANISMO
<b>4.1. Dependientes:</b>	Rendimiento Consumo	Encuestas Encuestas
<b>4.2. Independientes:</b>		
Características socioeconómicas:	Ubicación, tenencia ingreso, etc	Encuestas Encuestas
Factores Agroecológicos:	Sistemas, siembras manejo, producción, etc.	Encuestas
Factores ecológicos	Clima Suelos Agua	Encuestas
Servicios	Asistencia Creditos	Encuestas
Presentación del producto	Beneficios Recipientes, etc.	Encuestas
Comercialización	Consumo, destino, demanda, etc.	Encuestas

### 5. Análisis de la Información:

Para variables numéricas continuas:

- Medida aritmética ( $\bar{x}$ )
- Serviciación típica (S)
- Frecuencias
- Coeficiente de variación (C.V.)
- Porcentajes (%)
- Rangos

### III. RESULTADOS

**Cuadro 1. Centros de producción**

<b>provincia</b>	<b>canton</b>
Carchi	Tulcán
	Montufar
	San Gabriel
Imbabura	Ibarra
	Otavalo
	Pimampiro
Pichincha	Cayambe
	Pedro Moncayo
Cotopaxi	Latacunga
	Pujilí
Tungurahua	Ambato
Chimborazo	Guamote
	Colta
Cañar	Cañar

**Cuadro 2. Faja de cultivo**

<b>zonas</b>	<b>maximo (m.s.n.m.)</b>	<b>minimo (m.s.n.m.)</b>
Norte	3.400	2.600
Central	3.920	2.820
Sur	3.550	3.120

Cuadro 3. Superficie de cultivo en m<sup>2</sup>

rango m <sup>2</sup>	frecuencia relativa %		
	zona norte	central	sur
101 - 1000	85	48	54
1001 - 2000	6	27	12
2001 - 3000	6	2	26
3001 - 4000	--	2	4
4001 - 5000	3	10	4
5001 - 6000	--	--	--
6001 - 7000	--	2	--
7001 - 8000	--	2	--
8001 - 9000	--	--	--
9001 - 10000	--	7	--

Cuadro 4. Asociaciones del cultivo

cultivos	norte (%)	central (%)	sur (%)
Múltiple	3	--	30
Mellico-Calabaza	3	--	--
Mellico-Quinoa	6	--	--
Mellico-Oca	9	6	4
Mellico-Haba	3	40	4
Mellico-Papa	3	4	12
Mellico-Col	--	--	4
Mellico-Centeno	--	--	8
Mellico-Cebada	--	4	--
Otros	--	4	--
Sin asociar	73	42	38
	100	100	100

Cuadro 5(a). Rotaciones-cultivo anterior

cultivos	norte	central (%)	sur (%)
Papa	35	72	46
Haba	14	10	15
Cebada	7	6	19
Oca	3	2	12
Arveja	3	--	--
Mellico	3	--	--
Centeno	--	--	8
Pastos	--	4	--
Col	--	2	--
Descanso	--	4	--
Otros	35	--	--
	100	100	100

**Cuadro 5(b). Rotaciones-cultivo posterior**

<b>cultivo</b>	<b>norte (%)</b>	<b>central (%)</b>	<b>sur (%)</b>
Papa	31	25	12
Haba	7	31	--
Cebada	23	6	--
Oca	4	8	31
Arveja	4	--	4
Melloco	--	--	15
Centeno	--	--	4
Avena	--	--	4
Cebada	--	--	15
Descanso	--	15	--
Otros	31	15	--
Sin respuesta	--	--	15
	100	100	100

**Cuadro 6. Preparación del suelo**

<b>labores</b>	<b>norte (%)</b>	<b>central (%)</b>	<b>sur (%)</b>
Arada+Cruza+Surcada	52	69	69
Arada+Surcada	45	31	31
Surcada	3	--	--

**Cuadro 7. Medios de labranza**

<b>medio</b>	<b>norte(%)</b>	<b>central (%)</b>	<b>sur (%)</b>
Yunta	16	46	54
Tractor	--	17	12
Manual	36	27	27
Yunta+Tractor	12	10	7
Yunta+Manual	36	--	--

Cuadro 8. Distancias de siembra (m)

distancias (m)	norte	- central	- sur	norte	- central	- sur
	entre plantas (%)			entre sitios (%)		
0.3	--	--	--	--	23	4 32
0.4	--	--	--	--	61	23 32
0.5	6	--	--	8	16	11 8
0.6	13	7	--	12	--	53 20
0.7	16	--	--	24	--	-- --
0.8	26	57	--	24	--	9 8
0.9	23	2	--	--	--	--
1.0	13	34	--	32	--	--
1.1	--	--	--	--	--	--
1.2	3	--	--	--	--	--

Cuadro 9. Densidad de la siembra

n° tuberculo/sitio	norte(%)	central (%)	sur (%)
2	16	47	42
3	48	40	42
4	26	13	16
5	--	--	--
6	10	--	--

Cuadro 10. Uso de tubérculos brotados para siembra

estado	norte (%)	central (%)	sur (%)
Brotados	75	95	96
No brotados	25	5	4

Cuadro 11. Uso de fertilizantes

fertilizante	zona norte (%)	central (%)	sur (%)
Orgánico	80	19	27
Químico	20	81	23
No contestan	--	--	50

**Cuadro 12. Labores culturales**

N° deshierbes	zona norte (%)	central (%)	sur (%)
1	17	15	56
2	76	32	20
3	7	23	24
4	--	15	--
5	--	9	--
6	--	6	--
<b>n° aporques</b>			
1	55	62	35
2	41	23	19
3	4	15	23
Sin respuesta	--	--	23

**Cuadro 13. Factores ecológicos que afectan al cultivo**

factor	norte (%)	central (%)	sur (%)
Viento	--	--	38
Helada	40	100	62
Sequía	66	29	27
Lluvia	31	2	8
Granizo	34	38	16

**Cuadro 14. Destino de la cosecha**

destino	norte(%)	central (%)	sur (%)
Venta+consumo+Semilla	6	62	50
Consumo+Semilla	50	12	42
Venta+Consumo	41	7	4
Consumo	--	12	--
Venta	3	7	4

#### IV. CONCLUSIONES

1. Los actuales centros de producción de melloco en Ecuador se localizan principalmente en las Provincias de Carchi, Imbabura, Cotopaxi, Tungurahua y Cañar.
2. La mayor frecuencia de cultivos se localiza en cotas que van desde 2.600 a 3.920 m.s.n.m., con frecuencia en suelos de topografía irregular; medianamente fértiles o erosionados.
3. La mayor parte de agricultores que cultivan melloco son pequeños propietarios de subsistencia, cuya mayoría no pasa de tener lotes de 1000 m<sup>2</sup> de cultivo; en su mayoría propietarios de la tierra y en donde generalmente trabaja el hombre, la mujer y los hijos; y que en muchos casos tiene que intercambiar la mano de obra para cumplir con las labores del cultivo; e incluso un sector considerable realiza trabajos extra finca para mejorar sus ingresos.
4. El melloco en general es manejado como monocultivo, pero también se asocia con haba, quinua, papa, etc.

5. Es un cultivo que está manejado dentro de un sistema de rotaciones; principalmente con papa, haba, cebada, oca, etc.
6. La mayoría de los agricultores realiza una adecuada preparación de la tierra; efectuando tres labores (arada, cruza y surcada) y para esto utilizan generalmente la yunta o combinan con el arado y el trabajo manual.
7. La época de siembra es muy amplia, pero se concentra en los meses de junio, julio, septiembre y octubre.
8. El melloco es considerado un cultivo tardío pues generalmente se cosecha entre 9 y 12 meses.
9. La distancia más frecuente de siembra entre surcos es de 0.8 m y entre plantas o sitios de 0.4 a 0.6 m, pero es muy fluctuante.
10. En cuanto a la densidad de siembra, la mayoría de agricultores siembra 2, 3 o 4 tubérculos por sitio; generalmente de tamaño medio o pequeño, casi siempre brotados y provenientes de la última cosecha.
11. En la Zona Norte, la mayoría de agricultores usan abono orgánico, en la Zona Central fertilizante químico y en la Zona Sur se distribuye su aplicación.
12. Para el manejo del cultivo, generalmente realizan 1 a 2 labores de deshierba y de aporque.
13. La cosecha es almacenada, en bodegas en la zona Norte, en bodega y cubierta con paja en la Zona Central y Sur.
14. Se han diagnosticado algunas causas para que no se incremente el área cultivada, entre las que sobresalen los precios bajos, poca demanda, la falta de semilla entre las más importantes.
15. Los factores ecológicos que más afectan al cultivo, son las heladas y la sequía y en menor grado, el viento, granizo y la lluvia.
16. La información sobre pesticidas, cultivos, etc, en las 3 zonas, llega a los agricultores a través de los almacenes agropecuarios, los vecinos y la radio.
17. La cosecha generalmente está destinada al consumo, a la venta y la semilla. En la Zona Central y Sur, la mayor cantidad se dedica a este fin; en la Zona Norte, la mayor parte es para el consumo.

## FRUCTIFICACION, PRODUCCION Y VIABILIDAD DE SEMILLA SEXUAL EN OCA (*Oxalis tuberosa* Mol.).

Mauro VALLENAS RAMIREZ

Ing. Agr. M.Sc. Sección Cultivos Andinos CIAS - Puno, Perú

### I. INTRODUCCION

La conservación de germoplasma de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), aún viene afrontando serios problemas, así el método tradicional, que emplea la propagación vegetativa, requiere un intenso despliegue de energía, por cuanto campaña tras campaña agrícola tiene que efectuarse la plantación de "tubérculos semilla", manejo del cultivo, cosecha y cuidados del producto en almacenamiento, con el consiguiente riesgo de deterioro o pérdida del material, por factores climáticos adversos sean estos sequías, heladas, granizadas, inundaciones, etc., así como por causa de factores bióticos, ataque de plagas y enfermedades. Otra posibilidad de conservación es mediante el método de cultivos in vitro (largo plazo), pero esta modalidad requiere una implementación especial de laboratorio y de personal bien entrenado.

Por otra parte, en plantas de oca, la fructificación y conservación de semillas sexuales es un tanto incierta, ya sea por el alto índice de abscisión floral, por la dehiscencia explosiva de las semillas o por otras causas que dificultan la obtención de semillas en plantas maduras.

En cuanto a la viabilidad de las semillas sexuales, diferentes autores como Salter (3), Cardenas (3), Montaldo (8), y Alandía (2), consignan un margen muy corto de viabilidad 3 a 360 días. Al parecer estos aspectos no han permitido visualizar que las semillas sexuales sean también una alternativa para el mantenimiento y conservación del germoplasma de oca, tal como sugerimos con el presente estudio.

### II. OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo realizar estudios básicos sobre fructificación, producción y viabilidad de la semilla sexual de oca en el Departamento de Puno-Perú y buscar alternativas más adecuadas de conservación del germoplasma de oca.

### III. MATERIALES Y METODOS

El trabajo se lleva a cabo durante las campañas agrícolas 1984/85 a 1988/89, en las provincias de Yunguyo, Puno y Huancané del Departamento de Puno-Perú, sobre los 3800 msnm., área de cultivo con influencia termo reguladora del Lago Titicaca. En estos lugares se observaron cultivos de oca en plena fructificación y producción de semilla botánica, bajo condiciones naturales de cultivo y excepción de la campaña 1986/87, en el que solamente en Yunguyo y Puno se observaron en pocos casos cultivos con algunas plantas en fructificación; esta campaña agrícola se caracterizó por presentar fuertes descensos de temperatura (heladas), que dañaron significativamente los cultivos de oca.

Durante el mes de marzo de las diferentes campañas y abril de 1988/89, se recolectaron las semillas botánicas de polinización libre, las que posteriormente fueron sometidas a pruebas de germinación en el laboratorio de semillas del Ex - Anexo Salcedo, hoy Centro de Investigación Agropecuaria Salcedo (CIAS), localizado en Puno - Perú.

Cada prueba de germinación se practicó con cincuenta semillas (dos repeticiones), recolectadas en Yunguyo, Puno y Huancané durante la campaña 1984/85, la semilla se mantuvo bajo temperatura del medio ambiente. Para el proceso de germinación se usaron platos petri con papel toalla humedecido, dentro de una cámara de germinación tipo Lab-Line Imperial II, a 21° C de temperatura durante 30 días.

Las observaciones y conteo se efectuaron a los 10, 20 y 30 días después de iniciado el proceso de germinación, además en las dos últimas pruebas se mantuvieron en incubadora las muestras de semillas no germinadas por el lapso de cien días más, con la finalidad de buscar información acerca de especie, si presentaron o no semillas duras.

También se pesaron las semillas, tomando como índice, el peso de mil semillas.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

##### **1. Floración**

Las influencias observadas durante las diferentes campañas, presentaron un rango de dos a diecinueve flores con un promedio de 7.8 flores por florescencia, correspondiendo a la campaña 1984/85 el mayor promedio de 8.2 flores por inflorescencia.

Se llegaron a contar entre 14 a 31 inflorescencias por mata, con un promedio de 25.

Las flores de oca son de color amarillo con estrías de color púrpura en la cara anterior de los pétalos. Las flores se caracterizan por ser pentámeras, es decir están conformadas por cinco sépalos, cinco pétalos, diez estambres por grupo, gineceo conformado por cinco carpelos separados, cuyos estilos tienen diferente longitud, caracter este con interés sistemático, que permite diferenciar tipos de plantas con flores longistilas, mesostilas y brevistilas.

Cuando la floración es abundante, no es raro observar en una misma planta e inflorescencia, flores normales como las que acabamos de describir y flores con seis o siete sépalos, seis o siete pétalos, doce o catorce estambres (seis o siete por grupo), así mismo el gineceo, en este tipo de flores están conformados por seis o siete estilos, estas características se han observado en flores longistilas, mesostilas como brevistilas.

##### **2. Fructificación**

En el Departamento de Puno- Perú, durante las campañas agrícolas en estudio, se han encontrado cultivos de oca en plena fructificación entre los meses de febrero, marzo y abril, especialmente en el que corresponde a las campañas de 1984/85 y 1988/89, en los que se observaron una mayor fructificación.

Durante 1984/85, se obtuvo mayor frecuencia de fructificación con el 77.% sobre cincuenta cultivos visitados, luego le siguen 1988/89, con el 72.1%; 1985/86, con el 61.%, y 1987/88 con el 47.4%; finalmente la campaña 1986/87; en el que solamente en Yunguyo y Puno se ha encontrado el 8.0% de cultivos visitados en fructificación.

Consideramos que la mayor fructificación observada durante las campañas agrícolas 1984/85, 1988/89, se debe principalmente a que los factores ambientales hayan sido los más favorables para la floración y fructificación en oca.

El fruto de la oca, es una cápsula membranosa de 1 a 1.2 cm. de longitud, normalmente está conformada por cinco lóculos y excepcionalmente por seis o siete, está protegido por el cáliz persistente; cada lóculo contiene de uno a tres semillas pequeñas y ocasionalmente cuatro.

Entre los cultivos visitados en 1984/85, encontramos frutos cuyos contenidos de semillas fluctúan entre cuatro a quince semillas, correspondiendo la mayor frecuencia entre ocho a diez semillas, con un promedio de 8.6 semillas por cápsula.

El número promedio de cápsulas desarrolladas por inflorescencia es 5.4 equivalente al 63.4% del número de flores.

El rango de frutos por inflorescencia que se registró en la campaña 1984/85 fue de cero a diecinueve.

### 3. **Peso de semillas botánicas**

Para la determinación del peso de las semillas, se tomó como base mil semillas con dos repeticiones por localidad, registrándose el índice en un rango entre 0.476 a 0.525 gramos, con un promedio general de 0.494 gramos.

### 4. **Viabilidad de la semilla sexual en oca**

Las pruebas periódicas de germinación se practicaron a los 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54 y 60 meses después de haber sido recolectados, registrándose una viabilidad de 69, 65, 67, 65, 62, 61 y 57% respectivamente.

Estos datos muestran, que la viabilidad de las semillas botánicas en oca, no son tan cortas como lo señalan varios autores, sino que mantienen un buen poder germinativo a los 60 meses (1825 días) después de su recolección, lo que abre la posibilidad de conservación de esta especie en los Bancos de Germoplasma mediante la semilla botánica.

Las semillas que no germinaron en el lapso de 30 días de iniciado el proceso y que se mantuvieron dentro de la incubadora por más tiempo, lograron germinar unas a los 63 días y otros a los 118 días después de iniciado el proceso de incubación. Este hecho indica que posiblemente se deba a que en las semillas botánicas de oca se presentan semillas duras, estos casos se registraron en un rango del 2 al 3%.

## V. **CONCLUSIONES.**

- En las áreas de cultivo de oca en el Departamento de Puno, (Riberas del Lago Titicaca) sobre los 3800 msnm., los factores ambientales son favorables para obtener una profusa fructificación y abundante producción de semilla botánica en oca.
- Las semillas sexuales de oca sometidas al proceso de germinación en cajas petri sobre papel filtro humedecido mantenidos a 21° C de temperatura, completan normalmente su germinación entre los 10 a 20 días de iniciado el proceso.
- Se ha observado que en las semillas sexuales de oca, se presentan semillas duras en un porcentaje del 2 al 3%, que logran germinar entre los 63 y 118 días después de iniciado el proceso de incubación.
- La viabilidad de las semillas botánicas de oca, no es tan corto como se creía (un año o menos), en Puno, se ha logrado hacer germinar semillas botánicas de oca a los 1825 días o cinco años después de su recolección, manteniendo un poder germinativo del 57%.
- Mediante el empleo de la semilla sexual de oca, existe la posibilidad de conservación de germoplasma de esta especie por el lapso de un mediano plazo (4-5 años).
- Mil semillas de oca pesan en promedio 0.494 gramos.

**VI. BIBLIOGRAFIA**

1. ACOSTA, S.M. 1980 - Tubérculos, raíces y rizonas cultivados en Ecuador. II Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Riobamba, Ecuador. pp 175 - 195.
2. ALANDIA, B.S. 1967 - Producción de semilla sexual en oca. Revista Sayaña, La Paz, Bolivia pp - 15.
3. CARDENAS, M. 1969 - Manual de plantas económicas de Bolivia. Imp. Ichthus Cochabamba Bolivia pp. 46-54.
4. CORTES, B.H. 1984 - Avances de la investigación entre tubérculos andinos: Oca (*Oxalis tuberosa*), Olluco (*Ullucus tuberosus*), maswa, isaño o Añu (*tropaeolum tuberosum*). Agricultura Andina. Avances en las investigaciones sobre tubérculos alimenticios de los Andes. Editor Tapia M. - Lima, Perú, pp. 62-83.
5. FRERE, M., REA, J., RIJKS, J.Q. 1975. Estudio agroclimatológico de la zona andina. Proyecto Interinstitucional FAO/UNESCO/OMM en Agroclimatología. roma. 375 p.
6. HOLLE, M. 1986. La conservación, Ex-situ de la variabilidad genética de los cultivos andinos (1958-1986). Anales del V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. Puno, Perú. pp. 53-64.
7. LEON, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. Boletín técnico N°6. I.I. C.A., Zona Andina. Lima, Perú. 112 p.
8. MONTALDO, A. 1983. Cultivos de raíces y tubérculos tropicales. Serie de libros y materiales educativos N° 21. IICA-CIDIA. Primera Edición 1972. 2da. reimpresión. San José, Costa Rica. 284 p.
9. NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1989. Lost crops of the incas: Little known plants of the Andes with promise for warlwide cultivation-National. Academy Press, Washington, D.C. pp. 92-91.
10. ORBEGOSO, A.G. 1984. La estructura y variabilidad de las ocas peruanas. Agricultura Andina. Avances en las investigaciones sobre tubérculos alimenticios de los andes. Editor Tapia, M. Lima, Perú. pp. 22-32.

## CONSERVACION *in vitro* DE TUBERCULOS ANDINOS

César G. TAPIA B., Laura MUÑOZ E., y Raúl CASTILLO T.  
Técnicos del Departamento de Recursos Fitogenéticos, INIAP. Casilla 340. Quito, Ecuador.

### I. INTRODUCCION

El presente artículo resume el trabajo realizado en el INIAP, buscando los mejores medios de cultivo *in vitro* para conservación de la variabilidad genética de las tres tuberosas andinas más importantes del Ecuador: melloco (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*).

### II. MATERIALES Y METODOS

El presente estudio tuvo dos fases de experimentación: a) introducción *in vitro*, en la que se trabajó con 10 líneas de oca, 10 de mashua y 5 de melloco; b) conservación *in vitro*, se utilizó las cinco líneas que sobresalieron en la primera fase de las tres especies en estudio.

Para la introducción *in vitro*, el medio de cultivo que se utilizó fue Murashige y Skoog que se suplementó con 3% de sucrosa y 0.8% de agar, y ácido giberélico (GA3) en concentraciones de 0.25 ppm para melloco y mashua y 10 ppm para oca; además en el medio de oca se añadió 0.5% de carbón activado como antioxidante. En esta fase las condiciones del cuarto cultivo fueron temperaturas de 20° C y humedad relativa del 60-70% con un fotoperíodo de 16 horas luz.

En la conservación *in vitro*, se probó varios retardantes de crecimiento adicionados al MS estandard (Sales minerales de Murashige y Skoog).

Todos los tratamientos de oca y mashua en la fase de conservación *in vitro* fueron combinados con frío, los tubos de ensayo con los explantes se almacenaron en cuarto frío a 8° C, 75% de humedad relativa y un fotoperíodo de 12 horas luz. Los tratamiento de melloco se conservaron en cuarto de cultivo en condiciones similares a la fase de introducción *in vitro*.

Para la primera fase, se empleó un modelo de diseño con tres repeticiones. En cambio, para la segunda fase, se utilizó un diseño en arreglo factorial 5 x 5 (cinco líneas por cinco medios) con tres repeticiones, para oca y mashua; en melloco se utilizó un diseño en arreglo factorial 3 x 4 (tres líneas por cuatro dosis de retardantes). Se realizaron pruebas de Tukey al 5% para líneas en la primera fase y para líneas, medios y su interacción en la segunda fase.

Las variables estudiadas en la primera fase fueron: longitud de planta, número de nudos por planta y número de plantas con raíces en tres épocas de evaluación (30, 45 y 60 días). En la segunda fase se evaluó: longitud de planta, porcentaje de supervivencia y de regeneración en tres épocas de evaluación (120, 240 y 360 días en oca y mashua, 60, 120 y 180 días en melloco).

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 1. Introducción *in vitro*

En general, todas las líneas de melloco presentan una respuesta satisfactoria a la fase de introducción *in vitro*, la línea ECU-768 tuvo el mejor comportamiento ubicándose en el primer rango con 30.70 mm a los 60 días de evaluación (Cuadro 1). En mashua las líneas ECU-1087 y ECU-1089 se localizaron en el primer rango con los mejores promedios de 22.67 mm respectivamente a los 60 días de evaluación. En oca, la mayor longitud tuvo la línea ECU-988 con 65.27 mm.

Es importante anotar que oca, mashua y melloco respondieron en forma satisfactoria a la fase de introducción *in vitro*, es decir, que estas especies podrán ser usadas para futuros trabajos de multiplicación acelerada, intercambio de germoplasma y erradicación de virus.

**Cuadro 1. Valores promedios y prueba de Tukey al 5 %, para la variable longitud de planta de melloco, mashua y oca en la fase de introducción *in vitro*.**

LINEAS	DIAS DE EVALUACION		
	30 días	45 días	60 días
<b>Melloco</b>	<b>Longitud de planta (mm)</b>		
ECU - 761	6.00 ab	6.70 ab	12.00 ab
ECU - 762	4.00 ab	5.20 ab	7.00 b
ECU - 768	9.50 a	17.00 a	30.70 a
ECU - 770	4.10 ab	4.50 b	5.00 b
ECU - 791	2.90 b	3.90 b	9.00 b
<b>Mashua</b>			
ECU - 1087	10.87 ab	15.07 ab	22.57 a
ECU - 1089	11.63 a	17.23 a	22.67 a
ECU - 1095	7.67 de	9.27 de	10.70 c
ECU - 1098	9.60 bc	13.80 b	17.67 abc
ECU - 1101	6.73 ef	9.93 de	14.50 abc
ECU - 1102	8.77 cd	10.87 cd	18.53 abc
ECU - 1103	8.03 cde	12.70 bc	20.73 ab
ECU - 1105	5.70 f	8.33 e	13.00 bc
ECU - 1113	7.10 def	9.33 de	18.27 abc
ECU - 1116	6.90 def	9.57 de	15.83 abc
<b>Oca</b>			
ECU - 970	8.20 cd	13.23 de	18.73 cd
ECU - 978	10.83 bc	14.57 cde	19.87 bcd
ECU - 979	10.97 b	15.20 bcd	19.97 bcd
ECU - 980	12.80 b	19.73 b	29.63 bc
ECU - 984	7.70 d	10.90 def	14.57 d
ECU - 988	13.37 ab	27.40 a	65.27 a
ECU - 989	15.53 a	19.30 bc	33.87 b
ECU - 990	4.27 e	5.67 g	6.17 d
ECU - 991	4.07 e	6.80 fg	8.77 d
ECU - 998	7.30 d	9.63 efg	12.60 d

## 2. Conservación *in vitro*

### a) Mashua y oca

En la fase de conservación *in vitro* después de 360 días, la prueba de Tukey al 5%, detectó en el primer rango con los mejores promedios para el factor líneas en la variable longitud de planta para la línea ECU-1103 con 17.04 mm y para la oca la ECU-980, con un promedio de 48.47 mm (Cuadro 2). Para el factor medios se ubicó en el primer rango con los menores promedios, en mashua el medio suplementado con sorbitol 60 g/l con 5.69 mm; y en oca, el menor promedio presentan los medios suplementados con ácido abscísico 2 ppm y sorbitol 40 g/l con valores de 40.99 y 44.40 mm, respectivamente, promedios que muestran una buena respuesta de los retardantes de crecimiento.

Las líneas que se ubicaron en el primer rango, con los más altos promedios en la variable porcentaje de supervivencia para el factor líneas, en mashua es la ECU-1102, con un valor de 92.73% y en oca la ECU-989, con 92.42% a los 360 días de evaluación. El medio que presenta el más alto porcentaje de supervivencia es el suplementado con sucrosa 3% y agar 0.8%, con promedios de 95.89% y 92.39% para la oca, respectivamente a los 360 días de evaluación, considerándose como una buena alternativa para conservación de germoplasma, aunque presente longitudes mayores en comparación a las logradas con los retardantes de crecimiento.

**Cuadro 2. Valores promedios y prueba de Tukey al 5 %, para el factor líneas y medios en la variable longitud de planta de mashua y oca en la fase de conservación *in vitro*.**

Lineas/Medios	Dias en conservación		
	120 días	240 días	360 días
<b>Mashua</b>	<b>Longitud de planta (mm)</b>		
ECU - 1101	10.07 a	14.49 a	22.67 bc
ECU - 1102	12.47 bc	17.16 b	20.23 ab
ECU - 1103	8.93 a	13.08 a	17.04 a
ECU - 1113	14.20 c	21.22 c	29.44 d
ECU - 1116	11.18 ab	18.73 bc	24.70 c
Mm 1	20.48 b	31.87 b	47.03 c
Mm 2	3.35 a	4.87 a	6.23 a
Mm 3	3.54 a	6.36 a	10.61 b
Mm 4	3.01 a	4.79 a	5.69 a
Mm 5	26.47 c	36.79 c	44.49 c
<b>Oca</b>			
ECU - 978	35.56 c	50.61 c	61.55 c
ECU - 979	26.07 a	39.97 a	50.55 b
ECU - 980	30.80 b	39.02 a	48.47 ab
ECU - 988	40.67 d	45.78 b	50.32 b
ECU - 989	29.22 ab	37.75 a	45.00 a
Mo 1	55.22 d	61.39 c	67.03 d
Mo 2	30.05 b	42.05 b	49.08 b
Mo 3	19.03 a	31.02 a	40.99 a
Mo 4	20.01 a	32.74 a	44.40 ab
Mo 5	38.00 c	45.93 b	54.39 c

En las Figuras 1 y 2 se observa un comportamiento decreciente de las diferentes curvas mientras transcurre el período de conservación. Un mayor porcentaje de supervivencia de las plántulas se observa en el medio con la mitad de la concentración de Murashige y Skoog, en comparación con el medio suplementado con el retardante de crecimiento sorbitol 40 g/l y 60 g/l. Estos resultados sugieren que para la conservación *in vitro* de estas tuberosas andinas, la reducción de la concentración de MS, más bajas temperaturas (8° a 10° C), serían suficientes.

#### b) Melloco

A los 180 días de evaluación, la prueba de Tukey al 5% el factor líneas en la variable longitud de planta, muestra dos rangos de significación, ubicándose en el primero la ECU-761 con 42.8 mm en promedio. Para el factor "medio", se observó tres rangos de significación, destacándose en el primero los medios con 16.9 y 8.3 mm respectivamente. La ECU-762 mostró el porcentaje de supervivencia con 74.0%. Por otro lado, los medios suplementados con manitol 20 y 40 g/l, presentaron también los más altos promedios con 100.0 y 96.7% respectivamente.

En la Figura 3 se observa que el porcentaje de supervivencia presenta un comportamiento decreciente principalmente de la curva que representa la mayor concentración de manitol (60 g/l), pudiendo deberse a un mayor porcentaje de muerte de yemas al aumentar la concentración de manitol, en cambio, la curva que representa la concentración de 40 g/l de manitol, mantiene una pequeña caída a través del tiempo.

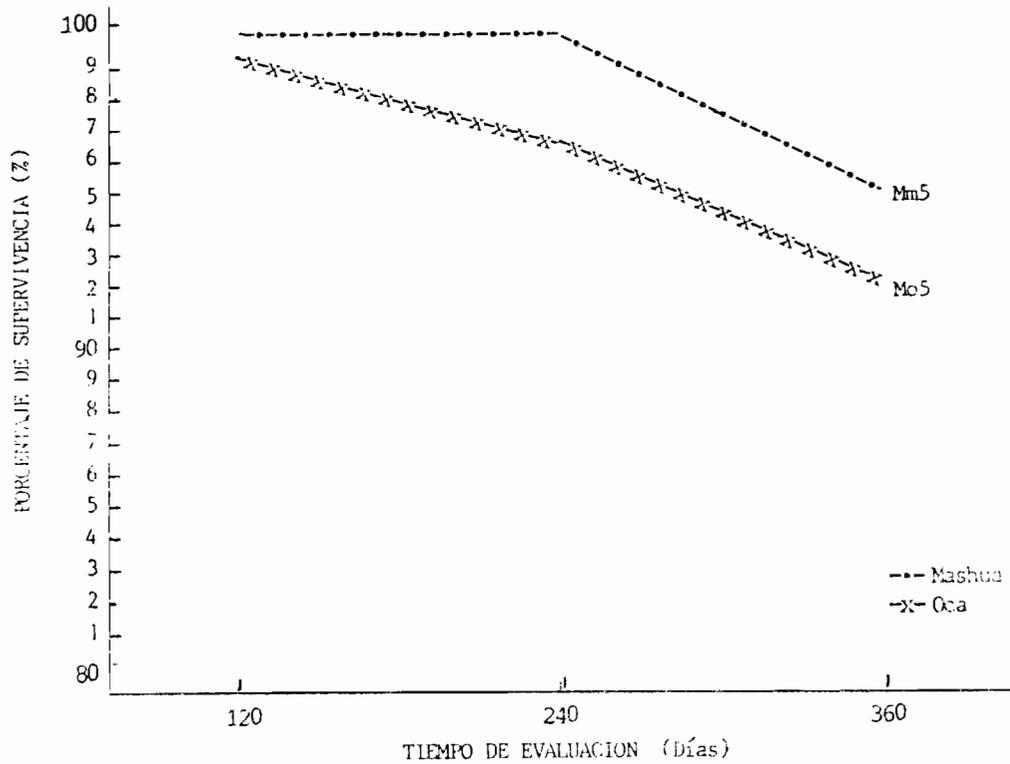


Figura 1. Curvas del comportamiento de tubérculos andinos en fase de conservación *in vitro* a través del tiempo, usando la mitad de la concentración de M.S. a 8°C de temperatura

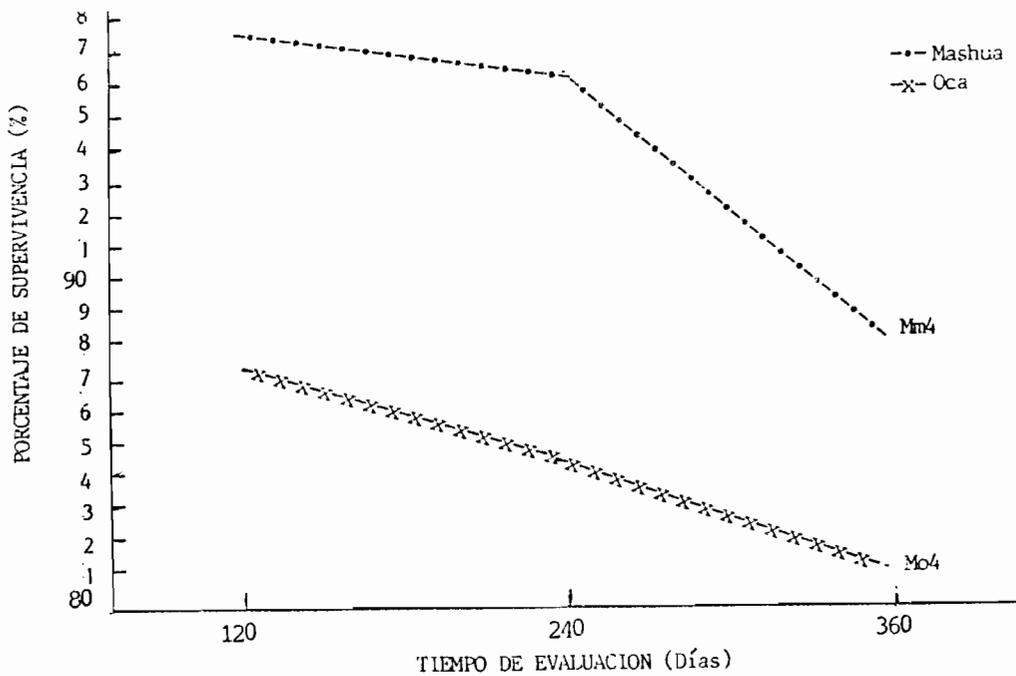
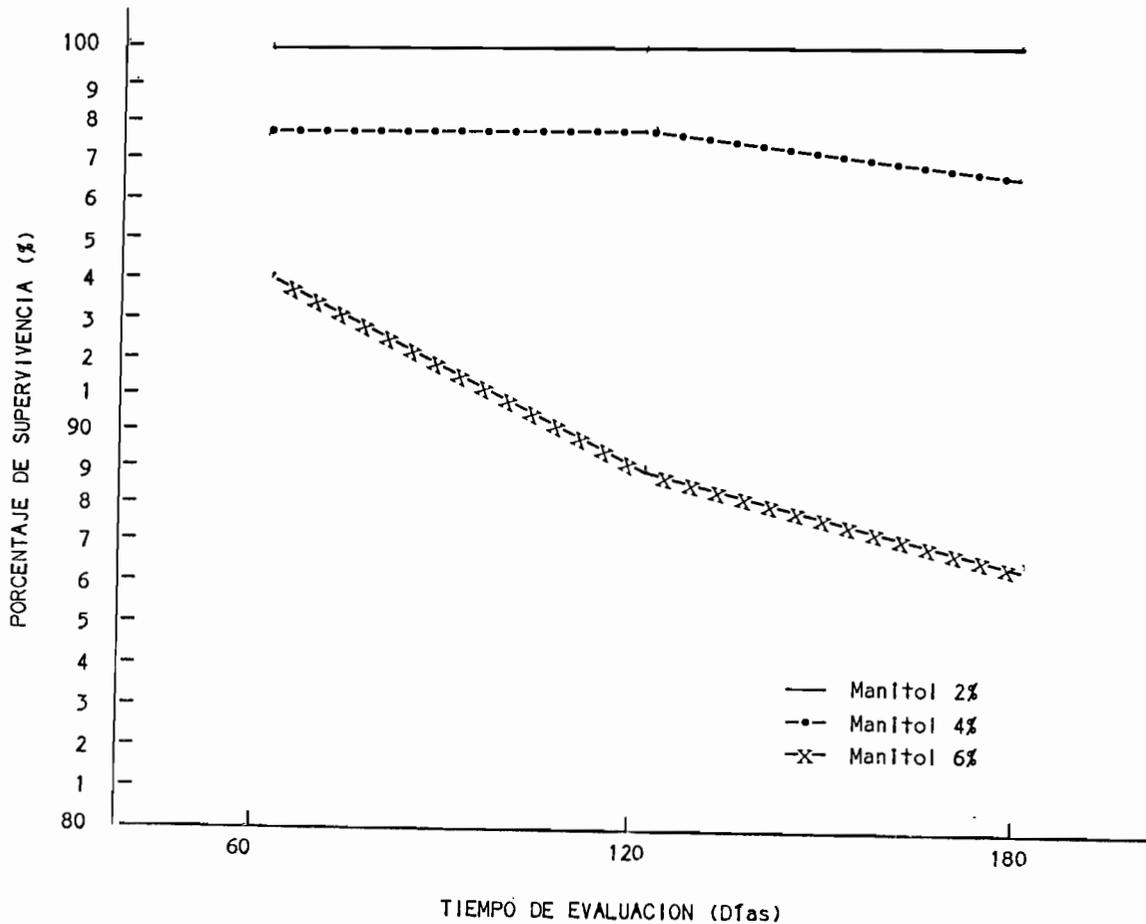


Figura 2. Curvas del comportamiento de tubérculos andinos en fase de conservación *in vitro* a través del tiempo, usando Sorbitol 40 y 60 g/l a 8°C de temperatura



**Figura 3.** Curva del comportamiento de melloco, con tres niveles de Manitol, durante la fase de conservación *in vitro*

#### IV. CONCLUSIONES

- Las líneas de oca, mashua y melloco, respondieron en forma satisfactoria a la fase de introducción *in vitro*, lo que indica la posibilidad de realizar otros trabajos, como erradicación de virus, intercambio de germoplasma y multiplicación acelerada de plantas.
- Los medios suplementados con los retardantes osmóticos, sorbitol en dosis de 60 g/l en mashua, 40 g/l en oca, igual que en el medio con la mitad de nutrientes, con la mejor respuesta en la fase de conservación *in vitro* de germoplasma. Estas recomendaciones podrían aplicarse para melloco.
- En melloco, la concentración de 40 g/l de manitol presenta la mejor alternativa para la conservación *in vitro* a corto plazo (180 días) bajo condiciones de 20° C de temperatura y humedad relativa de 60-70%
- En forma general, la combinación de bajas temperaturas y la utilización de retardantes de crecimiento o la reducción de nutrientes, pueden ser usados para la conservación de germoplasma *in vitro* de oca, mashua y melloco por períodos de uno, dos o más años.

**V. BIBLIOGRAFIA**

FORD-LLOYD, B. y JACKSON, M. 1986. Plant genetic resources: An introduction to their conservation and use. London, Edward Arnold Publishers Ltd. p. 5-67.

MUÑOZ, L. 1988. Respuesta al establecimiento y conservación *in vitro* de melloco, oca y mashua. Tesis Lic. Biol. Quito, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Departamento de Ciencias Biológicas. 85 p.

NIETO, C., REA, J., CASTILLO, R. y PERALTA, E. 1984. Guía para el manejo y preservación de los recursos fitogenéticos. Quito, Estación experimental Santa Catalina-INIAP. 43 p.

SCOWCROFT, R. 1984. Genetic variability in tissue culture: impact on germoplasm conservation and utilization. Roma, IBPGR. p: 3-4

## **COMPARATIVO DE ECOTIPOS SELECCIONADOS DE TUBERCULOS ANDINOS OLLUCO (*Ullucus tuberosus*), OCA (*Oxalis tuberosa*) E ISAÑO (*Tropaelum tuberosum*)**

### **I. INTRODUCCIÓN**

Conocedores de la existencia de especies tuberosas que constituyen la fuente de alimentación del poblador del Valle del Colca, se ha desarrollado un Plan de Investigación tendiente a la recuperación y valoración de estos cultivos, con el objetivo de optimizar la producción de los cultivos, mediante el empleo de variedades mejoradas adaptables a las condiciones ecológicas del distrito de Coporaque.

### **II. MATERIALES Y METODOS**

El presente trabajo se realizó en la campaña 1989-1990, en tres localidades; dos ubicadas en la Provincia Caylloma en los Distritos de Yanque (Ichupampa) y Coporaque a 3,493 y 3,420 m.s.n.m., respectivamente, y el tercero, en el Anexo Echancay de la E.E.A. San Camilo, ubicado a 2,320 m.s.n.m. en la provincia de Condesuyos. Los tres experimentos fueron instalados en los meses de Octubre y Noviembre, bajo secano en Caylloma y con riego en el Anexo Echancay, en suelo franco arenoso y franco limoso.

El clima fue variado y las temperaturas oscilan entre 16°C y 2.6°C en Caylloma; 17.95° C y 6.35°C en Echancay, durante el período vegetativo se presentaron descensos de temperatura de hasta -7° C en Caylloma (Febrero). Antes de iniciar la siembra se hizo un riego de machaco, luego se preparó el terreno mediante una aradura cruzada, desterronado, limpieza de rastrojos y surcado de suelos, se diseñó el experimento en B.C.R., con 3 repeticiones, 3 tratamientos en Olluco; 4 tratamientos en Oca y 3 tratamientos en Isaño.

Las siembras se realizaron los días 13-10-89 en Ichupampa, 23-11-89 en Echancay y el 20-10-89 en Coporaque.

La semilla que se utilizó procedió de Puno, Cusco y Chivay. La siembra se hizo en surco distanciados a 0.80 m y 0.30 m en tres golpes, previo análisis, se fertilizó utilizando la formulación 100-80-80 de NPK entre golpes, para las tres tuberosas andinas.

Se realizaron labores culturales como deshierbos, aporque, control fitosanitario durante el período vegetativo en cada una de las tres localidades.

En Caylloma (Ichupampa y Coporaque), se presentó una sequía prolongada hasta promediar el mes de Mayo, la precipitación pluvial durante el ciclo en Chuquibamba fue de 120 mm y muy deficitaria en Caylloma, afectando el normal desarrollo vegetativo de los cultivos y ocasionando disminución de la producción.

Las evaluaciones de las diferentes etapas fenológicas se desarrollaron utilizando formatos elaborados en el Programa de Investigación de Cultivos Andinos, tomando 10 muestras por parcela por variedad y localidad, se evaluó altura de planta, precocidad a floración y tuberización.

En la evaluación final se consideró como factor importante el rendimiento por localidad.

### **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **1. Cultivo Olluco**

El experimento se desarrolló en 3 localidades: Coporaque, Ichupampa y Echancay.

##### **1.1. Evaluaciones botánicas**

El mayor número de plantas presentaron coloración verde y verde púrpura en el tallo y follaje; predominó el color blanco de las flores, los tubérculos fueron púrpura, amarillo y blancos por efecto de la sequía, no se observó un desarrollo normal de las plantas, la altura máxima lograda fue de 14 cm a

plena floración.

**Cuadro 1. Observaciones fenológicas, % de brotamiento y altura de planta en tres localidades.**

VARIEDAD	Días a Germinación	% Brotamiento	Altura Planta	Tallos y Planta	Días a Floración	Días a Tuberización	Días a Madurez
<b>LOCALIDAD: COPORAQUE (3628 m.s.n.m.)</b>							
1 PUNO	49	30	10	4	150	148	230
2 AMARILLA (CUSCO)	40	45	8	3	153	150	226
3 TESTIGO LOCAL	52	20	8	3	158	160	246
PROMEDIO	47	32	9	3.3	154	153	234
<b>LOCALIDAD: ICHUPAMPA (3420 m.s.n.m.)</b>							
1 PUNO	88	60	20	4	139	146	228
2 AMARILLO (CUSCO)	38	65	10	4	140	141	220
3 TESTIGO LOCAL	46	80	15	4	140	140	250
PROMEDIO	57	68	15	4	140	142	232
<b>LOCALIDAD: ECHANCAJ (2320 m.s.n.m.)</b>							
1 PUNO	32	60	14	6	140	143	229
2 AMARILLO (CUSCO)	28	30	12	4	142	148	220
3 TESTIGO LOCAL	36	25	14	4	150	156	230
PROMEDIO	32	38	13	5	144	149	226

- Durante el ciclo vegetativo se observó ataque de cortadores de plantas tiernas, noctuidos, *Spodoptera sp*, insectos picadores, chupadores *Myzus sp* y aphydos.

- La cosecha se realizó los días 08-06-90, 09-06-90 y 11-07-90, respectivamente. Hubo diferencias de rendimiento entre localidades, mejor producción promedio se logró en Echancaj 7,956 kg/ha, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en estudio por localidad, el primer lugar de la producción promedio ocupa la variedad proceente de Puno, con 5,927 kg/ha.

**Cuadro 2. Rendimientos por localidad kg/ha**

VARIEDAD	COPORAQUE	ICHUPAMPA	ECHANCAJ	PROMEDIO
1 PUNO	3,750	2,080	11,951	5,927
2 AMARILLA (CUSCO)	3,125	1,760	6,069	3,651
3 TESTIGO LOCAL	6,875	1,696	5,848	4,806
PROMEDIO	4,583	1,845	7,956	4,794
C.V.	43.29	22.87	49.5	

En la localidad de Echanca y se logró mejores rendimientos promedio, la variedad procedente de Puno se adaptó mejor en los tres pisos ecológicos.

## 2. Cultivo oca

El experimento se desarrolló en tres localidades: Coporaque, Ichupampa y Echanca y.

### 2.1. Evaluaciones botánicas

Entre las variedades, hubieron colores variables de follaje y tallo; predominaron el verde y verde púrpura, el amarillo intenso predominó en las flores y el número de éstas por planta, fue alto, por los efectos de las heladas y sequías, las plantas no mostraron sus cualidades fenotípicas en algunos casos, estos fenómenos climatológicos ocasionaron la destrucción total de las plantas.

**Cuadro 3. Observaciones fenológicas, % de brotamiento y altura de planta en tres localidades**

VARIEDAD	Días a Germinación	% de Brotamiento	Altura Plantación	Tallos por Planta	Días a Floración	Días a Tuberización	Días a Madurez
<b>LOCALIDAD: COPORAQUE (CHUA)</b>							
JALUYO	32	85	45	4	133	135	190
TESTIGO 1	38	72	62	4.2	145	140	196
YUNGUYO	36	45	50	4	150	139	196
TESTIGO 2	40	50	76	6	160	145	202
PROMEDIO	36	63	77	5	147	139	196
<b>LOCALIDAD: ICHUPAMPA</b>							
JALUYO	33	83	30		145	145	196
TESTIGO 1	38	76	37		145	145	196
YUNGUYO	38	70	37		148	148	202
TESTIGO 2	40	70	37		158	164	216
PROMEDIO	37	75	35		149	150	202
<b>LOCALIDAD: ECHANCA Y</b>							
JALUYO	30	40	40	4	139	139	196
TESTIGO 1	30	20	45	5	139	139	196
YUNGUYO	32	50	50	4	145	148	196
TESTIGO 2	38	26	60	8	158	160	210
PROMEDIO	32	34	48	5	145	146	199

- En la etapa de brotamiento se presentó el ataque de noctúdeos cortadores de brotes (*Feltia experta* - *Spodoptera frugiperda*), que fueron controlados en la fase inicial; durante el mes de marzo se observó la presencia de pulgón negro; el período vegetativo se alargó hasta 210 días.

- La cosecha se hizo los días 13-5-90, 18-05-90 y 11-07-90.

- No hubo diferencia significativa entre los tratamientos, destacaron la variedad JALUYO con 7,717 kg/ha y TGO.1 con 7,025 kg/ha. En la localidad de Coporaque se obtuvo los mejores rendimientos promedio 8,437 kg/ha.

**Cuadro 4. Rendimiento por localidad (kg/ha)**

Variedad	Coporaque	Ichupampa	Echancay	Produccion
1 JALUYO	10,250	3,900	9,000	7,717
2 TESTIGO 1	9,750	8,325	3,000	7,025
3 YUNGUYO	5,500	5,575	7,500	6,192
4 TESTIGO 2	8,250	6,750	5,500	6,833
PROMEDIO	8,437	6,137	5,500	
C.V.	43,98	39,48		

### 3. Cultivo Isaño

El experimento se ejecutó en dos localidades: Coporaque e Ichupampa, obteniendo los siguientes resultados:

#### 3.1. Evaluaciones botánicas

Las variedades en estudio, son semi-erectas, no mostraron diferencia en color de tallo, hojas y flores (verde, verde claro y naranja); los tubérculos variaron de coloración (blanco, amarillo con jaspes y amarillo intenso); a semejanza de los cultivos de oca y olluco, las heladas y sequía prologadas destruyeron la parte aérea de las plantas.

**Cuadro 5. Observaciones fenológicas y de brotamiento y altura de planta en tres localidades**

VARIEDAD	Días a Germinación	% de Brotamiento	Altura Plantación	Tallos por Planta	Días a Floración	Días a Tuberización	Días a Madurez
<b>LOCALIDAD: COPORAQUE</b>							
1 AMARILLA (PUNO)	67	76	47	4	119	138	230
2 TGO. LOCAL	79	86	43	3	124	146	235
3 YUNGUYO	68	75	37	4	118	140	230
PROMEDIO	71	79	42	3.6	120	141	232
<b>LOCALIDAD: ICHUPAMPA</b>							
1 AMARILLA (PUNO)	65	66	47	4	128	145	226
2 TGO. LOCAL	60	76	43	4	134	154	230
3 YUNGUYO	63	67	43	4	132	148	227
PROMEDIO	63	67	42	4	132	148	227

- Al iniciar la floración se presentó ataque severo de pulgones, las variedades en estudio mostraron susceptibilidad a las bajas temperaturas y sequía que se presentaron durante el ciclo vegetativo, un 26% de la población total mostraron tolerancia a estos fenómenos climáticos en la localidad de COPORAQUE; el período vegetativo se prolongó hasta 235 días en la Testigo Local.

- La cosecha se hizo los días 08-06-90 y 09-06-90, los análisis estadísticos no mostraron significación entre los tratamientos en cada localidad, con la variedad Yunguyo en la localidad de Ichupampa se logró obtener 20,361 kg/ha; en esta localidad el rendimiento promedio fue de 16,679 kg/ha y en Coporaque 13,712 kg/ha.

**Cuadro 6. Rendimientos por localidad (kg/ha)**

<b>VARIEDAD</b>	<b>COPORAQUE</b>	<b>ICHUPAMPA</b>	<b>PROMEDIO</b>
1 AMARILLA (PUNO)	15,000	13,805	14,402
2 TGO. LOCAL	13,861	16,472	15,166
3 YUNGUYO	12,277	20,361	16,319
PROMEDIO	13,712	16,879	
C.V.	41,79	27,95	

Los rendimientos promedio logrados por localidad en kg/ha:

	<b>COPORAQUE</b>	<b>ICHUBAMBA</b>	<b>CHUQUIBAMBA</b>
OLLUCO	4,583	1,845	7,956
OCA	8,437	6,137	5,500
ISAÑO	13,712	16,879	

Las variedades que destacaron por adaptación y producción por cultivo:

OLLUCO	Variedad PUNO (Amarillo)	11,951 kg/ha en Coporaque
OCA	Variedad JALUYO (Puno)	10,250 kg/ha en Coporaque
ISAÑO	Variedad YUNGUYO (Puno)	20,361 kg/ha en Ichupampa

#### **IV. CONCLUSIONES**

El porcentaje de brotamiento promedio fue de 46% en olluco, 57.1% en oca y 73% en isaño.

Los caracteres botánicos y fenológicos en oca, olluco e isaño se vieron afectados por efecto de la prolongada sequía y descensos de temperatura que ocurrieron en todas las etapas de desarrollo de los cultivos. Además se presentó un fuerte ataque de plagas, gusanos cortadores de brotes, Epitrix, y aphidos.

El período vegetativo de las tuberosas en estudio se alargó en oca a 200 días, en olluco a 230 días, en isaño a 229 días promedio. Las alturas de planta promedio fueron de 13 cm en olluco, 50 cm en oca y 42 cm en isaño. Es importante anotar que los rendimientos fueron bajos por la sequía y heladas frecuentes.

#### **VI. BIBLIOGRAFIA**

ARROYO VERGARA, J.R. Curso Estadística Experimental I.

REYES CASTAÑEDA, P. Diseño de experimentos aplicados a la agronomía, biología, química, industrias, Ciencias Sociales y Ciencias de la Salud.

SALIS, A. Cultivos Andinos ¿Alternativa alimentaria popular?

TAPIA, M. 1980. Manual de agricultura andina, IICA, La Paz, Bolivia.



## **DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION TRADICIONAL DE TUBERCULOS ANDINOS Y SU USO EN TRES COMUNIDADES DE LA PROVINCIA TAPACARI**

Ernesto VEIZAGA AMBAR

Egr. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. UMSS.

### **I. INTRODUCCION**

En los momentos actuales donde la crisis económica y los fenómenos naturales, agravan la situación del campesinado boliviano, principalmente del Altiplano y Cabeceras de Valle, en la que se concentra una economía campesina familiar de autosubsistencia, se han ensayado diferentes alternativas de desarrollo rural orientadas a la modernización tecnológica.

Actualmente poco se conoce el potencial productivo y el valor nutritivo de los tubérculos y granos andinos. Sin embargo la gran mayoría del campesinado andino sabe que no deben faltar estos alimentos en su alimentación y que además son de importancia vital para las ciudades alto andinas.

El trabajo de Tesis que se sintetiza aquí, se realizó en la provincia Tapacarí del Departamento de Cochabamba, con el apoyo del Proyecto Agroecología Universidad Cochabamba (AGRUCO) y bajo los siguientes objetivos:

- Cuantificar el germoplasma nativo de tubérculos andinos existentes en la zona.
- Determinar porcentualmente la superficie de tubérculos andinos dentro el sistema actual de producción campesina y el destino de esta producción.

### **II. MATERIALES Y METODOS**

El trabajo se realizó en tres comunidades de la provincia Tapacarí del departamento de Cochabamba: Rodeo, ubicada a 65 Km de la ciudad de Cochabamba, a una altitud de 3500 m.s.n.m., 165 Has con 26 Ha cultivadas en 89-90 por 55 familias, Chorojo situada a 60 Km de la ciudad de Cochabamba, a una altitud de 3600 m.s.n.m., 200 Has con 22.7 cultivados en 89-90 por 50 familias y Tres Cruces a 60 Km de Cochabamba y a una altitud de 3300 m.s.n.m., 462 Has con 24.3 cultivadas en 89-90 por 45 familias.

Los materiales que se utilizaron en el trabajo fueron los siguientes:

- Información estadística de la producción de tubérculos del departamento de Cochabamba.
- Material de encuestas específicas para la ecozona de Cabecera de Valle.
- Equipo de campo: Altímetro, flexómetro, huincha, balanza de campo, muestreador de suelos, cámara fotográfica, etc.

La metodología seguida para esta investigación se dividió en dos fases:

La primera fase de esta investigación, consistió en un diagnóstico macro de la producción de tubérculos andinos en base a encuestas dirigidas principalmente a determinar los problemas limitantes de la producción.

La segunda fase, es un estudio de casos de la producción tradicional de tubérculos andinos, en dos familias campesinas por comunidad, mediante entrevista informal, e investigación participativa de todas las actividades agropecuarias.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 1. Germoplasma existente en la zona estudiada

Se encontraron una cantidad relativamente pequeña de tubérculos andinos en las tres comunidades estudiadas (Cuadro 1)

**Cuadro 1. Variedades de tubérculos andinos**

<b>Oca</b> <i>Oxalis</i> <i>tuberosa</i>	<b>Color</b>	<b>Papalisas</b> <i>Ullucus</i> <i>tuberosum</i>	<b>Color</b>	<b>Isaño</b> <i>Tropaeolum</i> <i>tuberosum</i>	<b>Color</b>
1. K'ellu Kayara	Amarillo	1. Puka kopuru	Rosado con manchas amarillas	1. Kéllu isaño	Amarillo
2. K'ellu choliwa	Amarillo	2. K'ellu kopuru	Amarillo con puntos rosados	2. Puka chejchi	Rojo con manchas rojas
3. Kamusa	Amarillo	3. K'ellu lisas	Amarillo		
4. Titicoma	Amarillos y rojo				
5. Puka choliwa	Rojo				
6. Sauciri	Rosado				
7. Kulli oca	Morado				
8. Yurac choliwa	Blanco				

Fuente: Elaboración propia.

Se nota que el cultivo de la oca es más rico en número de variedades en relación a la papalisa e isaño. Estas variedades no son propias de las comunidades, tienen procedencias diferentes, sea de comunidades vecinas o de comunidades más alejadas como se muestra en el Cuadro 2.

La obtención de las semillas se la hace mediante el trueque y compra entre comunidades. La comunidad de Chorojo es la que tiene mayor número de variedades de tubérculos especialmente oca, las variedades Kulli y Sauciri se cultivan con más intensidad en relación con las otras dos comunidades.

Las superficies que ocupan las diferentes especies está encabezada por la papa que ocupa el 43.2 % como promedio de la superficie cultivada en la campaña 89-90 en las tres comunidades, le siguen en orden de importancia los cereales con 35.7%, luego la oca con 6.7%, posteriormente el maíz con 6.4%, en cambio la papaliza ocupa el 4.8 %; por último se encuentran la haba con 2.5 % y el isaño con 0.7 (Cuadro 3).

En síntesis, de un total de 40.6 ha cultivadas con diferentes especies en las comunidades estudiadas, sólo 5.1 ha son cultivadas con tubérculos andinos, ésta representa a un 12.2 % en cada comunidad.

**Cuadro 2. Procedencia de las semillas de tubérculos andinos para la siembra de la campaña 89-90 en las comunidades de Chorojo, Rodeo y Tres Cruces**

Variedad	Procedencia		Forma de obtención
	Comunidad	Provincia	
O C A			
K'ellu kayara	Chacapaya	Quillacollo	Trueque
K'ellu choliwa	Rodeo	Tapacarí	Propia
Kamusa	Chorojo	Quillacollo	Trueque
Titicoma	Chorojo	Quillacollo	Trueque
Puka choliwa	Tres Cruces	Tapacarí	Propia
Sauciri	Capillani	Quillacollo	Trueque
Kulli	Chorojo	Quillacollo	Trueque
Yurac choliwa	Rodeo	Tapacarí	Propia
PAPALISA			
Puka kopuru	Chacapaya	Quillacollo	Compra
K'ellu kopuru	Chapacaya	Quillacollo	Compra
K'ellu lisas	Rodeo	Tapacarí	Compra
ISAÑO			
K'ellu isaño	Rodeo	Tapacarí	Propia
Puka chejchi	Rodeo	Tapacarí	Propia

**Cuadro 3. Porcentaje de superficie que ocupan los diferentes cultivos en las comunidades de Chorojo, Rodeo y Tres Cruces**

Cultivo	Chorojo		Rodeo		Tres Cruces		x	
	Sup.	%	Sup.	%	Sup.	%	Sup.	%
Papa	20.5	45.3	17.6	41.9	14.6	42.3	17.6	43.2
Cereales	15.0	33.1	13.91	33.2	14.1	40.8	14.3	35.7
Maíz	2.1	4.6	2.85	6.8	2.7	7.8	2.5	6.4
Oca	3.4	7.5	3.74	8.9	1.3	3.7	2.8	6.7
Papaliza	2.3	5.1	2.7	6.4	1.02	2.9	2	4.8
Haba	1.7	3.7	0.85	2.0	0.6	1.7	1.1	2.5
Isaño	0.3	0.35	0.35	0.8	0.28	0.8	0.3	0.7
TOTAL	45.3	100	42	100	34.5	100	40.6	100

Fuente: Elaboración propia

## 2. Rendimiento de tubérculos andinos

En el siguiente cuadro se muestran los rendimientos de oca, papalisa e isaño en cada una de las comunidades estudiadas, en cultivo puro o asociado.

**Cuadro 4. Rendimiento de oca, papalisa e isaño en las comunidades de Chorojo, Rodeo y Tres Cruces en Tn/Ha**

Cultivos	Comunidades		
	Chorojo	Rodeo	Tres Cruces
Oca	15.26	16.43	16.1
Papalisa	12.2	13.95	13.05
Oca	16.01	17.15	16.82
Isaño	18.13	18.86	20.19
Papalisa	13.4	14.79	15.36
Isaño	18.86	19.95	20
Oca	14.45	14.48	15.72
Papalisa	13.26	14.06	13.83
Isaño	18	18.57	16
Oca	15	16.49	16.44
Papalisa	12.4	14.45	13.8

Variedades evaluadas: oca (K'ellu kayara), papalisa (Puka kopuru) e isaño (K'ellu isaño)

La evaluación de rendimiento se hizo en el piso altitudinal comprendido entre los 3400 m.s.n.m. por encontrarse mayor número de parcelas cultivadas en el sistema asociado en franjas con una pendiente que oscila entre 5 a 10 %. En cambio, en el piso altitudinal comprendido entre los 3700 a 4000 m.s.n.m. el sistema de cultivo asociado en franjas se practica muy poco debido a que las parcelas destinadas a los tubérculos andinos se encuentran en laderas con pendientes mayores 30 %.

En el Cuadro 4, se observa que la asociación del isaño con oca y papalisa aumenta los rendimientos de estas especies, esto se atribuye a la disminución del ataque de las plagas por la presencia del cultivo de isaño que contiene microsina y esencia de mostaza bencílica en las células de sus órganos vegetativos.

### 3. Usos alimenticios y medicinales de los tubérculos andinos

La producción de los tubérculos andinos es esencialmente para el autoconsumo y una pequeña parte de la producción de oca y papalisa es comercializada cuando hay buena producción; en cambio el isaño es estrictamente de autoconsumo.

1. La oca principalmente es consumida cuando está soleada, de esta forma, se pueden hacer conoser en agua (huathya) y piedra, las ocas recién cosechadas son usadas en la preparación de sopas.

El uso medicinal de la oca, según la versión de los ancianos y curanderos de la zona es: las variedades rojas son utilizadas como remedios caseros, por ejemplo, las variedades Kulli y Sauciriri sirven para refrescar heridas cuando se aplican en forma de cataplasma.

2. La papalisa es muy apetecida por la gente de las ciudades principalmente, el consumo de este tubérculo se concentra en los meses de abril a agosto; con este tubérculo se preparan sopas y "sajta de lisas" (ají de papalisa).

Las hojas de papalisa son una fuente importante de nutrientes (Cuadro 8) que los campesinos de la zona consumen cuando éstas están maduras, con ellas preparan una ensalada que se asemeja al preparado con la espinaca.

La papalisa, principalmente las variedades amarillas puras y rosadas son utilizadas para aliviar los ojos inflamados aplicados en forma cataplasma.

3. El isaño es consumido por gente seleccionada, entre ellos los ancianos, el isaño se debe hacer solear para disminuir ese olor característico del isaño, también se preparan sopas que recuerdan el sabor al lacayote.

El isaño consumido con frecuencia en ayunas evita el bocio y quita la acidez estomacal.

Entre otros remedios, el isaño cocido junto con perejil (*Petroselinum sativum*) y bebido en ayunas con zumo de limón (*Citrus limonia*) quiebran las piedras del riñon.

#### IV. CONCLUSIONES

El germoplasma nativo de tubérculos andinos existente en las zonas de estudio es relativamente pobre, los campesinos señalan que la semilla se va perdiendo año que pasa, el factor principal es el ataque de plagas y enfermedades, además de los cambios de hábitos de alimentación en las poblaciones andinas.

El cultivo de la papa ocupa la mayor superficie (43.2 %) de las tierras cultivadas en la campaña de 1989 a 1990. Los tubérculos andinos (oca, papalisa a isaño) ocupan solamente el 12.2% en cada comunidad. Los campesinos atribuyen este bajo porcentaje a la mala calidad de la semilla y a la baja aceptación en el mercado.

El rendimiento de los tubérculos andinos en el sistema de monocultivo es menor en relación al sistema asociado. La asociación en franjas de isaño con oca y papalisa eleva los rendimientos y la calidad de los tubérculos.

La producción de los tubérculos andinos es para el autoconsumo principalmente; si hay buena producción se destina a la comercialización.

Los tubérculos andinos son una fuente importante de carbohidratos y minerales que combinados con los granos andinos constituyen una buena alimentación para el campesino andino.

#### V. BIBLIOGRAFIA

ASOCIACION PARA LA INVESTIGACION, CAPACITACION Y TRANSFERENCIA HORIZONTAL DE TECNOLOGIA. 1987. Control de gusano blanco en papa. Efectos de barreras vegetales en el control del gusano blanco de la papa. Bogotá, Colombia. Notipracipa. p. 1-3

ESTRELLA, E. 1990. El pan de América, Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. ABYA-YALA. Quito, Ecuador. p. 141. 208.



**EVALUACION DE DOCE ECOTIPOS DE ARRACACHA O RACHACHA  
(*Arracacia xanthorrhiza* B) EN EL VALLE DE CAJAMARACA**

Santiago FRANCO<sup>1</sup>, Alfonso LLAJARUNA<sup>2</sup> y Juan UCEDA<sup>3</sup>

- 1: Coordinador Regional del Programa de Investigación en Cultivos Andinos-EEA y F. Baños del Inca-Cajamarca-Perú
- 2: Técnico del Programa de Cultivos Andinos EEA y F. Baños del Inca-Cajamarca-Perú
- 3: Técnico del Programa de Cultivos Andinos EEA y F. Baños del Inca-Cajamarca-Perú

## I. INTRODUCCION

Safford afirma que existen algunos restos arqueológicos de tumbas incaicas que parece representar a la arracacha. Este cultivo habría empezado a desarrollarse en épocas pre-incaicas. Bukasov afirma que la arracacha es la planta de cultivo más antigua de América.

La preservación de esta importante raíz andina es de suma importancia para el hombre de los Andes y es aprovechada por los niños y madres gestantes. Asimismo la arracacha crea en el infante su microflora intestinal. De la misma manera esta raíz contiene un almidón muy fino que es sabiamente utilizado por el hombre andino.

El 60 % de la producción nacional proviene del departamento de Cajamarca, se calcula que la superficie sembrada supera las 2.500 Has.

La Estación Experimental Agropecuaria y Forestal Baños del Inca, mantiene su Banco de Germoplasma (120 accesiones) debidamente caracterizado y evaluado; como una secuencia lógica de la investigación de este cultivo, se han seleccionado ecotipos sobresalientes durante las evaluaciones del Germoplasma mencionado.

Con el objeto de encontrar el ecotipo o ecotipos que mejor se adopten a nuestra Sierra Norte y que tenga la aceptación del poblador de esta parte del país, se ha realizado la evaluación de 12 ecotipos de arracacha en la campaña 1988-89.

## II. MATERIALES Y METODOS

La evaluación de los 12 ecotipos de arracacha se llevó a cabo en el campo experimental de Pampa Grande-Cajabamba, dependiente de la Estación Experimental Agropecuaria y Forestal Baños del Inca - Cajamarca, siendo sus características:

Altitud	: 2480 m.s.n.m.
Latitud	: 7°37'(s)
Longitud	: 78°4'(w)
Precipitación media anual	: 760.1 mm.
Precipitación	: 786.6 mm.
T° máxima anual	: 21.4
T° mínima anual	: 9.8
T° media anual	: 15.6

La evaluación se llevó a cabo, en la campaña agrícola 1988-1989; siendo la fecha de siembra: 30-11-88 y la cosecha el 27-10-89.

Las características experimentales que se utilizaron para la evaluación de la arracacha fueron:

Diseño experimental	:	B.C.R.
No de tratamientos	:	12 ecotipos de arracacha
No de repeticiones	:	4
Surco por parcela	:	2
Largo de surco	:	4
Distancia entre surcos	:	0.70 m
Distancia entre plantas	:	0.50 m

Se efectuaron un 1o y 2o deshierbe, como se realiza en la zona; creemos que el 1o deshierbo se realizó un poco tarde, lo que permitió que las malezas invadieran el ensayo; se efectuaron los riegos necesarios (6) para un normal crecimiento de la planta de esta especie, cabe aclarar que estos riegos fueron complementarios al agua de lluvias.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se muestra la clave de colecta, el nombre común con el que es conocido por el agricultor de la localidad colectada; asimismo, se indica la provincia y departamento de procedencia.

En el mismo Cuadro se muestra la altura de la planta promedio (x) de los ecotipos evaluados; observamos el escaso tamaño que alcanzaron los clones en estudio, este escaso crecimiento se debió a que el suelo era deficiente en materia orgánica y fósforo (8), asimismo por la irregularidad de lluvias, como podemos observar en el Gráfico No 1, en los meses de mayo y julio las precipitaciones fueron cero (0).

Realizados los Análisis de Varianza para el rendimiento de raíz en Kg/Ha., hemos encontrado diferencias significativas, entre ecotipos de arracacha estudiados; realizamos las pruebas de significación al 5 % (Duncan) la que se muestra en el Cuadro No 1.

De la misma forma se realizaron los Análisis de Varianza, para el No. de raíces promedio por planta, no encontramos diferencias significativas; en el Cuadro se muestran los resultados de la prueba de significación al 5% (Duncan).

Asimismo, evaluamos el grado de asociación entre rendimiento (Kg/Ha) y No. de raíces/planta, encontramos un coeficiente de correlación  $r = 0.50$ ; para el No. de raíces/planta y altura de planta encontramos un coeficiente de correlación  $r = 0.32$ .

**Cuadro 1.**

O.M.	CLAVE DE COLECTA	NOMBRE COMUN	LOCALIDAD	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	No. RAICES x PLANTA	ALTURA DE LA PLANTA x (cm)	RENDIMIENTO kg/Ha
01	4161-86	Granate	Succha	Cutervo	Cajamarca	6.50 a	29	18.090 a
02	4151-86	La Mishita	San Miguel	San Miguel	Cajamarca	6.50 a	25	16.571 ab
03	3773-86	Blanca	Guzmango	Contumaza	Cajamarca	6.25 b	21	13.340 abc
04	4346-86	Blanca	San Luis de Jancas	San Pablo	Cajamarca	6.50 a	24	13.161 abc
05	4313-86	Amarilla	Huancabamba	Huancabamba	Piura	8.25 a	30	11.875 bcd
06	3856-86	Morada	Tauquis	Chachapoyas	Amazonas	6.50 a	30	10.661 cd
07	4304-86	Blanca	San Antonio	Huancabamba	Piura	7.25 a	26	10.589 cd
08	4324-86	Espeima Blanco	Sorochuco	Celendín	Cajamarca	5.50 b	21	9.946 cd
09	4334-86	Negra	Guzamango	Contumaza	Cajamarca	5.50 b	25	9.464 cd
10	4307-86	Morada	Cataluco	Huancabamba	Piura	6.25 b	33	9.304 cd
11	4311-86	Amarilla	Cachacote	Huancabamba	Piura	5.25 b	24	7.268 d
12	3856-86	Amarilla	Palмира	Chachapoyas	Amazonas	5.25 b	26	7.116 d

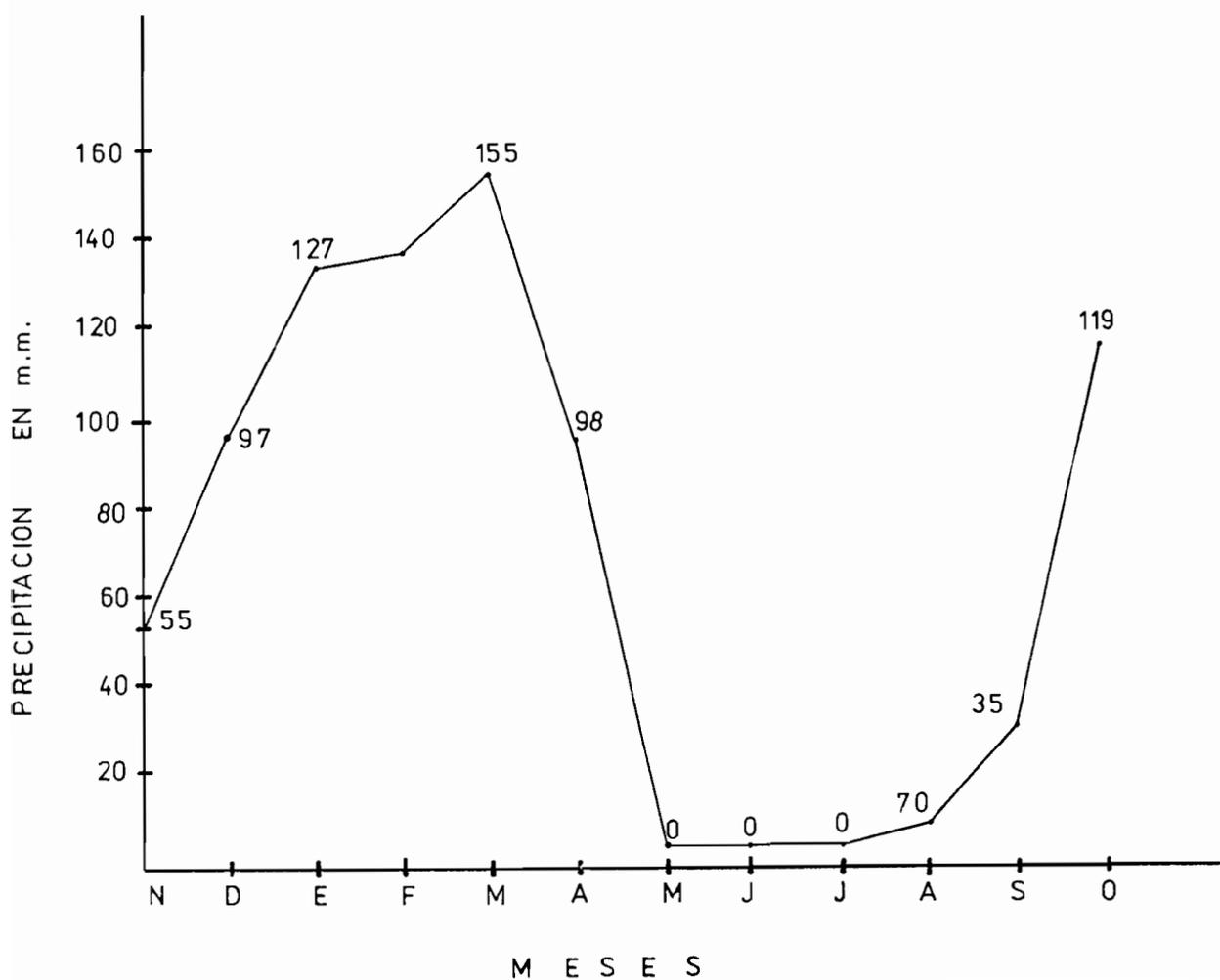
#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los ecotipos que mejor se han comportado son provenientes del departamento de Cajamarca.
- No se ha encontrado correlación entre altura de planta y número promedio de raíces.
- Se recomienda sembrar nuevamente este ensayo en diferentes zonas ecológicas, con el objeto de conocer mejor la verdadera capacidad productiva de los ecotipos en estudio.

GRAFICO Nº 1 .- PRECIPITACION EN mm. Durante el periodo vegetativo de ARRACACHA

LOCALIDAD: PAMPA GRANDE CAJABAMBA

1988 - 89



## VI. BIBLIOGRAFIA

- COLLASOS, C. et al. 1957. La composición de los alimentos peruanos. Lima-Perú. 38 p.
- FRANCO, S. 1987. Importancia de los cultivos nativos en el Perú (mimeografiado) E.E.A.F. Baños del Inca-Cajamarca-Perú.
- FRANCO, S. y RODRIGUEZ, J. 1988. Evaluación del germoplasma de arracacha o racacha (*Arracacia xanthorriza* Baner) en el Valle de Cajamarca. Memorias VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos -INIAP-Quito-Ecuador, pag. 247 - 252.
- FRANCO, S.; RODRIGUEZ, J., MACHUCA, L. 1989. Catálogo de colecciones de recursos fitogenéticos de la Sierra Norte del Perú 1985 - 1989. INIAA-Cajamarca-Perú.
- HERRERA, F. 1949. Plantas tropicales cultivadas por los antiguos peruanos. Revista del Museo Nacional (Lima) 11 (2): 179 - 195.
- HLATKY A y ROMERO F. 1988. Descripción agronómica del cultivo de zanahoria blanca (*Arracacia esculenta* D.C. Syn. *Arracacia xanthorriza* Baner). Memorias VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos INIAP- Quito-Ecuador. pag. 242 - 246.
- LEON, J. 1964. Plantas alimenticias andinas, Boletín Técnico No 6 IICA -Lima- Perú. 112 p.
- NATIONAL ACADEMY PRESS. 1989. Lost crops of the Incas - Washington D.C.
- PLASENCIA, G. y SANCHEZ, I. 1971. Ensayo comparativo de diez clones de arracacha (*Arracacia xanthorriza* Baner) en Cajamarca. Revista de Investigación U. M. Cajamarca-Perú, 73-86 p.
- PLASENCIA, G. y HUERTAS, V. 1986. Estudio fisiológico de la floración prematura en 52 clones de arracacha (*Arracacia xanthorriza* Baner). Anales V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. Puno-Perú.

## EL CULTIVO DE LA MACA (*Lepidium meyenii*, Walp) EN EL PERU

Oscar GARAY  
Apartado 411, Huancayo - Perú

### I. INTRODUCCION

Uno de los objetivos del Programa de Investigación en Cultivos Andinos del Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA), es la recuperación de cultivos poco estudiados; en base a este objetivo, en la Estación Experimental Agropecuaria Santa Ana - Huancayo, se ha elaborado un documento de propuesta de alternativas tecnológicas para el manejo del cultivo, basado en la experiencia de los principales "maqueros" de la Meseta de Bombón (4000 a 4300 msnm); documento que también sirve para proponer algunas líneas de investigación a fin de mejorar la tecnología del cultivo.

### II. REFERENCIAS HISTORICAS

Las diferentes referencias históricas indican que posiblemente el Perú sea el país principal donde se concentró el cultivo de la maca (*Lepidium meyenii*, Walp.), donde se la relaciona incluso con la etimología de ayarmaca y se indica que según el diccionario de Holguín la voz ayar es la de quinua silvestre, y la voz maca puede estar relacionada con el cultivo de *Lepidium*. Así, se cita una serie de referencias como la de Fray Domingo de Santo Tomás, que define a la maca como "unos nabos para comer"; Cobo es el que informa con mayor amplitud indicando que: "solo en la provincia de Chinchaycocha, diócesis de Lima, se halla la raíz llamada maca en la lengua de los naturales de aquella tierra", complementa diciendo que "por mantenerse los naturales con esta raíz no solo van a menos, como en las demás provincias frías del Perú, sino que multiplican cada día más, para lo cual dicen tener virtud estas raíces". Vásquez de Espinoza narra que en la fría región de Chinchaycocha "Solo se da una raíz de hechura de nauo como hogasuela que los indios llaman macas". Al hablar de la provincia de Castrovirreyna menciona que los naturales sembraban macas "Que son nabos pequeños". También se cita al botánico Hipólito Ruiz en los años de 1777 - 1778, quien indica la presencia de la maca Carhumayo, Tarma, Ondores, Ninacaca y anexos de 3 curatos. Hasta aquí las punas de la cordillera central parecen ser el lugar ecológico de la maca, sin embargo se cita a Wabebauer, en su recorrido de la cordillera occidental, entre Candarave "Tacna" y Carumas (Moquegua), en una altura de 4500 mets. ubicado el *lepidium meyenii* en su estado silvestre.

El profesor Jean Vellard menciona a la maca como una planta cultivada en el desaguadero (Puno), en el siglo pasado, que ha ido desapareciendo paulatinamente.

Jorge León (1964) refuerza la presencia de maca alrededor del Lago de Junin, y amplía el habitat del cultivo a regiones como Jarpa, al oeste de Huancayo.

Salazar Vera (1984), en una parte de sus relatos sobre los montoneros indica que "los altiplanos de Junin y Bonbón, por su elevada altitud geográfica, hay carencia de cereales y tubérculos y los habitantes de aquellas lugares supieron reemplazarlos perfectamente por otros autóctonos como la maca (*Lepidium meyenii*)".

Finalmente, Rostworowski (1975) describe a la maca como una planta de la ecología de puna que tiene un interés especial por sus supuestas virtudes fecundantes, era un objeto de tributo de Chinchaycocha. El monto era bastante elevado pues consistía en 300 cargas de a media fanega cada una durante el año, cifra superior a la remesa de papa que sólo alcanzaba a 100 cargas. También indica que los españoles posiblemente "Empleaban para aumentar la fertilidad y la reproducción de los animales desde Europa" y añade que "no cabe duda como lo afirma SAUER, que su cultivo actual es un rezago de la forma más antigua de la agricultura de las altas regiones andinas y quizás anterior a la siembra de la variedad de papa llamada Shiri, resistente a las heladas y que sirve para la preparación de chuño."

### III. CLASIFICACION TAXONOMICA (1)

Es una típica planta de puna, cuya clasificación es la siguiente:

DIVISION :	Fanerógamas o antofitas.
SUB-DIVISION:	Angiospermas
CLASE:	Dicotiledóneas
SUB-CLASE:	Arquidamides
ORDEN:	Readales
FAMILIA:	Crucíferas
GENERO:	Lepidium
ESPECIE:	<i>Lepidium meyenii</i>
NOMBRE COMUN:	Maca, macca, Dr. Macasi

### IV. VALOR ALIMENTICIO

Se informa, que en promedio los tres colores o ecotipos principales (blanco, morado y amarillo), contienen: 59% de humedad, 3,88% de proteínas, 0,22% de grasa, 3,10% de fibra, 2,21% de cenizas, y 31,88% de carbohidratos, al que otros autores adicionan: Riboflavina o Pro-vitaminas B2 (151.46 mg), 1.14 mg. de piridoxina o vitamina B6, 5.65 mg de niacina, ácido dianhidrico 5.65 mg, fósforo 250, 10 mg, fierro 34,9 mg/kg, calcio 707,73 mg>/kg, y vitamina C, 3.10 mg; en base a 70.96% de humedad.

### V. CARACTERISTICAS AGRONOMICAS (1-10)

#### 1. Habitat y ecotipos

Se adapta a ecosistemas comprendidos entre los 3.800 - 4.200 msnm, mejor con mayor precipitación pluvial (sin llegar a niveles de encharcamiento). Los ecotipos principales diferenciados por su color son: amarillo, morado, mixturas, blanco, plomo, negro y rojo.

#### 2. Suelos

Es un cultivo exigente en suelos, los que deben ser de textura franco a franco arcilloso, no recomendable en suelos inundables y arcillosos.

#### 3. Preparación de tierras

Preferible terrenos vírgenes, luego en rotación con papa, actividad que se realiza en marzo - abril o agosto - septiembre, limpiando, roturando y desterronando el terreno, completamente con el recojo y quema de residuos vegetales.

#### 4. Siembra

En el periodo de lluvias (septiembre - octubre), utilizando semilla de buena calidad, a una densidad de un "charpo" (100 gr.)/100 m<sup>2</sup>, distribuyéndola al voleo y en forma uniforme, en el campo.

#### 5. Fertilización

El cultivo se caracteriza por ser muy extractivo de nutrientes, responde bien a niveles de 100-40-20 de NPK, con adición de materia orgánica (2 - 5 Tn/Ha).

#### 6. Labores culturales

Sólo control de malezas si es necesario.

## 7. Cosecha

Se realiza de mayo a junio, cuando las hojas del cultivo se amarillan, utilizando herramientas como el "chasho", picotas y otros, con los que se saca la maca como a la zanahoria, cuidando que no moje la lluvia. A medida que se va sacando el producto, éste se va depositando al borde del campo, o en la casa tapándolo luego con mantas o tolderas por un periodo de 5 a 8 días para acelerar el amarillamiento foliar.

## 8. Secado

Luego del amarillamiento foliar, se selecciona por tamaño, y se extiende para el secado al sol, recogiendo todos los días en la tarde, evitando las lluvias. El proceso dura de 20 a 30 días, finalmente se deposita en el "atillo" de la casa.

## 9. Producción de semilla

El proceso se inicia con la selección de las raíces más grandes, libres de plagas y enfermedades, así como de daños mecánicos; para de inmediato sacar el follaje a la sombra y acomodarlos en la "Cámara de brotamiento" hasta que ejeran las primeras hojas, estado en que pueden ser transplantados en campos definitivos, ricos en materia orgánica, distanciados unos de otros de 20 a 30 cm., cuidando que no le caiga la helada. Después de 6 a 7 meses se cosecha la semilla botánica.

## 10. Plagas y enfermedades

La plaga más importante es el "gorgojo de los andes".

## 11. Usos

Las formas más comunes son la watia, maca seca sancochada, jugos, refrescos, galletas, dulces, etc.

## VI. PROPUESTAS DE INVESTIGACION

- Producción de semilla en zonas altas y valles interandinos.
- Capacidad extractiva de nutrientes del suelo.
- Uso de herbicidas para control de malezas.
- Densidad de siembra.
- Caracterización del cultivo.
- Transformación primaria e industrialización.

## VII. BIBLIOGRAFIA

CORDOBA, L. VILCNEZ, J. El cultivo de la maca (*Lepidium Meyenii*) 10 pp.

LEON, A. 1964. Plantas alimenticias andinas, boletín técnico No. 6. Junio. IICA. LIMA, PERU. pp. 43-46.

ROTWORKY, M. 1975. Los aymaras, Casa de Museo de Colón, Valladolid, pp. 4-10.

ROTOWOROSKY, M. 1975. La "visita" a Chinchaycocha de 1549. Huayacayo, pp. 75-76.

SALAZAR, V. 1984. Guerrillas o montoneras de los altiplanos de Junin y Bombn 1810-1824, Lima. pp. 30.

HOOVER, M. 1989. Maca reina alto andina, boletín técnico Huancayo, PERU, p. 14.

GARAY, C. 1990. Fertilización por ecotipos en maca. Informe final de investigación en cultivos andinos, campaña 1988-89 INIAA -EEA, Santa Ana Huancayo, Perú, pp. 54-58.



# **M I S C E L A N E O S**

**CLIMA**

**SUELO**

**CAMELLONES**

**NUTRICION**

**OTROS**



## LOS RIESGOS DE HELADA EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO

Ph. LE TACON<sup>1</sup>, J.J. VACHER<sup>1</sup>, M. EL DIN<sup>1</sup>, E. IMAÑA<sup>2</sup>

1: ORSTOM, C.P. 9214, La Paz-Bolivia

2: SENAMHI, C.P. 10993, La Paz-Bolivia.

### I. INTRODUCCION

Las crónicas del siglo XVI y XVII, recalcan ya la importancia de las heladas, como un factor limitante de la producción agrícola. La influencia de estas sobre el rendimiento de los cultivos y en particular para la papa, está corroborada por las afirmaciones de los campesinos, las observaciones de los técnicos y algunos trabajos científicos (Frere et al., 1975; Vacher et al., 1988).

Sin embargo, a pesar de su importancia, en el Altiplano Boliviano, aún no existe un análisis preciso de las heladas y de su influencia en la agricultura. Por eso este tema fué considerado como principal del estudio agroclimatológico del Altiplano Boliviano. En el presente trabajo serán presentados los primeros resultados sobre intensidad, heterogeneidad espacial (regional y local) y riesgos de heladas, también se darán factores explicativos de la ocurrencia de heladas.

### II. INTENSIDAD Y HETEROGENEIDAD ESPACIAL DE LOS RIESGOS DE HELADAS

#### 1. Análisis Frecuencial de los Riesgos de Heladas

En el Altiplano, el desarrollo vegetativo de muchos cultivos, corresponde al periodo entre la última helada de primavera y la primera helada de otoño. Este periodo libre de heladas varía mucho según la sensibilidad de los cultivos y de las variedades. Es por esta razón que se ha escogido un cultivo de estudio que sea de gran importancia en la zona, tal es el caso de la papa dulce (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*) y la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd).

Según la bibliografía (Ventskevitch, 1958; Li y Palta, 1978) y la experiencia de campo, se ha admitido, para la variedad Sani Imilla (variedad muy divulgada en el Altiplano) una destrucción de la planta a -3 °C, durante el crecimiento vegetativo hasta la floración y a -2 °C después de la floración. Para la quinua se admite una temperatura límite de -5 °C (sin embargo, existen variedades de quinua que resisten a temperaturas mucho más bajas en estado de plántula).

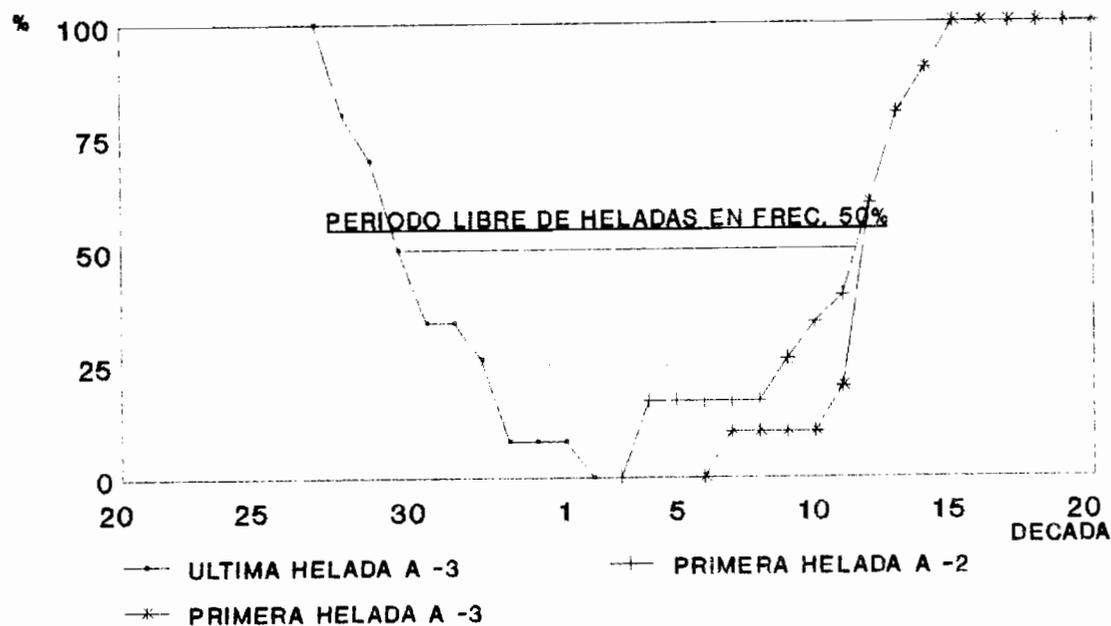
Para el análisis frecuencial de los riesgos de heladas, se utilizaron los datos diarios de 15 años de registros (1973-1988) de 14 estaciones del Altiplano Norte y Central del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Según 4 años de datos diarios de temperaturas mínimas a 1,50 m. y a 0,35 m., de dos estaciones meteorológicas automáticas del Altiplano. Se consideró una diferencia promedio de 1 °C entre la temperatura mínima en la caseta y a nivel del cultivo.

Se determinó el riesgo de helada con un análisis frecuencial de la ocurrencia de una temperatura inferior a la temperatura límite, por un periodo de 10 días. La Figura 1, representa la frecuencia de la primera helada (curva derecha) y la última helada (curva izquierda), por décadas para el cultivo de papa en la estación de Viacha (30 km. al sur de La Paz).

Se observa muy nítidamente la intensidad del riesgo de helada. Solamente 20 días al año están exentos de este riesgo. El periodo libre de heladas, con un riesgo de 25 % se reduce a 100 días, en el caso de riesgo de 50 % es de 100 días. Sabiendo que el ciclo de la papa, después de la emergencia es de 135 días, este cultivo tiene, en esta estación, una probabilidad de más del 30 % de que su desarrollo sea interrumpido por una helada. Considerando que un año de cada cinco el periodo libre de heladas puede ser inferior a 100 días, puede también ser superior a 200 días. Esta gran variabilidad interanual, dificulta la adaptación de estrategias agrícolas.

La diferencia de frecuencia en el otoño, entre una helada a -2 °C y una helada a -3 °C, subraya el interés de investigar técnicas de lucha, aunque sencillas, que podrían hacer elevar las temperaturas mínimas en 1 °C, lo que permite ampliar notoriamente el ciclo del cultivo.

Figura 1. Frecuencia de heladas para el cultivo de la papa en Viacha



## 2. Heterogeneidad Regional de los Riesgos de Heladas

Los riesgos de heladas son muy intensos en el Altiplano boliviano, sin embargo presentan, una gran heterogeneidad regional, como lo muestran el Cuadro 1 y la Figura 2.

Según un gradiente Norte-Suroeste de aumento de heladas y según la influencia del lago Titicaca, se diferencian 4 grupos de estaciones (Vacher e Imaña, 1989).

Grupo 1: Estación de Copacabana. Para esta estación, situada en el borde del lago Titicaca, los riesgos de heladas son casi inexistentes, lo que permite sembrados muy precoces, esta influencia del lago es muy localizada (Vacher *et al.*, 1991).

Grupo 2: Estaciones de Tihuanacu, Oruro, Caracollo, Patacamaya, Viacha, Huarina, Collana y El Alto. Para estas estaciones la papa tiene 1 posibilidad entre 2 de terminar normalmente su ciclo, y la quinoa tiene 6 posibilidades entre 10. El período libre de helada, uno de cada dos años para la papa, se sitúa alrededor de 130 días y 1 año sobre 3 hiela en el mes de febrero.

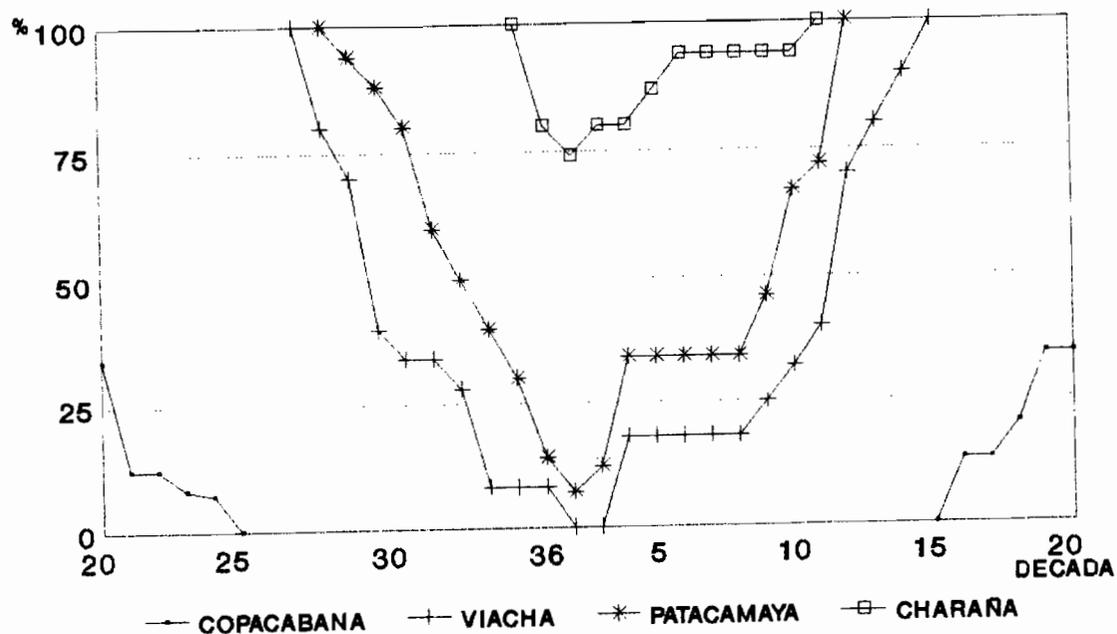
Grupo 3: Estaciones de Belén, Comanche, Ayo-Ayo, Calacoto. Para estas estaciones la actividad agrícola es muy arriesgada. La duración del período libre de helada para la papa, 1 año entre dos es alrededor de 60 días. Si bien Comanche, Ayo-Ayo y Calacoto son estaciones del Altiplano central, El Belén a pesar de su ubicación en la cercanía del lago, tiene temperaturas muy bajas que muestran riesgos elevados de heladas debido a la proximidad de la cordillera. Sin embargo el efecto negativo es menor, por la humedad reinante que aminora el daño a los cultivos.

Grupo 4: Estación de Charaña. El período promedio libre de helada para la papa se ha reducido a 2 días! La agricultura aquí es casi imposible si no es en condiciones muy protegidas.

**Cuadro 1 : Características de diferentes estaciones del Altiplano.**

ESTACION	P90	P120	Q150	P50%
AYO-AYO	20	10	25	56
CALACOTO	45	15	62	65
CARACOLLO	75	60	55	124
CHARAÑA	7	0	55	2
COLLANA	85	85	92	174
COMANCHE	20	7	40	49
COPACABANA	100	100	100	360
EL ALTO	90	72	92	160
EL BELEN	40	25	35	58
HUARINA	77	65	65	153
ORURO	70	40	50	109
PATACAMAYA	62	45	70	114
TIHUANACU	60	45	55	113
VIACHA	82	70	82	164

P90: Probabilidad de tener 90 días libres de heladas para la papa.  
 P120: Probabilidad de tener 120 días libres de heladas para la papa.  
 Q150: Probabilidad de tener 150 días libres de heladas para la quinua  
 P50%: Promedio de días libres de heladas para la papa.

**Figura 2. Frecuencia de heladas para el cultivo de la papa en 4 estaciones del Altiplano.**

### 3. Heterogeneidad Local de los Riesgos de Heladas

Las temperaturas mínimas fueron analizadas en diferentes parcelas de agricultores en la comunidad de Antarani (80 km al sur de La Paz) durante la campaña agrícola 1988-1989. Se observaron diferencias marcadas de riesgos de heladas según la posición topográfica y el tipo de suelo. Parcelas ubicadas en la pendiente, mostraron temperaturas mínimas de 3 a 7 °C más elevadas que las de las parcelas de pampa. De las 70 parcelas estudiadas, la posición topográfica, explica el 50 % de las variaciones de temperatura mínima.

La comunidad de Antarani, presenta una gran diversidad de suelo, desde suelos muy arenosos, pedregosos hasta suelos limosos y arcillosos. Las diferencias de temperaturas mínimas observadas entre los suelos franco arenosos muy pedregosos (los más calientes) y los suelos arenosos limosos (los más fríos) son de 1 a 2 °C. Es interesante notar la concordancia que existe entre las temperaturas mínimas y la clasificación de suelos de los campesinos según los riesgos de heladas.

Esta importante heterogeneidad local de los riesgos de heladas, es muy conocida y utilizada por los campesinos. Las fechas de siembra y las variedades de papa varían según las características "frías" de las parcelas.

### 4. Factores Explicativos de la Ocurrencia de una Helada

Las Figuras 3 y 4, representan las relaciones entre la temperatura mínima, el balance radiativo nocturno (Rn) y la Humedad Relativa del día anterior. Estas Figuras se basan en el análisis de datos de 660 noches, durante la estación de cultivo desde 1986 hasta 1991. Se calcularon los promedios e intervalos de confianza para 5 rangos de temperatura. La observación de las Figuras conduce a los siguientes comentarios:

- Las heladas en el Altiplano, son principalmente de origen radiativo, el aumento del déficit radiativo nocturno (Rn), corresponde a una disminución de la temperatura mínima.
- La Humedad Relativa nocturna y mínima del día anterior, están muy relacionadas con la temperatura mínima. La disminución de la Humedad Relativa, corresponde a un aumento del déficit radiativo nocturno por una disminución de la radiación atmosférica y una disminución del aporte de energía por condensación del vapor de agua.

El análisis de los datos meteorológicos muestra que la ocurrencia de heladas, durante la época agrícola se produce con una disminución notable y muy rápida de las temperaturas mínimas. Se observan diferencias de 3 a 6 °C en la temperatura mínima de un día al otro. Estas variaciones de gran amplitud, corresponden a advecciones de aire seco provenientes del Sur Oeste. Estas relaciones entre heladas y movimientos regionales del aire podrían, talvez permitir una predicción de heladas a mediano plazo y desarrollar así métodos efectivos de lucha.

3: Relación entre Tmin., Rn noct. y H.noct para Patacamaya.

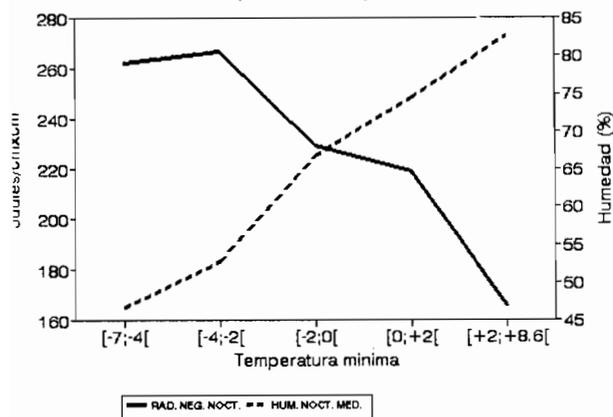
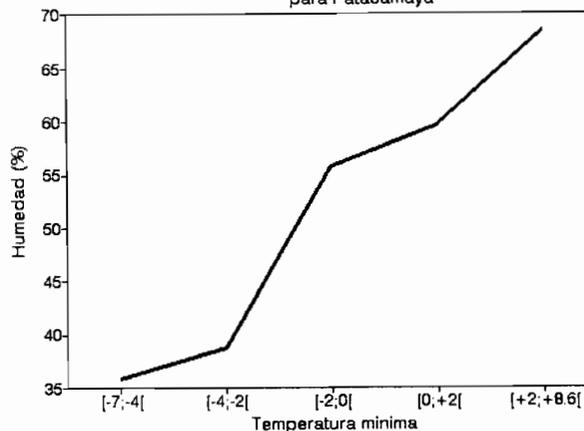


Fig. 4: Relación entre Tmin. y H.med. del día-1 para Patacamaya



## II. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos mostraron la importancia y la intensidad de los riesgos de heladas en el Altiplano Boliviano, con una gran heterogeneidad. La amplitud de la variación local de las temperaturas mínimas, debida principalmente a la posición topográfica y al tipo de suelo de las parcelas, permiten al agricultor dispersar los riesgos de heladas. Esta heterogeneidad local, conduce a considerar las informaciones de las estaciones meteorológicas, como datos de referencia a nivel regional, pero no representativos de todo el espacio agrícola cercano. El uso de la información de las imágenes infrarrojas nocturnas del Satélite NOAA, permitirán precisar la heterogeneidad espacial de los riesgos de heladas.

Las heladas en el Altiplano, son principalmente de origen radiativo, el déficit radiativo nocturno, está muy relacionado con la temperatura mínima. Sin embargo, la ocurrencia de estas heladas radiativas, corresponden a advecciones de aire seco. los riesgos de helada en el altiplano boliviano

## IV. BIBLIOGRAFÍA

- CELLIER P. : 1982 - Contribution à la prévision des températures minimales nocturnes en condition de gelées de printemps. Etude de l'évolution des températures de l'air et du sol au cours de la nuit. Thèse de docteur-ingénieur INAPG, Paris, 138 p.
- COBO B.: 1953 - Historia del nuevo mundo, Ed. Biblioteca de los autores españoles, Madrid 1956, vol 1, pp 66-81.
- FRERE M. et al: 1975 - Estudio agroclimatológico de la zona andina. Proyecto institucional FAO/UNESCO/OMM en agroclimatología, Roma, 375 p.
- LE TACON Ph.: 1989 - Manifestation des risques climatiques à l'échelle de l'exploitation agricole, conséquences sur les pratiques paysannes - cas de l'altiplano bolivien. Mémoire d'étude ENSSAA, CNEARC, Dijon, France, 130 p.
- LI P. y PALTA J.P.: 1978 - Frost hardening and freezing stress in tuber-bearing *Solanum* species. In: LI y SAKAI (ats). Plant Cold Hardiness and Freezing Stress. New York, U.S.A., 49-71.
- RONCHAIL J.: 1989 - Advecciones polares en Bolivia: caracterización de los efectos climáticos, Bull. Fr. Et. And., XVII, 1, 49-56.
- VACHER J.J.: 1988 - Agroclimatología del altiplano, informe final., tomo 2 Ed. ORSTOM, Paris.
- VACHER J.J., LIBERMAN M., y DE THUY E.,: 1991 - Influencia del Lago Titicaca en la agricultura litoral In: Estudios del Lago Titicaca. En impresión.
- VENTSKEVICH G. Z.: 1958 - Agrometeorology. Translated from russian by the Israel Program for Scientific National Science Foundation OTS 60-51044, 1961.



## EL FRIO Y LA SEQUEDAD: DIFICULTADES EN LAS EVALUACIONES CLIMATICAS DEL ALTIPLANO DE PERU Y BOLIVIA

Pierre MORLON<sup>1</sup>, Jean VACHER<sup>2</sup>

1: INRA, Francia

2: ORSTOM-SENAMHI, Bolivia.

"...porque en aquel valle del Cuzco... y otro comarcanos, y en cualesquiera otros que sean del temple de aquéllos, es muy riguroso el hielo, por ser tierra fría, y daña más al maiz que a otra mies o legumbre, y es de saber que en aquellos valles hiela todo el año, así de verano como de invierno, como anochezca raso,... Viendo los indios a prima noche el cielo raso, sin nubes, temiendo el hielo, pegaban fuego a los muladares para que hiciesen humo, y cada uno en particular procuraba hacer humo en su corral; porque decían que con el humo, se escusaba el hielo, porque servía de cobija. como las nubes, para que no helase." (GARCILASO DE LA VEGA, 1608, libro VII, cap. 5)

"...otro efecto de no menor admiración,... es un trueco, y cambio que la tierra llana (la Costa) hace con su vecina la Sierra que con no ser mucha la distancia que hay de la una a la otra, cuando en la Sierra es verano es en los Llanos invierno, y por el contrario, cuya consideración causa gran confusión a los que no procuran especular las causas de las cosas. (...) y al tiempo que dura este llover llaman invierno los Serranos; por gozar escasamente de la presencia del Sol puesto que pasa por encima de ellos, y por esto no hace tanto frío, ni con gran parte esta temporada que llaman invierno como hace en la que tienen por verano. Volviendo el Sol a pasar otra vez la Equinocial vase acercando al Trópico de Cancer, y por la misma razón alejándose de esta tierra que llaman Llanos... Y así... se osan meter las nubes sobre su territorio tan densas, y espesas... Pues el tiempo que lo tal en esta tierra acontece es llamado invierno y en la sierra verano donde (por el apartamiento del Sol que camina sobre el otro Trópico) hace mucho frío puesto que no llueve...! (Miguel CABELLO VALBOA, 1586, 3era parte, cap. 4).

"(...) la tierra *yunca* es todo el año muy caliente y húmeda, la Sierra muy fría y seca, y los Llanos templadamente calientes y húmedos, con más notable diferencia de invierno y verano que las otras dos;...

...Su temple [de la Sierra], generalmente hablando, es seco y frío todo el año con gran extremo, mayormente los tres meses del invierno (...) pero es menester todo el año, por el rigor del frío y sequedad, que la olla que se ha de comer a mediodía se ponga a cocer desde prima noche. El aire está tan seco, que al desnudarse la persona de noche para acostarse y al sacudir las frazadas de la cama se encienden y saltan muchas centellas, y al decir misa es menester muy gran tiento en el frangir la hostia, porque esta sequisima como una yesca y suelen saltar muchas partículas (...)

...Y con todo eso, el aire y temple de sobre las aguas de la Sierra es tan seco como el que baña las tierras de sus riberas, como lo experimentan los que navegan la gran laguna de Chucuito, que está en lo más frío y seco de la Sierra.

...que dividamos toda la Sierra en algunos grados o andenes, según la altura y calidad de cada uno,... el primero, comenzando por lo alto de la Sierra,... que llamamos en el Perú *Puna* brava... es por extremo fría y seca, con ser la más abundante de aguas del cielo y de la tierra de toda la Sierra; ...De las cumbres de las cordilleras nevadas bajan innumerables arroyos, que se forman de la nieve que continuamente se va derritiendo con los recios soles que hace,...

...nevando tanto, que a veces crece sobre la tierra medio estado [un metro] y más la nieve, no dura mucho tiempo sobre ella sin derretirse, como acaece en Europa. ...se responde ser la causa el gran ardor de los rayos del sol... si bien es verdad que ayuda mucho para que no se hiele el agua de los ríos y lagos ser las noches casi iguales con los días y no tan largas en ningún tiempo del año como las de invierno de Europa,... Con todo eso, no dejan de helarse, ...riachuelos que llevan bastante agua para moler una y dos ruedas de molina; pero no están helados más que desde la ocho o diez de la noche hasta las diez horas del día, que ya los rayos del sol empiezan a cobrar fuerzas.

... si no tuviéramos aquí tan cercano el sol y los días fueran tan cortos como los del invierno de Alemania, no se pudieran habitar estas *punas*. (...)

Al segundo grado y andén,... que también llamamos *puna* y *páramo*,... porque es del mismo temperamento que la primera : frío y seco, aunque en grado más remiso, pero no de manera que deje de helar muy bien; y así muchos años abrasan las heladas las sementeras de *quinua*, *papas*... que aquí se siembran.

En lo cual sucede... que con ser las laderas más frías que los llanos que están al pie de ellas, respecto de estar más altas, con todo eso están más expuestos los sembrados de lo llano a hielos que los de las laderas; y la causa es porque el hielo asienta mejor cuando hace la noche serena y sin vientos, y como en las cuevas y laderas de los cerros casi nunca deja de soplar algún viento, con él se defienden de las heladas los sembrados. Lo mismo acontece en la tierra llana que es airosa, respecto de la que no lo es, que helando muchas veces en esta segunda, no hiela en la primera, por no dejar lugar los vientos a que se siente el hielo. También acontece helarse en una noche todos los panes de una gran vega, y quedar una mancha en medio a que no tocó el hielo, por haberse puesto al tiempo de caer la helada alguna nube sobre el lugar, que lo hizo abrigo y amparo contra el hielo.

Es mucha tierra que participa de este segundo temple de Sierra, porque se incluyen en él las grandes llanadas del Collao y muchos valles y laderas... Hace todo el año frío, de manera que se bebe bien fría el agua;.. en cualquier tiempo del año se siente frío a la sombra, mayormente si corre viento, y mucho más de noche; porque todas la del invierno yela, y las del verano cuando se serena y arasa el cielo.

...bajando de lo alto a lo bajo de la Sierra, se sigue el tercero andén y grado della,... El temple es frío y seco en grado más remiso que en el segundo andén;...

La tierra del cuarto grado y temple de Sierra es templada sin notable frío ni sequedad;...

(...) el temple de cada grado es de tal calidad, que el que decimos ser frío se ha de entender que lo es todo el año, y el caliente también, y ni más ni menos los que ponemos por templados; porque no hay en toda la Sierra variedad de calor y frío con las mudanzas de invierno y verano, que se experimenta en España y en las demás tierras que caen fuera de la tórrida zona." (Bernabé COBO, 1653, Libro II, caps. 7,8 y 9)

Las descripciones del clima de estos cronistas de los siglos XVI y XVII, confirmadas por los grandes viajeros de los siglos XVIII, XIX y XX (Von Humboldt, Carl Troll), **tienen interpretaciones muy claras:**

- El análisis y la descripción del Clima parecen dificultosos ("verano frío", "invierno muy soleado", etc...) y no pueden referirse a los conceptos tradicionales de temperaturas definidas por otros climas, el empleo de los mismos crea confusiones.

- El frío nocturno y la sequedad del aire son descritos como las principales características del clima del Altiplano; muestran grandes variaciones espaciales y asociaciones muy particulares (aire seco en zona de laguna y aunque llueva, frío nocturno intenso con días muy soleados, zonas bajas bastante más frías que zonas altas).

- Las heladas se presentan como el principal factor limitante de la agricultura, pueden ocurrir todo el año cuando el cielo se despeja y cesa el viento, estas heladas son descritas como siendo de tipo radiativo y son combatidas por los campesinos con humo.

Estas particularidades del clima del Altiplano llevaron a los científicos a conclusiones erróneas sobre la clasificación del clima del Altiplano (como húmedo o muy húmedo, frío, etc...) y sobre el origen de las heladas (advecciones polares).

### De dónde vienen tales clasificaciones y explicaciones equivocadas?

- Uno de los principales errores sobre la evaluación agroclimática del Altiplano aparece cuando se califica la humedad del clima para los cultivos. Los modelos utilizados se basan sobre estimaciones de la evapotranspiración potencial (ETP) según fórmulas empíricas no verificadas, a casi 4000 m de altura. El principal determinante de la evapotranspiración es la radiación neta ( $R_n$ ), sea el resultado del balance radiativo. Este muestra en el Altiplano Boliviano, características muy particulares. La altura se traduce por una radiación solar global ( $R_g$ ) muy alta, teniendo un promedio anual superior a 9 mm/día, (se convirtió la energía radiativa en evaporación de agua), pero paradójicamente con una  $R_n$  moderada (Vacher et al. 1989) de 3,2 - 3,5 mm/día, debido a una radiación atmosférica reducida por la altura y la sequedad del aire. Los valores obtenidos a partir de la fórmula de Penman, fórmula reconocida por su precisión y su universalidad (Seguin et al., 1982), y con mediciones de  $R_n$ , son del orden de 1100 a 1200 mm/año, para el Altiplano Norte y Central de Bolivia. Los valores de ETP, según una estimación de  $R_n$ , son superiores a 1600 mm/año. Al contrario, una muy fuerte subestimación de la ETP se produce con el uso de la fórmula de tipo Thornthwaite, que utiliza como criterio principal la temperatura media. La subestimación que hemos encontrado es superior a 50%, como lo habían mencionado (FRERE et al. (1975) y Banegas y Morlon (1980).

Hay que señalar que la ETP en el Altiplano muestra amplitudes intra-anales reducidas debido a la coincidencia entre el verano astronómico (con máximo factor radiativo) y la época de lluvia (con mínimo factor evaporativo del aire). La estimación de la ETP a partir del tanque de evaporación, puede conducir a errores muy importantes. La ubicación general del tanque en un entorno con mucho suelo desnudo favorece el aumento de la evaporación por advecciones de aire muy seco. El coeficiente de corrección es de 0,6 a 0,7 para la mayoría de las estaciones en el Altiplano Boliviano (Vacher y Atteia, 1988).

La caracterización de la "humedad" del clima para los cultivos y la evaluación del balance hídrico y de las necesidades de riego tienen evidentes implicancias para la política agrícola.

- Otros errores aparecen a veces en la caracterización térmica del Altiplano. El clima para el agricultor se divide principalmente en una temporada seca y una temporada de lluvia. Sin embargo, las temperaturas mínimas muestran una variación intra-anual muy marcada. Los promedios mensuales son inferiores a  $-6^{\circ}\text{C}$  en junio-julio y superiores a  $4^{\circ}\text{C}$  en diciembre-enero, lo que determina naturalmente riesgos de heladas muy distintos. Las temperaturas medias mensuales varían también de  $2^{\circ}\text{C}$  a  $10^{\circ}\text{C}$ . Esta variación se deba a las diferencias de temperatura mínima. En efecto, las temperaturas máximas muestran poca diferencias durante el año, los promedios mensuales son superiores a  $14^{\circ}\text{C}$  en el mes más frío e inferiores a  $18^{\circ}\text{C}$  en el mes más caliente. La radiación  $R_g$  se caracteriza con valores altos todo el año, el promedio anual es superior a  $2200 \text{ J/cm}^2 \text{ día}$ , y el mínimo mensual en julio es superior a  $1800 \text{ J/cm}^2 \text{ día}$ , con una intensidad de radiación al mediodía del orden de  $800 - 900 \text{ W/m}^2$  por este mes. Estas características de las temperaturas diurnas y de la  $R_g$  impiden el empleo de las denominaciones habituales de verano caliente y de invierno frío.

Las heladas, como han descrito los cronistas de la colonia, son los principales factores limitantes de la agricultura. Las heladas pueden ocurrir todo el año, el riesgo para el cultivo de la papa es, para la mayor parte del Altiplano, superior a 20% en Enero y Diciembre, superior a 30% en Febrero, Marzo y Noviembre y superior a 50% los otros meses. El análisis de las heladas en el Altiplano muestra también una cierta complejidad. Las heladas en el Altiplano son radiativas (Morlon, 1979) y el déficit radiativo nocturno produce el enfriamiento de la superficie, además no corresponden a advecciones de aire polar como lo afirman varios científicos, apoyándose sobre una continuidad de los fenómenos fríos desde el Cono Sur hasta el Altiplano y sobre la ocurrencia real de advecciones polares. Este fenómeno que se produce de Junio a Octubre, afecta fuertemente las llanuras (Santa Cruz, Trinidad) y muy moderadamente el Altiplano, (Ronchail, 1989), donde se traduce en un aumento de la humedad del aire y/o, un aumento de las temperaturas mínima de  $3$  a  $5^{\circ}\text{C}$  y una disminución de las temperaturas máxima de más de  $8^{\circ}\text{C}$ . Las advecciones polares producen entonces una disminución de los riesgos de heladas. Sin embargo, la ocurrencia de las heladas durante la época agrícola está ligada a advecciones de aire seco (Le Tacon et al., 1991) y están asociadas a un máximo de  $R_g$ . De origen radiativo, las heladas en el Altiplano muestran una gran heterogeneidad espacial. Se midió diferencias del orden de  $10^{\circ}\text{C}$  entre las parcelas de un mismo agricultor, según su ubicación topográfica o el tipo de suelo, lo que complica todo intento de zonificación. Así mismo, no existe una relación directa entre la temperatura mínima y la altura. La disminución general de la altura de Norte a sur, corresponde a un aumento de los riesgos de heladas y las zonas de cordillera

presentan durante el invierno temperaturas mínimas más elevadas que el Altiplano (el promedio mensual de t. min. en Junio y Julio para Chacaltaya, a 5200 m, es superior de 2° a 3°C al de Patacamaya a 3760 m), estas inversiones térmicas se deben al drenaje de aire frío.

Estas observaciones sobre el clima del Altiplano nos inducen a las siguientes recomendaciones. El clima del Altiplano debe ser descrito y analizado con mucha cautela, cotejando todo modelo teórico con las observaciones de campo. Se debe reconocer el carácter preciso y válido de muchos textos históricos que parecen muchas veces más acertados que varias publicaciones científicas actuales.

## BIBLIOGRAFIA

- BANEGAS M., MORLON P., 1980. Evapotranspiración y aridez. Convenio Perú-Canada, Puno, 49 p.
- CABELLO VALBOA M., 1586. Miscelánea Antártica. Una historia del Perú antiguo. Instituto de Etnología, UNM San Marcos, Lima, 559 p.
- COBO B., 1653. Historia del Nuevo Mundo. Biblioteca de Autores Españoles, Madrid, 1956, 439 + 515 p.
- FRERE M., REA J., RIJKS J., 1975. Estudio agroclimatológico de la zona andina. FAO/UNESCO/OMM, Roma 390 p.
- GARCILASO DE LA VEGA INCA., 1608. Comentarios Reales de Los Incas.
- LE TACON Ph., VACHER J.J., ELDIN M. y IMANA E., 1991. Los riesgos de helada en el Altiplano Boliviano. Comunicación presentada al VII Congreso Sobre Cultivos Andinos. La Paz, Bolivia.
- MORLON P., 1979. Apuntes sobre el problema agronómico de las heladas: el aspecto meteorológico. Convenio Perú-Canadá. Puno. 54 p.
- RONCHAIL J., 1989. Advecciones polares en Bolivia: caracterización de los efectos climáticos Bull. Inst. Fr. Et. And., XVIII, N°1: 65-73.
- SEGUIN B., BRUNET Y. y PERRIER A., 1982. Estimation of evaporation. A review of existing methods and recent developments. In: E.G.S. Mithing Symposium on Evaporation. Leeds. Preprint. 19 p.
- TROLL C., 1931. Die geographische Grundlagen der Andinen Kulturen und des inkareiches. Ibero-Amerikanisches Archiv, Berlin, 5: 258-294.
- VACHER J., ATTEIA O., 1988. La radiación neta y la evapotranspiración potencial en el Altiplano Boliviano. Informe ORSTOM-CEE. La Paz, Bolivia. 20 p.
- VACHER J., ATTEIA O., IMAÑA E., CHOQUEVILCA J., MALDONADO R., 1989. Net radiation and Evapotranspiration on the Bolivian Altiplano. Third Intl. Conf. on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Buenos Aires, Amer.. Met. Soc., Boston: 169-172.
- VON HUMBOLDT A., 1817. Prolegomena de Distributione Geographica Plantarum.

## RESPUESTA DE LOS CULTIVOS ANDINOS A PERTURBACIONES CLIMATICAS CASO DEL ALTIPLANO DE PUNO - PERU<sup>1</sup>

Alipio CANAHUA MURILLO

Ing. Agr. M. Cs. Coordinador Técnico Agronómico del Proyecto PIWA-PELT-COTESU/IC.

### I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

La variación del clima en el Altiplano de Puno-Perú, condiciona fuertemente el desarrollo de su agricultura. En el período de 1980 a 1990 se presentaron sequías extremas, precipitaciones pluviales altas y sequías/heladas en las diferentes fases fenológicas de los cultivos. Por lo que se planteó la necesidad de llevar a cabo un estudio, con los siguientes objetivos:

1. Analizar el comportamiento de cinco cultivos andinos en las variaciones de precipitación pluvial y de temperaturas mínimas.
2. Plantear prioridades de investigación para contrarrestar los riesgos.

Del análisis de los resultados se deduce que la respuesta a los cultivos es diferente en años de sequía, heladas y sequía/heladas y da pautas para futuras investigaciones.

### II. MATERIALES Y METODOS

El estudio es de tipo exploratorio e histórico, realizado en las localidades de Ilave, Puno-Salcedo, Illpa-Juliaca y Taraco, durante el período de 1982 a 1990. Los datos de lluvias y temperaturas provienen de los registros de SENAMHI e INIAA.

Los cinco cultivos andinos considerados como indicadores biológicos son: Papa dulce (*Solanum tuberosum ssp. andigena*), papa amarga o Luckii (*Solanum juzepczukii*), oca (*Oxalis tuberosa*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*). Para los análisis, los rendimientos se llevan a términos de materia seca. (Figura 1).

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

En el período de 1980-1990, se registran tres campañas agrícolas buenas., cuatro regulares y tres malas; referido especialmente al cultivo de papa que es el principal. Las fluctuaciones más relevantes son las de:

1981/1982	Con buena distribución de lluvias y sin heladas
1982/1983	De sequía extrema
1985/1986	De excesivas lluvias
1987/1988	Con veranillo, sequía y heladas
1988/1989	Con buena distribución de lluvias
1989/1990	Con sequía y heladas extremas.

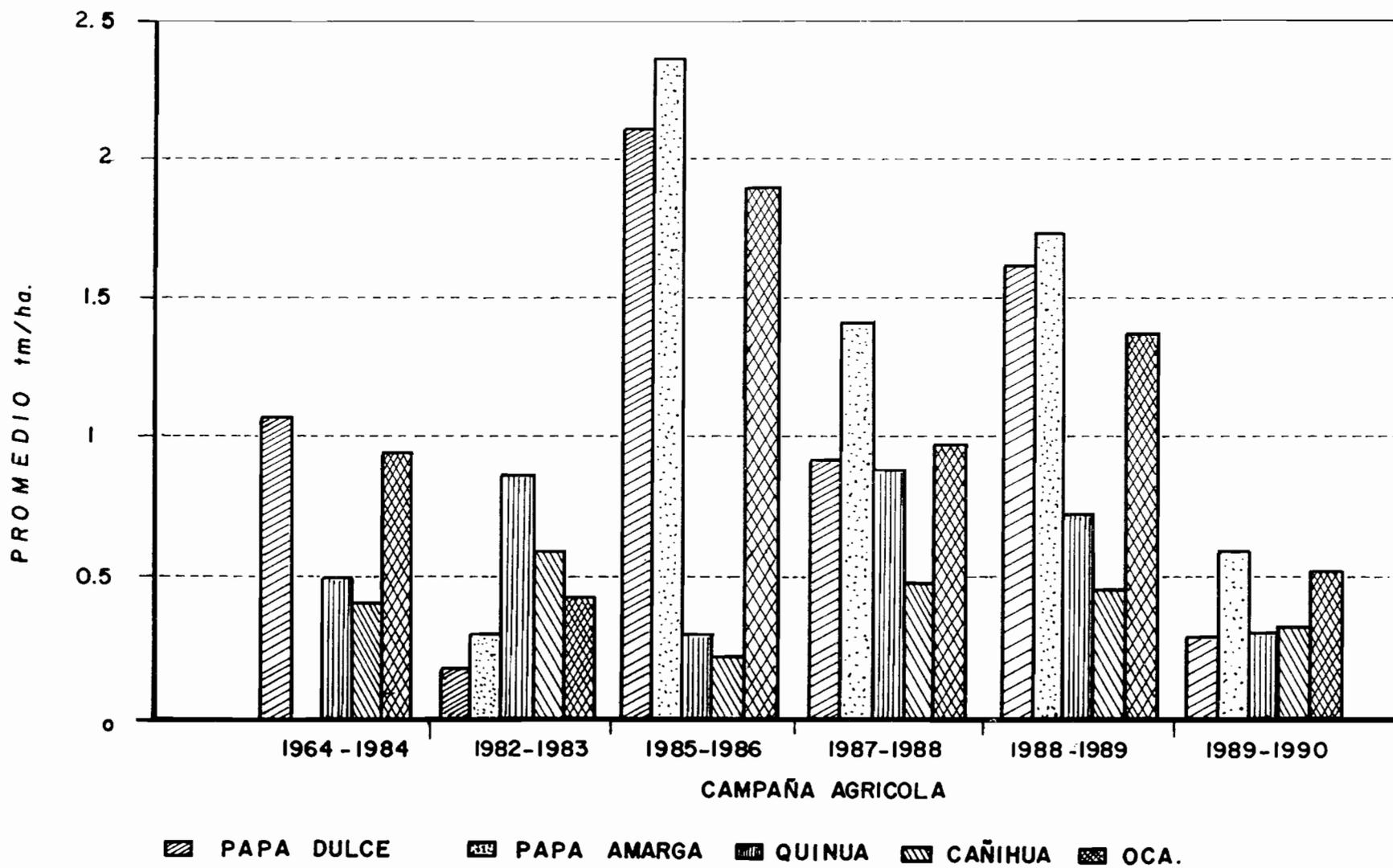
Teniendo en consideración que la precipitación pluvial total esperada en el Altiplano de Puno, es de 700 mm. aproximadamente (Grace, 1983), la relación de año seco y lluvioso es de 1:3 (Cuadro 1). Por otro parte, el período libre de heladas varía de 130 a 165 días, los mismos que están en función a la distancia del lago, altitud y topografía local; pero las temperaturas pueden bajar bruscamente en cualquier época del año, siendo las más dañinas para los cultivos, las de verano.

En estas variaciones climáticas, la respuesta de los cultivos andinos es diferente, en términos de susceptibilidad y resistencia a condiciones de sequía, precipitaciones pluviales altas y heladas; es así que, con respecto a la precipitación pluvial y rendimientos (Cuadro 1 y Figura 1), existe una correlación (r)

---

<sup>1</sup> Estudio realizado con apoyo del Convenio Perú-Canadá. Proyectos PISA-CIID-ACDI-INIAA y PIWA-PELT-COTESU/IC, respectivamente.

Fig. 1 .- VARIACION DE LA PRODUCTIVIDAD DE CULTIVOS ANDINOS EN LAS CAMPAÑAS AGRICOLAS DE 1980 a 1990.  
 (Promedios: tm/ha de materia Seca). (Provincias: CHUCUITO, PUNO, HUANCANE, SAN ROMAN. DPTO :  
 PUNO.)



FUENTE : SEGUIMIENTO POR MUESTREOS.

positiva para las papas dulce y amarga (0.86 y 0.79) y negativa para la quinua y cañihua (-0.31 y -0.69) respectivamente.

Al analizar cada campaña agrícola, resalta la importancia de la distribución de la precipitación pluvial en el ciclo vegetativo de los cultivos y la influencia de heladas de verano:

En la sequía de 1982/1983, se obtienen rendimientos altos en quinua y cañihua; y rendimientos bajos, así como pérdidas significativas en papa dulce y amarga; la oca y el olluco (*Ollucus tuberosum*), cultivados en ladera, aparentan ser resistentes a la sequía por el desarrollo foliar, pero con una tuberización irregular y pobre. En esta campaña es evidente la relación de la distribución de las lluvias y rendimientos de cultivos. En efecto, se registraron lluvias adelantadas de 50 a 75 mm. en los meses de septiembre y octubre, las cuales fueron óptimas para la siembra de quinua y cañihua, así como para los tubérculos. Posteriormente, se presenta una sequía prolongada con lluvias de sólo 400 a 475 mm. Estas condiciones climáticas favorecen el desarrollo y productividad de las quenopodiáceas; mientras que para las tuberosas, los déficits hídricos de enero y febrero coinciden con la floración y tuberización, en los cuales estos cultivos son muy susceptibles (Cristiansen, J.; 1967: 110), observaciones similares reporta Rea, J. en el Altiplano Boliviano (Frere, M. *et al.*; 1975).

**Cuadro 1. Variación de los elementos climáticos en diferentes campañas agrícolas en el período 1980-1990, promedio de las localidades, Ilave, Puno, Juliaca, Illpa y Taraco.**

CAMPANA AGRICOLA	TOTAL	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Periodo Libre de Heladas (días)	Temp. Min. Absoluta Verano (°C)	
I ESPERADA Med.													
64/87	703	8	30	41	62	97	168	155	123	19	130-165	-2 a -3	
II	82/83	530	4	64	72	102	39	57	41	107	41	120-160	-2 a -4
III	85/86	1270	6	68	176	185	161	150	211	195	118	145-180	0 a -1
IV	87/88	797	3	15	30	123	53	171	58	184	160	125-150	-1 a -8
V	88/89	643	0	13	46	16	106	169	99	117	77	130-160	0 a -1
VI	89/90	401	13	19	30	27	40	190	32	23	27	90-125	-4 a -6

Fuente: Estimado con base a registros de SENAMHI e INIAA.

En la sequía de 1989/1990, a diferencia de 1982/1983, las pérdidas se dan en todos los cultivos, excepto en algunas áreas de ladera (Figura 1). Estas por dos aspectos fundamentales relacionados entre sí:

1. Las lluvias muy por debajo de la normal, tanto en la época de siembra como el resto de la campaña agrícola.
2. Presencia de heladas a principios de febrero (verano) de hasta -8°C. Estos hechos hacen que la germinación y/o brotamiento se retracen o sean irregulares, para luego sufrir daños de heladas hasta en un 80% en el inicio de la floración (febrero); sin embargo, los cultivos de ladera (papa dulce, oca y olluco) llegan a dar rendimientos aceptables, debido a las lluvias altas de enero y menor intensidad de heladas.

En estos años de sequía, fue muy evidente el efecto de la época de la preparación de suelo (barbecho) en el rendimiento de la papa; por ejemplo: en Juliaca (1982/1983) la producción de papa dulce, var. andina, en barbecho de marzo, superó al de septiembre en una magnitud de 7,200 a 3,150 kg/Ha respectivamente; diferencia que es debida al mayor almacenamiento de agua por el suelo en el primero y su posterior aprovechamiento por las plantas en épocas críticas. Entonces, es necesario desarrollar la tecnología de almacenamiento de agua en el suelo, así como su capacidad de almacenamiento de los suelos para contrarrestar la sequía.

En contraste, las excesivas lluvias de 1985/1986 distribuidas en todo el período (Cuadro 1) y mayor amplitud de período libre de heladas, favorece al desarrollo y mayor productividad de tuberosas cultivadas en terrenos con pendiente moderada y con drenaje; mientras que los rendimientos de las quenopodiáceas es irregular a pobre (Figura 1) como consecuencia del exceso de agua en el suelo y proliferación de malezas, a las cuales son susceptibles las quenopodiáceas.

En las áreas planas se pierden cultivos de papa amarga y cañihua, como consecuencia de las inundaciones. Sin embargo, la generalidad de los cultivos instalados en camellones (waru waru) reconstruidos en la Estación Experimental de Illpa (INIAA), llegan a dar resultados espectaculares. Este hecho y resultados anteriores de Erickson, C. (1986), demuestran que las culturas prehispánicas desarrollaron la tecnología de waru waru, como una alternativa para rescatar áreas inundadas para el cultivo; especialmente para los años lluviosos, así como para captar y almacenar agua en los canales, en los años de sequía, todos con fines de drenaje y riego (Smith, *et al.*; 1981: 38); aspectos que necesitan mayor investigación para su desarrollo y manejo actual.

La importancia de la distribución de las lluvias para el desarrollo de los cultivos se confirma con los resultados de las campañas 1987/1988 y 1988/1989 (Cuadro 1 y Figura 1); pues la menor cantidad de lluvias de la segunda está mejor distribuida en las fases críticas de los cultivos: septiembre-octubre (siembra-establecimiento) y diciembre-abril (reproducción). Para los campesinos esta campaña, así como la de 1981/1982 son consideradas como las mejores de la década, porque existen cosechas en la generalidad de los cultivos.

Es necesario resaltar que la baja producción de la papa en 1987/1988 es debido a los dos veranillos consecutivos de 12 a 15 días respectivamente en diciembre de 1987; en éstos el daño no es del todo por la sequía, aunque los síntomas aparentan serlo (una gran mayoría de técnicos y agricultores confunden y evalúan como tales); sino que es más por severo ataque (en fase de brotamiento y crecimiento) de plagas, tales como Trips, Epitrix y especialmente Minador del Tallo; éste identificado por el Ing. Rosario Bravo del INIAA, como *Phytolireamyza papae*, cuyo daño es comprobado y precisado mediante aplicaciones de insecticidas sistémicos, lográndose recuperar la producción casi normal, en campos tratados. De manera que, en estudios de sequía y excesivas lluvias, es necesario abordar en forma integral la relación de manejo suelo-agua-planta y efectos colaterales como plagas, enfermedades y malezas.

Finalmente, es importante mencionar la administración de la producción por los campesinos: los excedentes de cosecha de papa lo transforman en chuño negro y blanco (papa deshidratada bajo la acción de heladas y lavado con agua), para luego ser almacenado para consumo en el transcurso de los meses siguientes, así como reservar para años de sequía y heladas; cosa similar hacen con los excedentes de quinua y cañihua. Entonces las estrategias tradicionales de producción agrícola diversificada en el tiempo y espacio así como técnicas de post cosecha, deben constituir parte integral de las investigaciones para el desarrollo de la agricultura andina, tendientes a contrarrestar los riesgos climáticos, cuyos hechos se remontan desde la época prehispánica (Murra, J.; 1975 y Antunez de Mayolo, S.; 1978:227).

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El comportamiento de los cultivos andinos es diferente en sequías, heladas y exceso de lluvias. Existe disminución de cosechas para unos, aumento para otros y eventualmente pérdidas para todos (efecto compensatorio).
2. Las prioridades de investigación para el desarrollo de los cultivos andinos resulta ser: para papa dulce, sequía y heladas; para papa amarga, sequía y plagas; para quinua heladas y exceso de agua en el suelo; para cañihua, exceso de agua en el suelo y granizo; para oca, sequía y heladas.
3. Es imperativo el estudio integral de la relación agua-suelo-planta y clima, para contrarrestar los efectos de las variaciones climáticas; así como para la planificación del manejo del espacio geográfico andino con cultivos específicos. Asimismo, es necesario conocer las necesidades mínimas y óptimas de agua en las diferentes fases fenológicas de los cultivos andinos para planificar el riego complementario.

**V. BIBLIOGRAFIA CITADA**

- ANTUNEZ DE MAYOLO, S.E. 1978. La alimentación en el Tahuantinsuyo, Etnohistoria y Antropología Andina. Ed. Banco de la Reserva Lima-Perú.
- CANAHUA, A. 1977. Observaciones al comportamiento de la quinua a la sequía. *In*: I Congreso Internacional de Cultivos Andinos. IICA, Serie Reuniones, congreso n° 178. Ayacucho-Perú.
- . Los andenes en el altiplano de Puno. I Congreso Internacional de Cultivos Andinos. IICA, Serie Reuniones Congreso serie 178. Ayacucho.
- CHRISTIANSEN, J. 1967. El cultivo de la papa en el Perú. Ed. Jurídica S.A. Lima-Perú.
- ERICKSON, O. 1986. Agricultura en camellones en la Cuenca del Lago Titicaca: Aspectos Técnicos y su Futuro. *In*: Andenes y Camellones en el Perú Andino. CONCYTEC Lima-Perú.
- FRERE, M.J., RICKS, O, REA J. 1975. Estudio agroclimático de la zona Andina. Proyecto Interinstitucional FAO/UNESCO/OMM. Ed. Organización Metereológica. Mundial Roma.
- GRACE, B. 1983. El clima del altiplano de Puno. Publicación Mimeografiada. Convenio Perú-Canadá. ACDI, CIPA XV. Puno, Perú.
- MALAGA, J.C. 1983. Plan de emergencia del Depto. Puno. *In*: Seminario sobre Problemática Agropecuaria del Departamento de Puno. ed. IICA, UNTA-CIP-INIPA. Puno, Perú.
- MURRA, J. 1979. Formaciones económicas y políticas en el mundo andino. Instituto de Estudios Peruanos. Lima, Perú.
- OTAZU, V. 1983. Sequía en Puno: frecuencias, efectos y alternativas de solución. I Seminario sobre Problemática Agropecuaria del Depto. de Puno. ed. IICA-UNTA-CIP-INIPA.



## PERSPECTIVAS DEL MANEJO DE SUELOS EN EL ALTIPLANO CENTRAL COMO ALTERNATIVA PARA MEJORAR SU REGIMEN HIDRICO

Vladimir ORSAG  
IBTEN-FACULTAD DE AGRONOMIA. LA PAZ-BOLIVIA.

### I. ANTECEDENTES

En el Altiplano boliviano se concentra gran parte de la población agrícola del país, a pesar de las condiciones edafoclimáticas poco favorables que inciden de una manera bien marcada sobre los bajos rendimientos de los cultivos.

Las precipitaciones escasas e irregulares, conjuntamente con las deficientes propiedades físicas y químicas de los suelos, hacen que el agua sea uno de los principales factores limitantes para la agricultura. Estos suelos en general presentan desde el punto de vista de su potencial agrícola y aptitudes para el riego, una serie de limitantes como drenaje, topografía, salinidad y otros aspectos, que imposibilitan el uso de agua complementaria en los cultivos, sin correr el riesgo de provocar problemas de degradación y erosión de los suelos.

Es por ese motivo que se ha visto por conveniente probar alternativas que actualmente son utilizadas en algunas regiones de clima árido y semiárido del mundo y que son conocidas como "Dry farming". Este sistema está basado en el manejo adecuado del suelo y agua con el objeto de lograr la máxima acumulación del agua de las lluvias en el suelo o evitar durante los meses secos (después de la cosecha de cereales) pérdidas innecesarias del agua residual por evaporación, para de esta manera garantizar que en el suelo exista mayor cantidad de agua para los cultivos.

Para tal efecto se ha trabajado (en forma preliminar) en los campos experimentales del CIN-Viacha desde 1986 en tres aspectos:

- Influencia de las épocas de labranza en los suelos en descanso sobre el almacenamiento de agua.
- Protección del suelo para evitar pérdidas innecesarias de agua por evaporación.
- Influencia del sentido de los surcos en pendiente sobre el almacenamiento de agua.

### II. OBJETIVOS

EPOCAS DE LABRANZA	PROTECCION DEL SUELO	SENTIDO DE LOS SURCOS EN PENDIENTE
Determinar y cuantificar el efecto de las épocas de preparación del suelo sobre el almacenamiento de agua.	Cuantificar la influencia de la protección del suelo después de la cosecha de cereales sobre las pérdidas innecesarias del agua residual por evaporación, durante otoño e invierno.	Estudiar el efecto del sentido del surco en terrenos en pendiente sobre el almacenamiento de agua en el suelo.

### III. MATERIALES Y METODOS

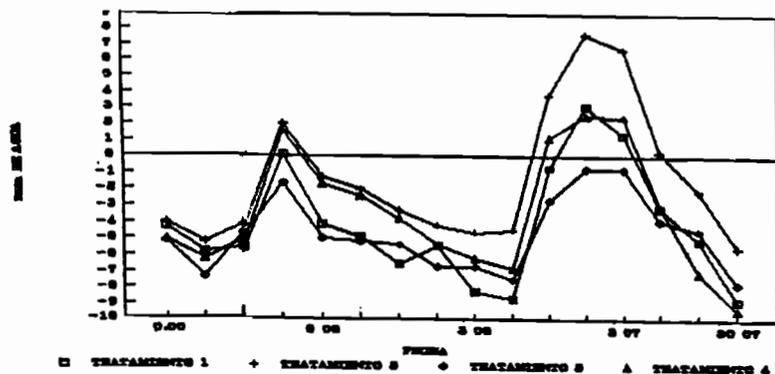
En un suelo (Aridisol) en descanso del Altiplano Central (Viacha) se evaluaron los siguientes experimentos:

- Efecto de la época de preparación del suelo sobre el almacenamiento de agua: 1987-88 y 1988-89

T1 Preparación del suelo con las primeras lluvias ( Octubre-Noviembre)  
T2 Preparación del suelo con las últimas lluvias (Abril-Mayo)  
T3 Preparación del suelo un mes antes de las siembra.

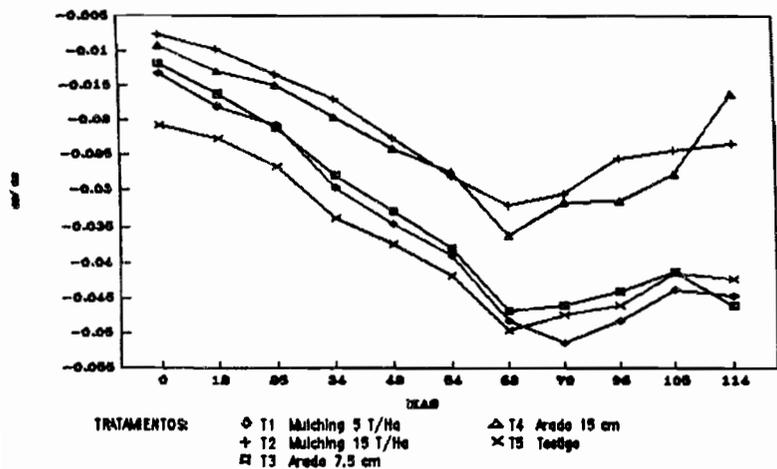
PERDIDAS DE AGUA POR EVAPORACION DEL SUELO - VIACHA  
 PROFUNDIDAD 0-42.5 cm

VACHA-1987



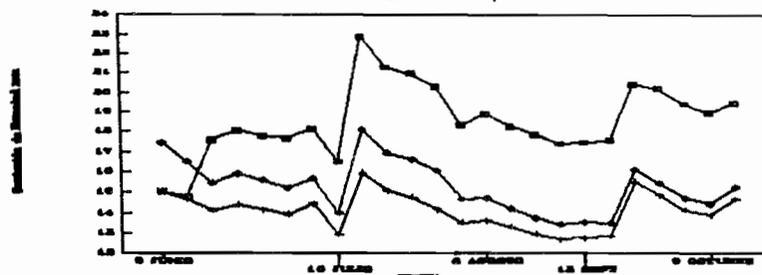
TRATAMIENTOS: T1 Mulching 10 T/Ha T3 Arado 15 cm  
 T2 Mulching 15 T/Ha T4 Testigo

VACHA 1988 (HORIZONTE B)

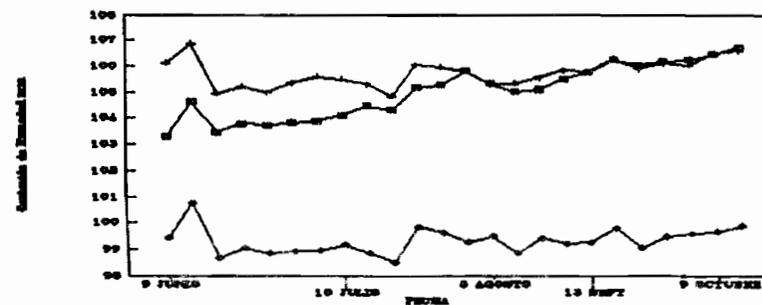


VACHA 1989

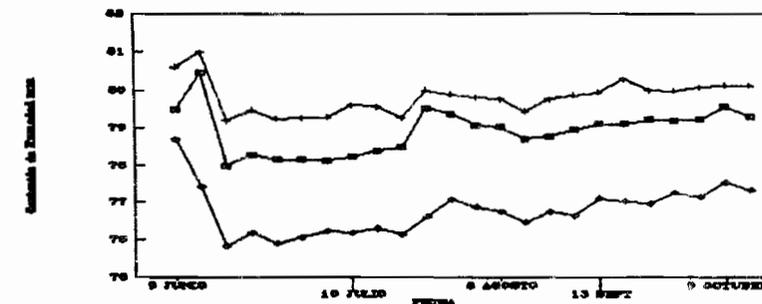
HORIZONTE Ap



HORIZONTE Bt



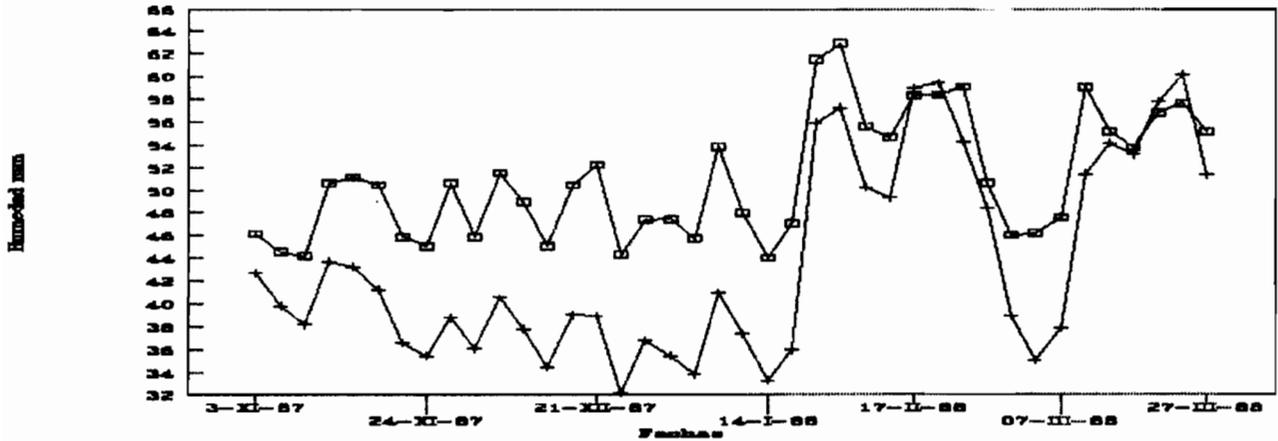
HORIZONTE Ccd



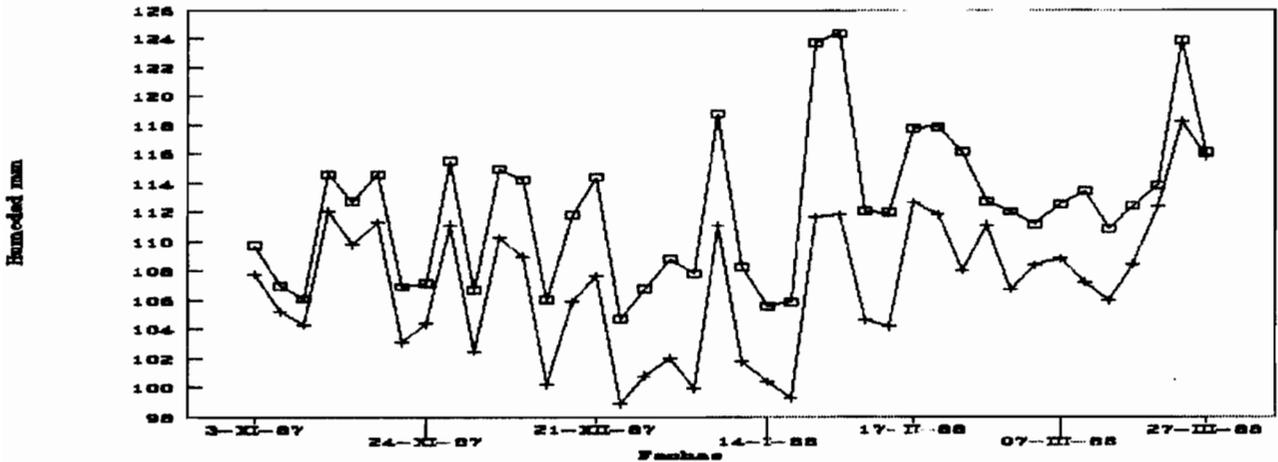
TRATAMIENTOS: □ T1 Mulching 10 T/Ha + T2 Mulching 20 T/Ha ◇ T3 Testigo

EPOCAS DE LABRANZA: VARIACION DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA EN EL SUELO

Horizonte Ap (0-19cm)-Viacha 1987-88



Horizonte Bt (19-49cm)-Viacha 1987-88



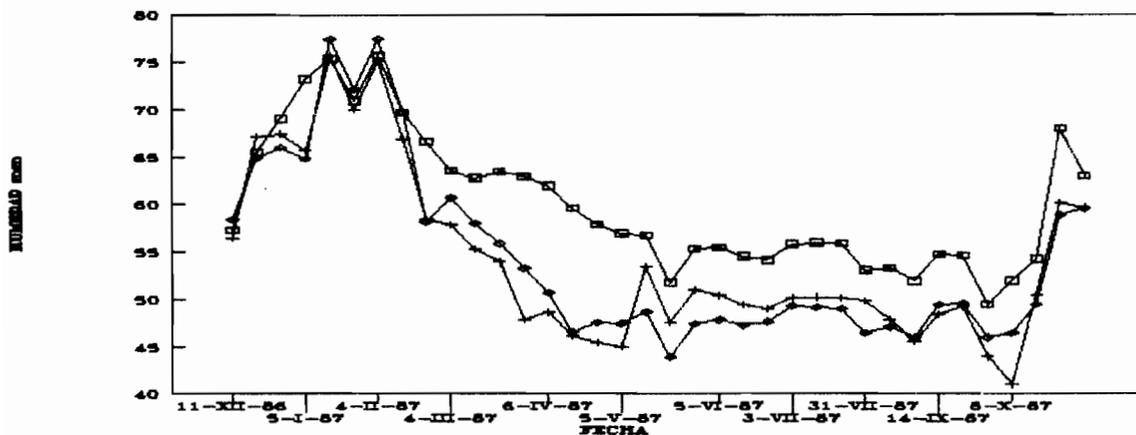
□ T1:Preparación del Suelo con las primeras lluvias (Oct.- Nov.)

+ T2:Preparación del Suelo con los últimos lluvias (Abr.- May.)

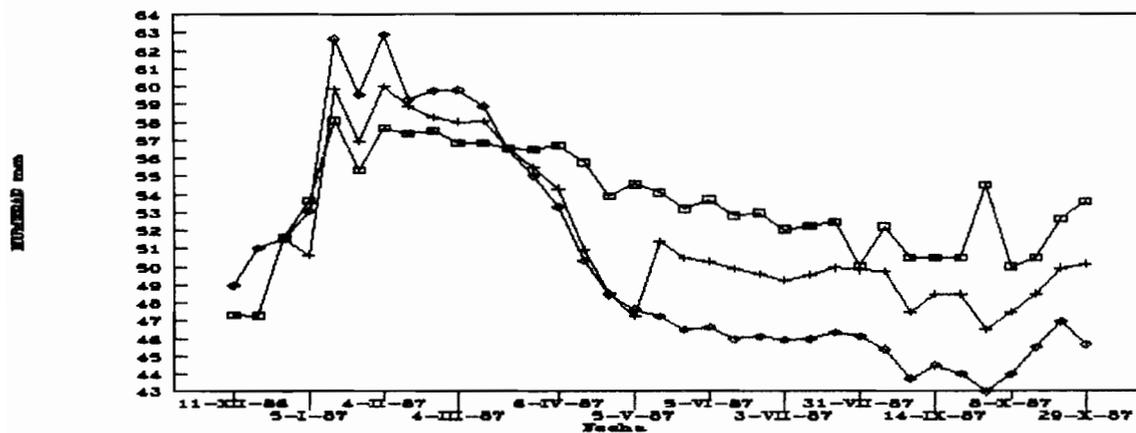
Variación del almacenamiento de agua (mm)-Viacha 1987-88

Mes	Ap(0-19cm)			Bt(19-49cm)			(0-49cm)		
	T1	T2	T1-T2	T1	T2	T1-T2	T1	T2	T1-T2
Nov.87	47.45	39.56	7.89	110.07	107.13	2.94	157.52	146.69	10.83
			79m <sup>3</sup> /Ha			29M <sup>3</sup> /Ha			108m <sup>3</sup> /Ha
Dic.87	48.41	36.89	11.52	110.17	104.31	5.86	158.58	141.20	17.38
			115m <sup>3</sup> /Ha			59m <sup>3</sup> /Ha			174m <sup>3</sup> /Ha
En. 88	51.87	42.06	9.81	113.47	105.11	8.36	165.34	147.17	18.17
			98m <sup>3</sup> /Ha			84m <sup>3</sup> /Ha			182m <sup>3</sup> /Ha
Feb.88	54.26	50.69	3.57	114.32	109.63	4.69	168.58	160.32	8.26
			36m <sup>3</sup> /Ha			47m <sup>3</sup> /Ha			83m <sup>3</sup> /Ha
PROM.	50.50	42.30	8.20	112.00	106.54	5.46	162.51	148.84	13.67
			82m <sup>3</sup> /Ha			55m <sup>3</sup> /Ha			137m <sup>3</sup> /Ha

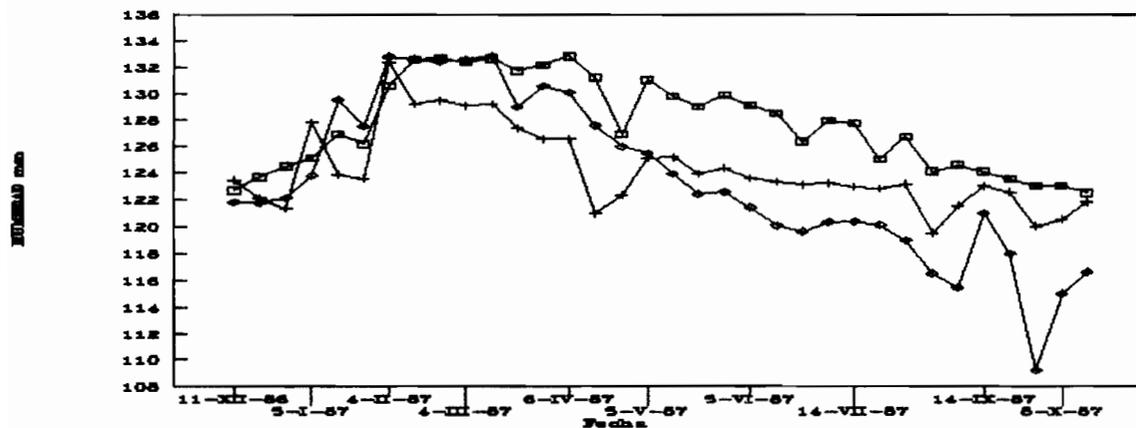
EPOCAS DE LABRANZA: VARIACION DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA EN EL SUELO  
Horizonte Ap – Viacha 1986–87



Horizonte Bt– Viacha 1986–87



Horizonte Cca– Viacha 1986–87



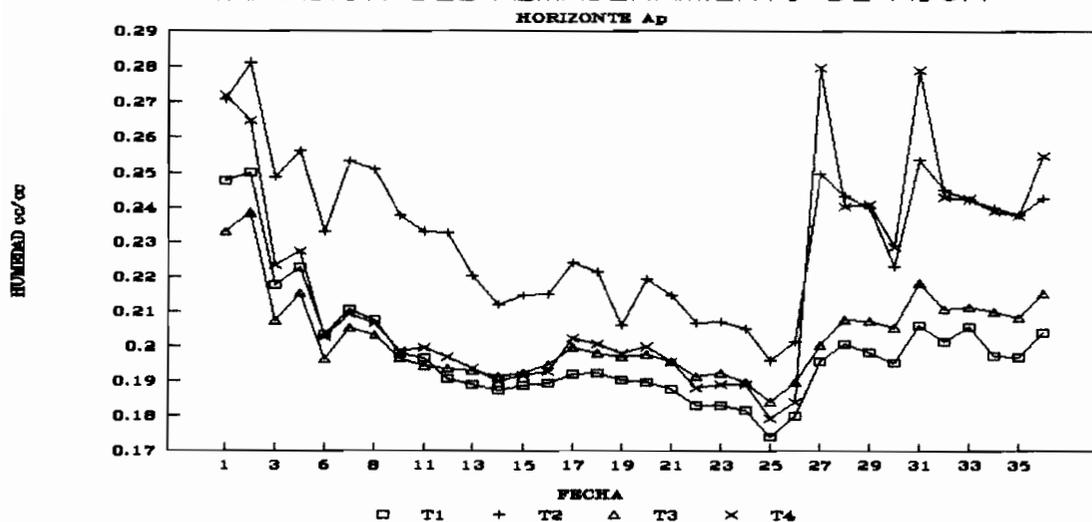
- T1: Preparación del suelo con las primeras lluvias (Octubre–Noviembre).
- + T2: Preparación del suelo con las últimas lluvias (Abril–Mayo).
- ◇ T3: Preparación del suelo un mes antes de la siembra.

# INFLUENCIA DEL SENTIDO DE LOS SURCOS SOBRE EL ALMACENAMIENTO DE AGUA

CULTIVO DE CEBADA. VIACHA 1988-89

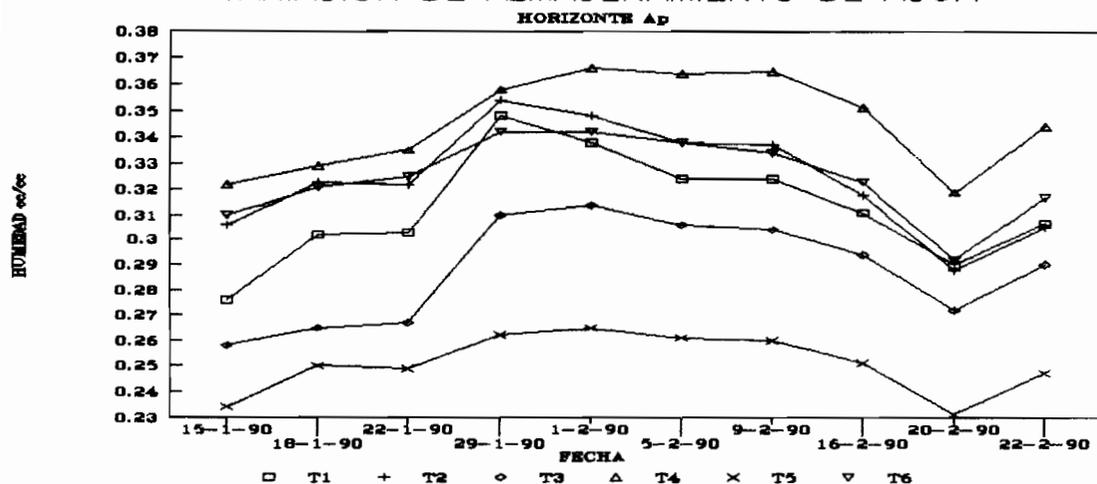
(Molina 1991)

## VARIACION DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA



- T1: Surcos en sentido de la pendiente. Densidad de siembra: 100 Kg/Ha  
 T2: Surcos perpendiculares a la pendiente. Densidad de siembra: 100 Kg/Ha  
 T3: Surcos en sentido de la pendiente. Densidad de siembra: 80 Kg/Ha  
 T4: Surcos perpendiculares a la pendiente. Densidad de siembra: 80 Kg/Ha.

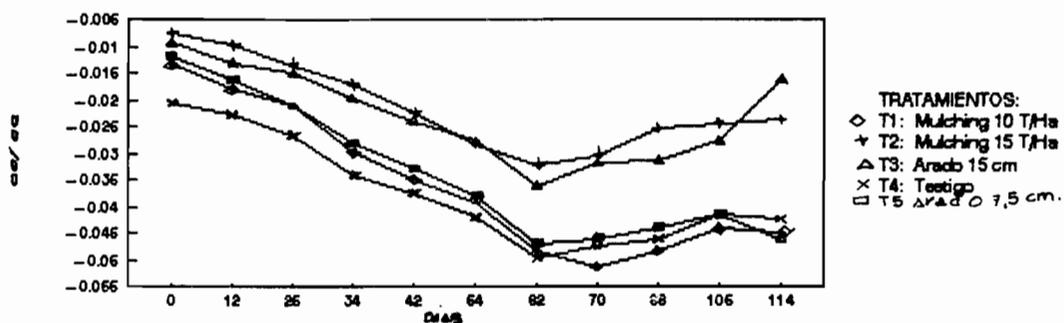
## CULTIVO DE PAPA. VIACHA 1989-90 VARIACION DE ALMACENAMIENTO DE AGUA



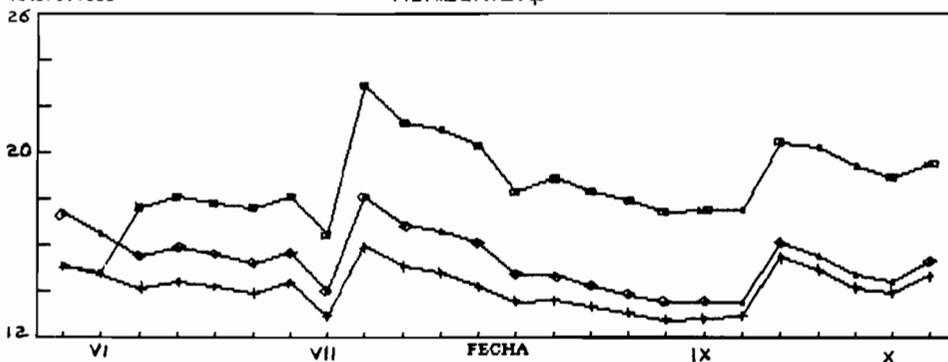
- T1: Surcos en sentido de la pendiente con incorporación de paja: 10 T/Ha  
 T2: Surcos perpendiculares a la pendiente con incorporación de paja: 10 T/Ha.  
 T3: Surcos en sentido de la pendiente con incorporación de estiércol: 10 T/Ha.  
 T4: Surcos perpendiculares a la pendiente con incorporación de estiércol: 10 T/Ha.  
 T5: Surcos en sentido de la pendiente. Testigo.  
 T6: Surcos perpendiculares a la pendiente. Testigo.

PERDIDAS DE AGUA POR EVAPORACION DEL SUELO - VIACHA

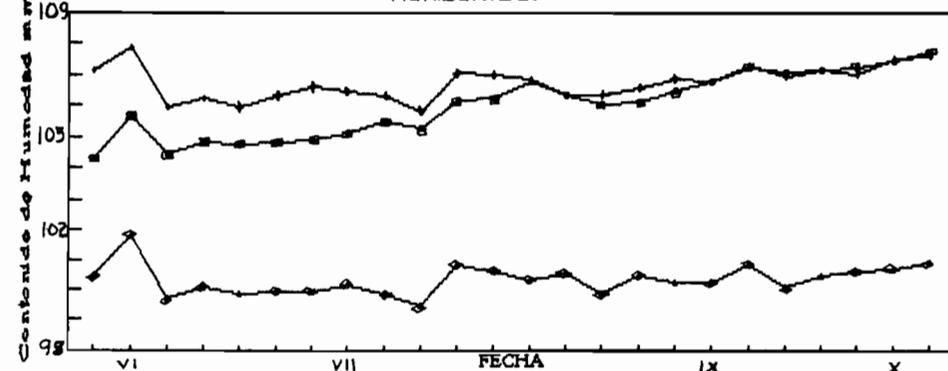
VIACHA 1988 (HORIZONTE B)



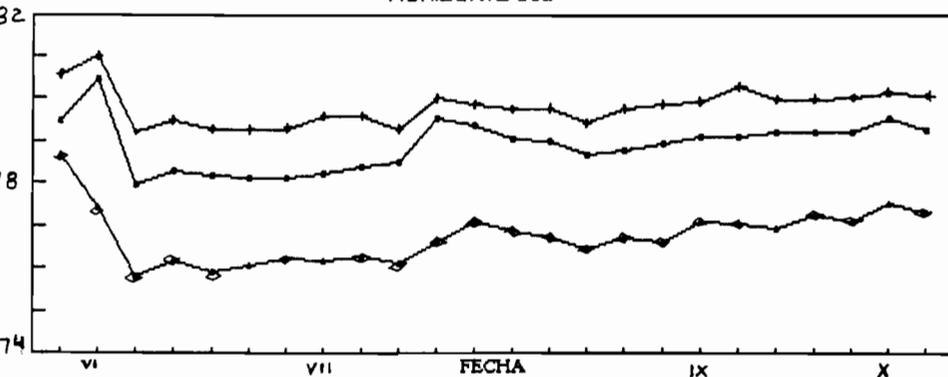
VIACHA 1989 HORIZONTE Ap



HORIZONTE Bt



HORIZONTE Cca



TRATAMIENTOS: □ T1 Mulching 10 T/ha + T2 Mulching 20 T/ha ◊ T3 Testigo

- Efecto de la protección del suelo después de la cosecha de cereales (cebada) sobre las pérdidas innecesarias de agua por evaporación: 1986-1987-1988.

T1 y T2 Mulching paja de cebada (diferentes dosis).

T3 y T4 Arada a diferentes profundidades.

T5 Testigo.

- En un suelo en pendiente (6%) del Altiplano Central se estudió el efecto de la orientación de los surcos sobre el almacenamiento de agua: 1988(cebada)-1989(papa)

Surcos en sentido de la pendiente

Surcos en sentido contrario a la pendiente

En todos los experimentos y en sus distintos tratamientos se utilizaron tubos de acceso para poder medir la humedad del suelo "in situ" con ayuda de la sonda neutrónica -Hydroprobe 503. y en base a curvas de calibración de humedad existentes para estos suelos, en todos los casos se utilizó un diseño de bloques al azar.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados se muestran en las tablas y gráficos.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos durante varios años podemos sacar las siguientes conclusiones:

- Se nota que los suelos en descanso preparados con las primeras lluvias tienen mayor almacenamiento de agua que los suelos preparados con las últimas lluvias (Práctica tradicional) o que los suelos preparados un mes antes de la siembra.
- Este mayor almacenamiento de agua en el suelo, durante el periodo de lluvias, puede tener un efecto positivo sobre el primer cultivo de la rotación si se la conserva en el suelo hasta la siembra.
- Las pérdidas innecesarias de agua por evaporación de los suelos después de la cosecha de los cereales son mayores en los tratamientos tradicionales (suelos sin protección después de la cosecha) o cuando se ara el suelo muy superficialmente (7.5 cm), mientras que cuando el suelo se ara más profundamente (15 cm) o se protege con mulching (15 T/Ha) las pérdidas son menores.
- Esta mayor presencia de humedad residual en el suelo tiene un efecto positivo sobre el suelo y cultivo, ya que aliviana las labores de preparación del suelo, además el cultivo siguiente se desarrolla mejor y más fácilmente.
- En los suelos de pendiente se nota que los surcos en sentido perpendicular a la pendiente inciden sobre un mejor almacenamiento de agua en el suelo, aspecto que puede ser favorable en años de sequía.
- Es importante corroborar estos resultados en diferentes tipos de suelos y clima del Altiplano y estudiar la factibilidad de esta tecnología desde el punto de vista costo/beneficio.

**VI. BIBLIOGRAFIA**

- COCHRANE, F.T., 1973: El potencial agrícola del uso de la tierra en Bolivia.- Ed. D. Bosco, La Paz.
- FREERE, M., RIJKS, J.Q., REA, J., 1975: Estudio agroclimatológico de la zona andina.- OMM,FAO,UNESCO,ROMA.
- JURENCAK, J. y ORSAG C., V. 1983: El sistema poroso y potencial hídrico de los suelos aluviales.- Acta Universitatis Agriculturae. Brno Af. r XXXI, c 1-2, 75-85. (en checo)
- LIBERMAN, M. y FISEL, U. 1983: Uso de la tierra en la región de Huaraco, Antipampa y Pucarani del Altiplano Central de Bolivia.- Ecología en Bolivia No. 4, 31-43
- LORINI, J. y LIBERMAN, M. 1983: Clima de la provincia Aroma del departamento de La Paz, Bolivia.- Ecología en Bolivia No. 4, 19-29
- MOLINA,P. 1991: Efecto de tres formas y dos densidades de siembra en cebada sobre la erosión hídrica de un suelo en el Altiplano. Tesis de Grado, UMSA, Facultad de Agronomía, La Paz-Bolivia.
- ORSAG C., V. 1989: Determinación de las variaciones de almacenamiento de agua en un aridisol del Altiplano Central con ayuda de técnicas nucleares.- Ecología en Bolivia No. 13, 1-10.
- ORSAG C., V. 1989: Características del régimen aéreo de un aridisol del Altiplano Central de Bolivia.- Ecología en Bolivia No. 13, 11-21.
- ORSAG C., V. 1989: Efecto de un manejo agrícola alternativo de un Aridisol del Altiplano Central de Bolivia sobre el almacenamiento de agua en el suelo.- Ecología en Bolivia No. 13, 23-32.
- ORSAG C.,V. 1987: Estudio preliminar de la protección del suelo y su influencia sobre la reducción de pérdidas de agua por evaporación de un suelo franco arcilloso del Altiplano Central. 2° Reunión de Cooperación Técnica OIEA,21-25 Marzo, Quito-Ecuador.
- ORSAG C., V., MOLINA, P., QUINO,E., ROCHA,R., CONDORI,J.1991: Efecto de dos sistemas de cultivo en papa con incorporación de materiales orgánicos sobre la erosión hídrica del suelo en el Altiplano central.-Reunión del Programa Nacional de Investigación de la papa .CIP-COTESU.Cochabamba-Bolivia.

## EFECTO DE LA HUMEDAD Y PROFUNDIDAD DE ROTURACION SOBRE LA HUMEDAD EN EL SUELO, AL MOMENTO DE LA SIEMBRA

David CONDORI G.<sup>1</sup>, y Dominique HERVE<sup>2</sup>

1: Becario Convenio IBTA-ORSTOM, La Paz, Bolivia

2: Ph.D. Agr. ORSTOM, Convenio IBTA-ORSTOM

### I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Uno de los principales factores limitantes que enfrenta la agricultura en el Altiplano boliviano es la ocurrencia de sequías. Casi la mitad de los rendimientos están asegurados por un buen establecimiento de los cultivos, dependiendo del estado hídrico y del estado estructural de la cama de siembra. Para lograr una reserva de agua suficiente en el suelo, en esta época, se propone adecuar las labores de roturación, en particular, la fecha y profundidad de roturación y buscar el implemento más eficiente.

La dificultad de expresar un juicio sobre las consecuencias de una operación de cultivo, proviene de que el resultado obtenido puede ser muy diferente del que se había buscado, ya que el resultado de las técnicas aplicadas depende de las condiciones del medio. Sin un análisis directo del medio, los razonamientos y la crítica de los resultados están basados en los efectos esperados y no en los realizados (HENIN *et al.*, 1972).

A nivel del agricultor, la significativa variabilidad de rendimientos, no obstante de mantener constantes las técnicas de producción, revela la importancia de iniciar un estudio científico del suelo y del clima como componentes del sistema clima-suelo-planta. En las investigaciones sobre trabajo del suelo, se aprecia la calidad de la roturación por la profundidad, el grado de desterronamiento, el grado de incorporación de la materia vegetal y la humedad promedio de todos los tratamientos (REINAGA, 1983, medida a 12 cm). El agua presente en el suelo debe ser evaluada más rigurosamente, por ser el factor principal que condiciona el estado físico del suelo. Estas consideraciones nos llevan a estudiar el efecto de las condiciones de roturación (humedad y profundidad de roturación) sobre la humedad del suelo en la siembra, en dos tipos texturales, en función de las condiciones climáticas reinantes entre la roturación y la siembra.

### II. MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en un lote de la Estación Experimental de Patacamaya y una parcela en la comunidad vecina de San Juan de Culta, ubicadas en la provincia Aroma del departamento de La Paz (a 106 Km de la ciudad, sobre la carretera La Paz-Oruro); a una altitud media de 3790 m.s.n.m.. La precipitación media anual es de 380 mm, con una temperatura media anual de 9°C y 201 días de helada al año, según los últimos informes anuales de la Estación Experimental de Patacamaya. Los suelos son de textura franco arenosa para la parcela de Patacamaya y franco arcillosa para la parcela de Culta (Cuadro 1).

Se efectuó la roturación en junio 1990 (época de roturación prelluviosa) con un tractor mediano (45 HP), un arado de tres discos y una rastra de discos; para las muestras de humedad se usaron botes de aluminio y para determinar la humedad gravimétrica se usó en laboratorio una estufa de 105°C y una balanza de precisión. El tratamiento estadístico en gabinete se realizó en microcomputador con el paquete estadístico STAT-ITCF.

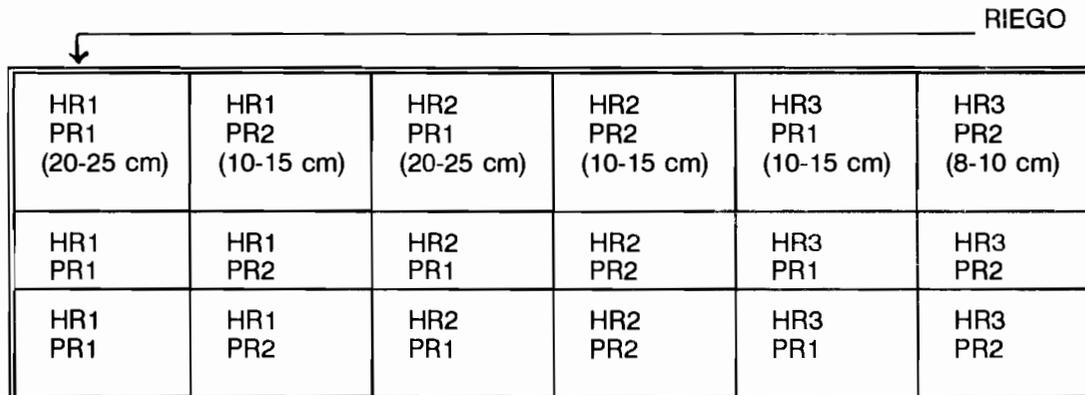
Se obtuvo tres niveles de humedad con tres fechas de roturación diferentes después de un riego pesado: son condiciones de humedad de roturación que bien podrían lograrse en las situaciones reales de los agricultores sin la implementación del riego.

Se aplicó tres profundidades de roturación permitidas por el nivel de humedad considerado (20-25, 10-15 y 8-10 cm), en las dos texturas de suelo probadas.

**Cuadro 1. Granulometría de los suelos de Patacamaya y Culta.**

	PATACAMAYA		CULTA	
Arcillosa (<2u)		6.1		19.3
Limo fino (2u-20u)		6.45		31.6
Limo grueso (20u-50u). Limo	8.15	14.6	13.6	45.2
Arena fina (50u-20u)	44.85		24.45	
Arena gruesa (20u-2mm). Arena	33.75	78.6	10.10	34.5
<b>CLASE DE TEXTURA</b>		<b>FRANCO-ARENOSO (F.A)</b>		<b>FRANCO-ARCILLO LIMOSO (F.Y.L.)</b>
<b>MATERIA ORGANICA (%)</b>		0.66		1.46
<b>PH</b>		7.0		8.5

En el presente trabajo, se utilizó el diseño de subparcelas, con tres tratamientos, dos subtratamientos y tres repeticiones. Por la naturaleza el estudio los tratamientos no se pueden distribuir al azar dentro de cada bloque, por lo que deben arreglarse de manera sistemática (Calzada, 1964). El control de la profundidad se logró con el sistema de arado en melgas en el que cada media melga constituyó un subtratamiento, cambiando la profundidad de trabajo en cada vuelta, como se observa en la Figura 1.

**Figura 1. Croquis y disposición de tratamientos en las parcelas (Patacamaya y Culta)**

donde:

Tratamiento 1: Humedad máxima posible para roturación (HR1).

Tratamiento 2: Humedad intermedia (HR2).

Tratamiento 3: Humedad mínima posible para roturación (HR3).

Subtratamiento 1: Profundidad de roturación máxima determinada en función de la humedad de roturación (PR1).

Subtratamiento 2: Profundidad de roturación mínima determinada en función de la humedad de roturación (PR2).

Se determinó la humedad al momento de la roturación en la muralla: en la superficie (0-5 cm), capa labrada (5cm - fondo de labor) y por debajo del fondo de labor. Se sacaron luego las muestras a: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 y >30 cm, con barreno, cada semana, cada 10 días y luego cada 15 días hasta la siembra.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 1. Humedad y profundidad de roturación

Los resultados obtenidos sobre las condiciones de humedad de roturación se pueden apreciar en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Comparación de humedad de roturación promedio por el Test de Newman-Keuls a 5 %**

Humedad de roturación OBJETIVO		FRANCO ARENOSA				FRANCO ARCILLOSA			
		HR1 máxima	HR2 interme- dia	HR3 mínima	PROME- DIO	HR1 máxima	HR2 interme- dia	HR3 mínima	PROMEDIO
Humedad OBTENIDA al momento de roturación (promedio 0-30 cm)		11.35	9.06	7.84		14.82	14.28	14.25	
	Superficial (0-5 cm)	10.9a	8.56b	6.22b	8.51b	14.9a	10.76b	11.26b	12.29c
<b>Profundidad de muestreo</b>	Capa labrada (5cm-fondo labor)	12.7	8.85	8.17	9.90a	14.44	14.97	14.69	14.69b
	Debajo del fondo de labor (>20-25cm)	10.57	9.70	9.13	9.80a	15.18	18.47	16.77	16.37a

Se evidencia, para la textura franco arenosa (F.A.), que las humedades de roturación: máxima, media y mínima, son estadísticamente diferentes para la profundidad de muestreo superficial, en tanto que para la capa labrada y por debajo de ella no se observan diferencias. Para la textura franco arcillo limosa (F.Y.L.) en cambio, y para la profundidad de muestreo superficial, se hallaron diferencias entre la humedad de roturación máxima con respecto a las humedades media y mínima posibles para roturación; a nivel de la humedad en la capa labrada y por debajo de ella no hubieron diferencias en cuanto a tratamientos. La humedad es mayor a medida que se avanza en profundidad.

La profundidad de roturación se evaluó sobre diez mediciones efectuadas en cinco surcos, para cada subtratamiento (ver Cuadro 3).

**Cuadro 3. Promedios de profundidad de roturación (cm) por tratamientos**

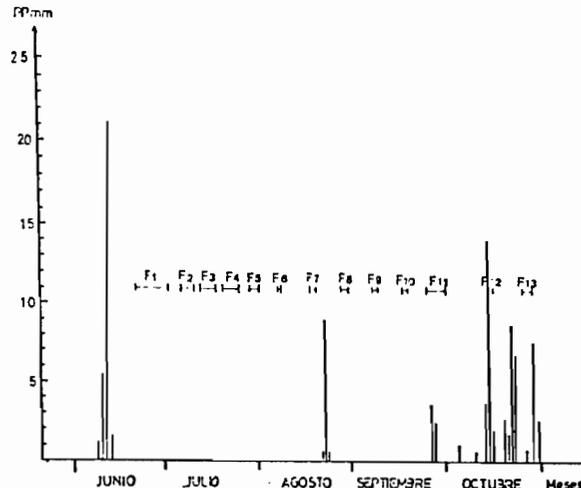
Prof. de roturación OBJETIVO (cm)	FRANCO ARENOSO			FRANCO ARCILLO LIMOSO		
	Máxima (20-25)	Interm. (10-15)	Mínima (8-10)	Máxima (20-25)	Interm. (10-15)	Mínima (8-10)
para HR1	22,26 (PR1)	15,76 (PR2)		20,36 (PR1)	16,29 (PR2)	
Prof. de Roturación OBTENIDO para HR2	21,3 (PR1)	13,86 (PR2)		21,66 (PR1)	14,7 (PR2)	
para HR3		14,91 (PR1)	9,02 (PR2)		15,14 (PR1)	9,15 (PR2)

Las profundidades de roturación obtenidas para HR1, HR2 y HR3 se encuentran dentro de los rangos de profundidad de roturación objetivo, tanto para textura F.A. como para textura F.Y.L.. Las variaciones observadas se deben a la regulación deficiente de los discos del arado, según la observación del perfil cultural, posterior a la roturación.

## 2. Evolución de la humedad del suelo hasta la siembra

Durante el estudio, se observaron dos fases claramente diferenciadas de condiciones climáticas que regularon la evolución del estado de humedad en el suelo (ver Fig. 2).

**Fig. 2. Precipitaciones diarias en Patacamaya (Senamhi-1990)**



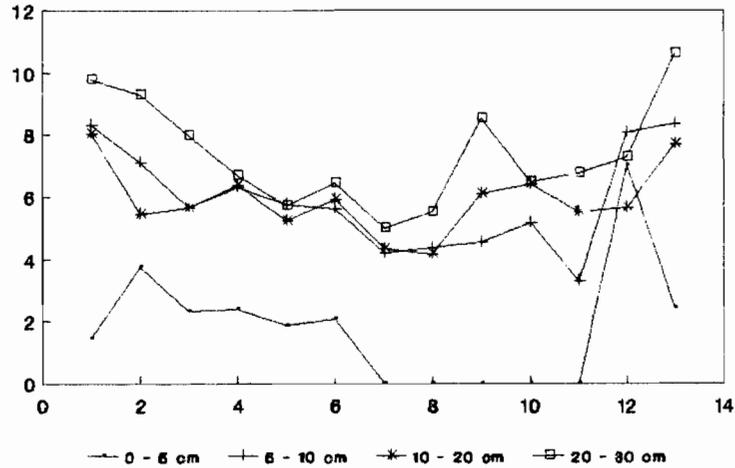
Se constata una primera fase de desecamiento que abarca hasta la fecha 10 de observación. La precipitación de 9.55 mm en agosto no llegó a humectar significativamente el perfil del suelo debido a una alta evaporación (25 mm en 10 días). Luego se tiene una fase de rehúmedación que abarca las fechas F11, F12 y F13 (siembra).

### 2.1. Textura franco arenosa

En la Figura 3, representativa de la evolución de la humedad en suelo franco arenoso se observa un desecamiento paulatino de la humedad superficial, desde la roturación hasta la fecha 7, habiendo secado totalmente para HR2 y HR3 en cinco semanas y una semana después para HR1. Se observa la misma evolución para la humedad en capa labrada y por debajo del fondo de labor. La evolución a esta última profundidad, si bien es similar a la de la capa labrada, es más irregular debido a la presencia de

greda arcillosa entre 20 y 25 cm de profundidad. Esta capa impermeable limita la pérdida de humedad por infiltración y aporta a la capa labrada por capilaridad (en la fecha 4 en particular).

**Fig. 3. Evolución de la humedad en suelo franco arenoso (HR1-PR1)**

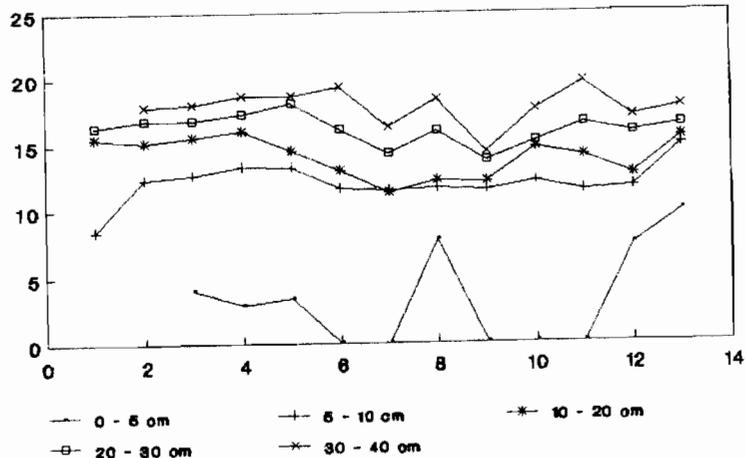


La precipitación de 9.55 mm anterior a la fecha 8 de muestreo se infiltra rápidamente hasta 10-30 cm, así como las lluvias más importantes que se presentan en las fechas 11, 12 y 13 con un acumulado de 47 mm, pero el nivel superficial se mantuvo en este caso húmedo.

**2.2. Textura franco arcillo limosa**

En la Figura 4, representativa de la evolución de la humedad, se ve que el desecamiento superficial también fue a las cinco semanas. La humedad en la capa labrada y por debajo de ella permanece estable a lo largo del tiempo, manteniendo un gradiente de humedad a medida que se avanza en profundidad.

**Fig. 4. Evolución de la humedad en suelo franco arcillo limoso (HR1-PR1)**



Una rehumectación por las precipitaciones de 9.55 mm y de 54 mm sólo es un aporte a la superficie y no modifica significativamente la humedad ni en la capa labrada ni por debajo de ella, contrariamente a lo que sucede en suelos franco arenosos.

### 2.3. Humedad al momento de la siembra

Para la textura F.A., no hay diferencias entre tratamientos. Sin embargo, aún cuando los resultados estadísticos nos demuestran una no significancia entre tratamientos, se podría decir que existe un efecto de la profundidad de roturación en el almacenamiento de agua con una probabilidad de 7% (ver Cuadro 4).

**Cuadro 4. Comparación de humedad a la siembra (Test de Newman-Keuls al 5%)**

		TEXTURA FRANCO ARENOSA					
		Humedad máxima		Humedad intermedia		Humedad mínima	
		PR 20-25 cm	PR 10-15 cm	PR 20-25 cm	PR 10-15 cm	PR 10-15 cm	PR 6-10 cm
	Superficial (0-5 cm)	2.44	2.40	2.23	3.30	3.13	4.41
<b>Profundidad de</b>	capa labrada (5-10cm) (10.25cm)	8.37 7.70	9.69 8.11	8.96 8.26	10.77 9.15	10.49 9.21	10.33 9.97
<b>muestreo</b>	Debajo del fondo de labor (>25 cm)	10.63	7.81	7.96	7.66	10.49	8.35
	PROMEDIO	7.28a	6.94a	6.85b	7.72a	8.33a	6.94b
		TEXTURA FRANCO ARCILLO LIMOSA					
	Superficial (0-5cm)	9.80	9.31	8.67	8.38	10.9	9.06
<b>Profundidad de</b>	Capa labrada (5-10cm) (10.15 cm)	14.80 15.39	16.83 14.39	17.47 17.69	16.59 15.48	16.74 18.62	15.43 16.96
<b>muestra</b>	Debajo del (25-30cm) fondo de labor (30-40cm)	16.38 17.73	13.37 16.35	18.80 19.37	15.93 16.36	18.69 16.88	16.70 20.05
	PROMEDIO	14.82a	14.05b	16.4a	14.55b	16.20a	15.64b

Para la textura F.Y.L., se observa que, si bien el aporte de las precipitaciones uniformiza el nivel de humedad del suelo, que se verifica de acuerdo al análisis estadístico que arroja una no significancia entre HR1, HR2 y HR3, pero si existe un efecto de la profundidad de roturación en la capacidad de almacenaje del agua particularmente en la capa labrada; obviamente a profundidades de roturación mayores será mayor el almacenamiento de agua.

## IV. CONCLUSIONES

1. Dadas las condiciones climáticas presentadas en el estudio, las roturaciones en condiciones mínimas de humedad fueron más favorables para una mayor reserva útil en la siembra que las roturaciones en condiciones húmedas, en texturas franco arcillo limosas; lo mismo que para texturas franco arenosas. Estadísticamente es indistinto roturar con HR1, HR2 ó H3 para lograr una mayor reserva útil de agua, para la posterior germinación de las semillas. La profundidad de roturación tiene sin embargo, un mayor efecto que las condiciones de humedad de roturación obtenidas, tanto en texturas franco arenosas como en franco arcillosas.

2. Las referencias obtenidas servirán para razonar en situación campesina, la fecha de roturación en función del clima del año. La caracterización de los estados sucesivos del suelo es un primer paso independientemente del cultivo a ser sembrado, y constituye una etapa imprescindible para poder interpretar, luego, el rendimiento de los cultivos.
3. Este ensayo experimental demuestra las dificultades inherentes a las investigaciones sobre trabajo del suelo en general. Es inútil buscar una relación directa entre técnica y rendimiento final del cultivo. Se deben definir criterios de caracterización del estado estructural objetivo creado por las herramientas en diferentes condiciones de suelo, como textura, humedad y poner en relación estas características con la obtención del rendimiento del cultivo. Hemos descompuesto estas dos fases, limitándonos a analizar la primera.

#### **V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

CALZADA, B. 1964 - Estadística experimental Lima Agro ganadera S.A., pp. 474-512.

HENIN, S., GRAS, R., MONNIER, G. 1972 - El perfil cultural. El estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas. Madrid, Mundi - prensa, 335 p.

REINAGA, G. 1983 - Diferentes sistemas de preparación del suelo y siembra del cultivo de trigo. Tesis Ing. Agr., Cochabamba, UNMSS, 143 p.



## EVOLUCION DEL ESTADO SUPERFICIAL ENTRE LA ROTURACION Y LA SIEMBRA

Dominique HERVE<sup>1</sup> y David CONDORI<sup>2</sup>

1: Ph.D. Agrónomo. ORSTOM-IBTA. La Paz.

2: Tesista. ORSTOM-IBTA. La Paz.

### I. INTRODUCCION

Diversas investigaciones apuntan a la necesidad de adelantar la fecha de roturación del suelo para aumentar la cantidad de agua almacenada hasta la siembra (Orsag, 1989). Los agricultores señalan el riesgo de un laboreo precoz, especialmente en suelos a tendencia limosa. Por el efecto del golpeo de las gotas de lluvia, la superficie puede encostrarse, limitando las posibilidades de infiltración (Boiffin, 1984). Obligaría también al agricultor a volver a roturar si quiere sembrar. El estado superficial del suelo, resultante de la roturación, se va a modificar bajo la influencia de las precipitaciones (cantidad e intensidad), la evaporación, las heladas. Condiciona el estado del suelo que se pretende obtener en la siembra, determinante para la instalación de cualquier población vegetal.

Nos proponemos seguir la evaluación del estado superficial del suelo entre la roturación con discos y la siembra, excluyendo del análisis ambas operaciones culturales, mediante fotos a la vertical de placetas de un metro cuadrado, repetidas en el tiempo cada 10 mm de precipitación acumulada, aproximadamente. Este método difiere entonces de la evaluación visual del grado de desterronamiento, practicada por Reinaga (1983) y Cossio (1990), en el caso de la siembra de cereales, que consiste en medir en un marco de un metro cuadrado dividido en cuadritos de 5 cm por 5 cm el porcentaje de terrones inferiores a 5 cm. Tratamos de relacionar el estado superficial obtenido con las condiciones de roturación y las precipitaciones entre la roturación y la siembra. Nos preguntamos ¿cómo caracterizar un estado del suelo objetivo para la siembra y cómo obtenerlo?

La hipótesis es que la textura del suelo, la profundidad y la humedad de roturación condicionan el tamaño y la distribución de los terrones superficiales al momento de la siembra.

### II. MATERIALES Y METODOS

Las placetas de observación del estado superficial han sido ubicadas perpendicularmente al sentido de avance del arado de discos, con tres repeticiones por tratamiento, en un diseño de parcelas subdivididas a dos factores: humedad y profundidad de roturación. Se dejó pasar un cierto tiempo después de un riego pesado para obtener tres niveles de humedad al momento de la roturación (HROT = HR1, HR2, HR3), que se diferenciaron solamente en suelo franco arenoso (11.35%, 9.06% y 7.84% en 0-30 cm). Se roturó a tres profundidades (20-25 cm, 10-15 cm, 8-10 cm), reagrupadas por dos en cada tratamiento, la máxima (PR1) y la mínima (PR2) permitidas a la humedad considerada.

Se repite este ensayo en dos localidades: Patacamaya, con un suelo de textura franco arenosa y Culta, franco arcillo limosas (Cuadro 1).

Para tomar las fotos a la vertical, se usa una cámara fotográfica con un objetivo de 35 mm, colocada en un trípode a 1.20 m de altura. Una ligera inclinación del objetivo explica la deformación de las imágenes por perspectiva. El trazo en estas fotos del contorno de 6 clases de terrones (DT1: < 1 cm, DT2: 1 - 5 cm, DT3: 5 - 10cm, DT4: 10 - 15 cm, DT5: 15-20 cm, DT6: > 20 cm) permite luego medir con planímetro la extensión respectiva de cada clase, expresada en porcentaje. Ubicamos en el Cuadro 2, las 4 fechas de observación entre junio y octubre 1990, que llamaremos en el texto F1, F2, F3, F4, en relación a las precipitaciones diarias y sus intensidades, muy reducidas salvo el 7/06, 12 mm/h y el 14/10, 3.17 mm/h. En cada fecha, se realiza un análisis de varianza en un diseño experimental de parcelas subdivididas, y considerando la clase de diámetro de los terrones como el tercer tratamiento con 6 modalidades. Cuidando a la igualdad de varianza de los residuos, se clasifica los tratamientos significativos con el test de Newman-Keuls a 5%.

**Cuadro 1. Granulometría de los suelos de Patacamaya y Culta.**

	PATACAMAYA		CULTA	
Arcillosa (<2u)		6.1		19.3
Limo fino (2u-20u)		6.45		31.6
Limo grueso (20u-50u). Limo	8.15	14.6	13.6	45.2
Arena fina (50u-20u)	44.85		24.45	
Arena gruesa (20u-2mm). Arena	33.75	78.6	10.10	34.5
<b>CLASE DE TEXTURA</b>		<b>FRANCO-ARENOSO (F.A)</b>		<b>FRANCO-ARCILLO LIMOSO (F.Y.L.)</b>
<b>MATERIA ORGANICA (%)</b>		0.66		1.46
<b>PH</b>		7.0		8.5

### 1. Efecto de las condiciones de roturación sobre el estado superficial

Verificamos estadísticamente que el factor diámetro de terrón es significativo pero, las desviaciones de los residuos siendo negativas, no se pueden comparar con los promedios. La clasificación por el test de Newman-Keuls a 5 % es similar en ambas localidades: DT1>DT2>DT3 = DT4 = DT5>DT6 en Patacamaya, DT1>DT2>DT3>DT4>DT5 = DT6 en Culta. Consideraremos en el primer caso la clase de terrones superiores a 20 cm y en el segundo superiores a 15 cm (la diferencia proviene de una pasada de rastra post roturación), y en ambos casos, las clases < 1 cm y 1 -5 cm que son las que más varían entre tratamientos.

En ambas texturas, los tratamientos de humedad de roturación (HROT) y de profundidad de roturación (PROT) o su interacción tienen un efecto significativo en el tamaño de los terrones creados. Los tratamientos a humedad de roturación mínima producen más tierra fina (<1cm) que los de humedad media y máxima, no significativamente diferentes a 5 %.

En Patacamaya, la roturación a mayor humedad produce más terrones superiores a 20 cm, con la siguiente clasificación:

$$HR3 < HR2 = HR1.$$

2.06 (a) 12.53 (b) 18.29 (b)

Para la clase 5-20 cm el factor profundidad de roturación es significativo (proba AVA = 0.460); PR1 (22.36) > PR2 (17.63) a 5%. No se puede concluir para la clase 1-5cm por la no significancia estadística en Patacamaya y por la elevada varianza de los residuos en Culta. En esta localidad, los tratamientos HR1 y HR2 producen más terrones entre 5 y 15 cm.

Cuadro 2. Intensidad de lluvias en Patacamaya (SENAMHI 06-10/90)

Mes, Día	Precipitación	Número de eventos lluviosos distintos	Intensidad de lluvia (mm/h)	Fecha de observación estado superficial	LLuvia acumulada Total (mm)		
06 1	6.0	--	--	Roturación 19.25/06	0		
2	3.0	--	--				
7	1.0	1	12				
8	7.0 nev.	1	2.33				
9	10.0	2	2.25/2.25				
10	3.6	2	4.4/0.83				
11	21.0	1	1.31				
12	1.5	--	--				
08 22	0.5	1	0.17			10/08 F1	0
23	9.0	3	0.5/2.17/0.33				
24	0.5	1	0.17				
09 26	3.5	1	1.17			11/09 F2	10
27	2.5	--	--				
10 4	1.0	--	--	21/10 F3  25/10 F4 26/10 Siembra Pat. 29/10 Siemb. Culta	31.5		
10	0.5	1	0.17				
13	3.5	1	1.17				
14	14.0	2	3.17/1.5				
15	2.0	1	0.67				
19	2.5	2	0.17/0.67				
20	2.0	2	0.5/0.17				
21	8.5	2	2.17/0.67				
22	6.5	4	0.33/0.33/0.5/1				
26	0.5	1	0.17				
28	7.5	1	2.5				
30	2.5	2	0.33/0.5				
31	7.5	2	0.50/2				
							41.5 15.0 56.5

En ambas texturas la interacción humedad profundidad de roturación tiene un efecto positivo sobre la proporción de terrones de mayor tamaño: la probabilidad es de 0.0301 (S) en Culta pero el test de Newman lo separa las interacciones a 5%.

La probabilidad es de 0.0092 (HS) en Patacamaya, con la siguiente clasificación en grupos homogéneos:

HR1-PR1 >	HR1-PR2,	HR2-PR2 >	HR2-PR1,	HR3-PR1 =	HR3-PR2
26.54	20.04	17.54	7.53	3.63	0.49

Podemos concluir que las condiciones de roturación influyen directamente la proporción de tierra fina y terrones grandes.

## 2. Evolución del Estado superficial entre la roturación y la siembra

Las precipitaciones e intensidades de lluvia entre la roturación y la siembra (Cuadro 2) diferencian los estados superficiales de dos grupos de fechas, F1, F2 y F3, F4.

### Patacamaya

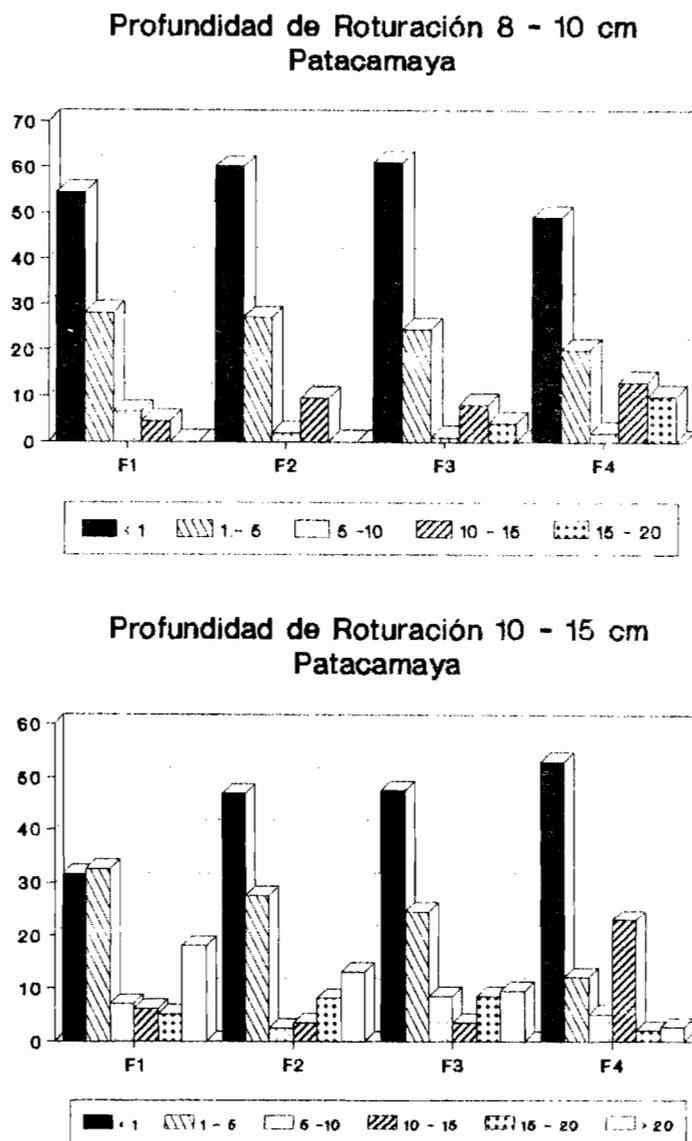
En referencia a los histogramas (Figura 1), notamos que el % de terrones superiores a 20 cm, que se reduce entre F1 y F3, diferencia nítidamente las tres humedades de roturación:

es elevado en HR1,  $PR1 > PR2$  (40 %, 10%)

es regular en HR2,  $PR1 < PR2$  (7%, 18)

es reducido en HR3,  $PR1 > PR2$  (5%, 0%)

Figura 1.

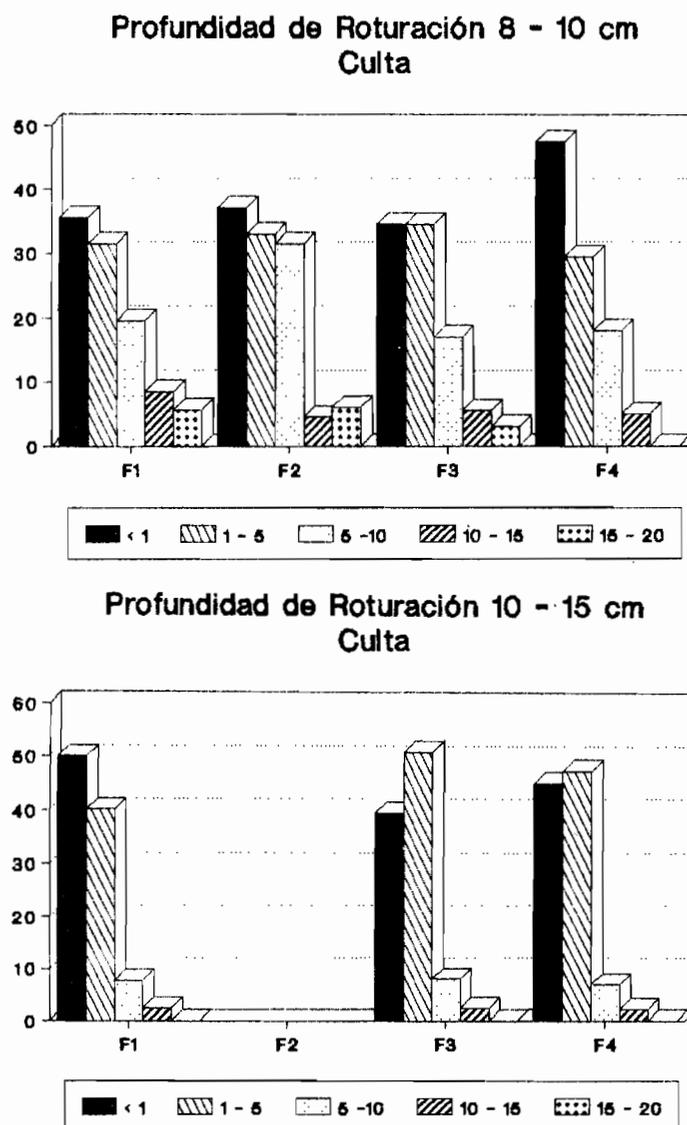


Se compactan en costra los agregados de tamaño inferior a ligeramente superior a 1 cm, desde F3 o F4 y las precipitaciones entre estas dos fechas vuelven a escarbar la superficie, creando nuevos terrones de más de 20 cm que contribuyen a desnivelar la superficie. En HR1 y HR2, los terrones de más de 20 cm, se desagregan en beneficio de las clases 1-5 y menos de 1 cm., que crecen entre F1 y F3. En F4, se vuelven a formar terrones de más de 20 cm., la costra progresa y los terrones de menos de 5 cm tienden a disminuir. En HR3, o sea en condiciones secas de roturación, el 1% de terrones superior a 20 cm., varía poco según la profundidad de roturación. Estos terrones desaparecen en F3, aumentando la clase < 1 cm. y disminuyendo la clase < 5 cm. No se debe temer, con esta textura, al proceso de encostramiento.

## Culta

Se observa en los histogramas (Figura 2) una misma tendencia en los tres tratamietnos de humedad de roturación: los terrones de más de 15 cm. romados en F1 se desagregan hasta F2 o F3 en beneficio de la clase de terrón 1-5 cm, que tiene tendencia en aumentar entre F1 y F3. La clase de agregados de menos de 1 cm. tiende a reducirse en el mismo tiempo, hasta incorporarse a la costra superficial (F4). En el tratamiento HR1, a menor profundidad, se produce más tierra fina y terrones del diámetro máximo. En HR2, la desagregación es más lenta, hasta F4 y no se diferencia las dos profundidades de roturación. En HR3, la tendencia es menos nítida; no se notan modificaciones entre las fechas F3 y F4.

Figura 2.



### 3. Análisis de varianza en F3 y F4

#### Patacamaya

Aparece factores significativos solo en F3, no en F4

< 1cm,	PROT proba = 0.0085 HS	, PR2 >	PR1(53.62 a, 44.42 b)
1-5 cm,	PROT proba = 0.008 HS	, PR1 >	PR2(39.46 a, 29.01 b)
5-20 cm,	HROT proba = 0.0247 S	, HR2 =	HR1 > HR3 > 20 cm, NS

Estos resultados traducen el hecho que el estado superficial esta bastante modificado por las precipitaciones, variando el efecto según la clase de terrones.

### Culta

Existe un efecto significativo de algunos factores en F3 solo para la clase de terrones 5-15 cm:

-la interacción humedad-profundidad de roturación (proba = 0.0058 HS) HR1-PR1, HR2-PR1 > HR2-PR2, HR3-PR1 > HR3-PR2 23.32 (a) 15.02 (a), 29.97 (a) 16.09 (b) 24.62 (a) 10.19 (b) solo los extremos (HR2-PR1 y HR3-PR2) se diferencian nítidamente.

-la profundidad de roturación (proba=0.0152 S), PR1 > PR2 23.20 (a), 16.54 (b).

Existe significación de algunos factores en F4 solo para la clase de terrones > 15cm: la interacción humedad-profundidad de roturación (proba=0.0020 HS) con HR3-PR1 superior a las demás y la profundidad de roturación (proba = 0.0130 S) con PR1 > PR2  
3(a) 0.67 (b)

En textura franco arcillosa, la proporción de terrones de 5-15 y > 15 depende de la profundidad de roturación (PR1 > PR2).

### III. CONCLUSIONES

La humedad y profundidad de roturación tienen efectos sobre la proporción y el tamaño de los terrones creados por la roturación; el efecto sobre el estado superficial al momento de la siembra se diferencia según la textura. Entre las dos fechas, aparece una costra superficial en F3 que se extenderá en Culta y será retocada en Patacamaya, con las lluvias ulteriores (F4). Muchos de los terrones creados siguen intactos y coherentes en nuevos bloques en F4, poco coherentes.

La evolución del estado superficial puede ser una limitante en suelo arcillo-limoso: rechazo a la infiltración, obstáculo para las plantulas recién brotadas, problema de trabajo del suelo post-roturación. El estado superficial óptimo resultaría de un compromiso entre la formación de tierra fina con riesgos de encostramiento y la de terrones de más de 15 cm que difícilmente se desagregarán. Los 56.5 mm de lluvia caída desde la roturación no lograron incorporar a la costra terrones de más de 5 cm. Un análisis frecuencial de las precipitaciones entre febrero y octubre permitiría precisar las reglas de decisión aplicables al momento de la roturación.

Disponemos de una metodología de caracterización y seguimiento del estado superficial del suelo que permitiría definir estados superficiales objetivos según los cultivos a instalar y precisar así lo que se entiende por la calidad de un trabajo de roturación. Es una referencia importante para los agricultores que a menudo no controlan las condiciones de roturación con maquinaria; contratan un tractor con arado de discos o rastra para roturar su parcela y pagan el trabajo por superficie, no según la calidad de la roturación.

### IV. BIBLIOGRAFIA

- BOIFFIN (J.) 1984. La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. These Dosteur Ingénieur INAPG, Paris, 320 p. + anx.
- COSSIO J.C., 1990 - Efecto de diferentes sistemas de preparación sobre la conservación de suelos en terrenos con pendiente. Tesis Ing. Agrónomo, UMSS, Cochabamba, 81 p. + anx.
- ORSAG, W., 1989. Efecto de un manejo agrícola alternativo de un aridisol del altiplano central de Bolivia sobre el almacenamiento de agua en el suelo. Ecología en Bolivia No. 3, 23-32.
- REINAGA, G. 1983. Diferentes sistemas de preparación del suelos y siembra en el cultivo de trigo. Tesis Ing. Agrónomo, UMSS, Cochabamba, 143 p.

## EFFECTO DE TRES FORMAS Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA EN CEBADA SOBRE LA EROSION HIDRICA DE UN SUELO EN EL ALTIPLANO

Patricia MOLINA

Ing. Agrónomo. Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear-IBTEN

### I. ANTECEDENTES

Las condiciones climáticas del Altiplano boliviano se caracterizan por una distribución monomodal de las precipitaciones, las cuales se concentran de tres a cinco meses al año, con intensidades que pueden sobrepasar los 6 mm por hora, intensa evaporación en la época seca; las condiciones edáficas se caracterizan por suelos de poco espesor y alto contenido de arcilla, con horizontes inferiores compactados, con presencia de sales, bajo contenido de materia orgánica, baja permeabilidad, débil estructuración, porosidad total baja, (Orsag, 1989). Estas características, junto con las prácticas de cultivo como ser surcos en sentido de la pendiente, con escaso o nulo aporte de materia orgánica al suelo, permiten suponer una alta tasa de erosión hídrica, con pérdidas en materia orgánica y elementos que determinan la fertilidad del suelo, como nitrógeno, fósforo, potasio y calcio.

El presente trabajo tuvo como objetivo encontrar, en forma preliminar, los valores de escorrentía superficial y la magnitud de las pérdidas de suelo en parcelas experimentales, las que se sometieron a diferentes tratamientos, para tener datos preliminares que permitan comparar estas pérdidas con valores de tolerancia a la pérdida del suelo establecidos, no específicamente para el Altiplano boliviano, pero para suelos con características similares.

Al mismo tiempo se ha cuantificado las pérdidas de elementos, tanto solubles como arrastrados en los sedimentos, comparándolos con valores obtenidos en otras regiones del mundo.

### II. OBJETIVOS

- Determinar la magnitud del escurrimiento durante el período vegetativo en un cultivo de cebada bajo diferentes métodos y diferentes densidades de siembra.
- Cuantificar el material arrastrado por el escurrimiento y determinar su composición granulométrica.
- Determinar las pérdidas de nutrimentos como nitratos, amonio, calcio, magnesio, potasio y fósforo.
- Estudiar y relacionar la dinámica del agua en el suelo con el agua escurrida.
- Buscar las relaciones entre la escorrentía y erosión con la intensidad, magnitud y frecuencia de las precipitaciones.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 1. Ubicación

El estudio fue realizado en un suelo del Altiplano, tipificado como aridisol, con una pendiente del 6%, ubicado en las laderas de una planicie aluvial del Centro de Investigaciones Nucleares, el cual se encuentra situado en la localidad de Viacha, a 3850 m.s.n.m., con una pendiente del 6%. La zona presenta las siguientes características climáticas: promedio anual de precipitación pluvial 619 mm, el 60% de la cual cae en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo (precipitación monomodal 3 a 5 meses); temperatura media anual de 7.1° C; temperatura mínima media de 3.4° C; temperatura máxima absoluta de 15.6° C y una humedad relativa media anual de 57.8%.

## 2. Agricultura de la zona

Se ha observado que en la mayor parte del Altiplano, especialmente en las laderas, los cultivos se realizan en sentido de la pendiente. La rotación de cultivos en la zona de estudio sigue, generalmente, la siguiente secuencia: papa-cebada-cebada, seguida de un descanso que varía de 5 a 20 años y que, por lo general, tiende a acortarse. El cultivo principal es la papa, al que se aplica estiércol, en cantidades de acuerdo a la disponibilidad y por lo general bastante bajas, y fertilizantes químicos, en dosis también por debajo de lo usualmente recomendado.

Para el cultivo de papa, se realiza una labranza primaria generalmente al final de la época de lluvias anterior y luego se realiza la siembra con las primeras lluvias, generalmente en Octubre. Para evitar los riesgos por exceso de agua que el cultivo de papa no tolera, los agricultores realizan los surcos en sentido de la pendiente. Posteriormente, como este cultivo deja el suelo bastante suelto, no se realizan labores de labranza para la siembra de cebada, simplemente se coloca la semilla al voleo y luego ésta es cubierta abriendo los anteriores surcos de papa con la ayuda de tracción animal, por lo que el cultivo de cebada queda también con surcos bastante profundos en sentido de la pendiente, a pesar de que este cultivo no es susceptible a un exceso de humedad temporal. En algunos casos, donde la introducción de la maquinaria lo permite, los agricultores colocan la semilla y luego ésta es cubierta con un pase de rastra, quedando el terreno sin surco y el cultivo más homogéneo.

## 3. Características de las parcelas y del sistema de recolección

El experimento se realizó en parcelas de 3x4 metros, las que fueron aisladas en sus bordes por planchas de zinc de 25 cm de altura, de los cuales se enterraron 15 cm. A un metro de uno de los bordes laterales y a 2 m del borde superior e inferior se instalaron tubos de acceso de aluminio de 60 cm de largo para las mediciones con la sonda neutrónica. Esta longitud fue suficiente para realizar mediciones incluyendo el horizonte Cca.

A lo largo del borde inferior de las parcelas, se instalaron canales de recolección cubiertos, que llevaban agua escurrida a recipientes recolectores colocados en cavidades en el suelo, también cubiertas.

## 4. Tratamientos

Todas las parcelas fueron sembradas al voleo. En las parcelas con surcos, éstos se realizaron una vez colocada la semilla, de manera similar a como siembran los agricultores de la zona sus cultivos de cebada. Las parcelas sin surcos podrían ser una imitación a como queda el cultivo de cebada cuando ha sido sembrado con rastra de tractor. Los tratamientos son los siguientes:

N° TRAT.	DENSIDAD DE SIEMBRA KG/HA	FORMA DE SIEMBRA
1	100	Surcos en sentido de la pendiente
2	100	Surcos en sentido contrario de la pendiente
3	100	Sin surcos
4	80	Surcos en sentido de la pendiente
5	80	Surcos en sentido contrario de la pendiente
6	80	Sin surcos

Los mismos que fueron arreglados en un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones, totalizando 24 parcelas.

Las densidades de siembra utilizadas se deben a que se ha observado que en los cultivos de la zona se utilizan densidades de siembra en cebadas que son bastante bajas, es por esto que se ha tomado la densidad de 80 kg/ha para una mayor aproximación a esta realidad, aunque posiblemente las densidades realmente utilizadas son aún más bajas. La densidad de 100 kg/ha es la recomendada para este cereal. Se aplicó una fertilización 60-60-0 con úrea y fosfato diamónico.

## 5. Parámetros evaluados

Luego de cada lluvia se procedió a la medición de la cantidad de agua escurrida utilizando recipientes graduados. Se tomaron muestras de agua de cada parcela y de cada lluvia. El suelo arrastrado se obtuvo por sedimentación y posterior desecación del agua escurrida en una mufla a 110° C. En las muestras de agua se realizaron los siguientes análisis: pH (Potenciometría); Conductividad Eléctrica (Conductivímetro); potasio y calcio (Potenciometría); nitratos y amonio (Micro Kjendahs) y fósforo (Olsen). En los sedimentos se realizaron análisis de textura (Bouyoucos), materia orgánica (Walkey y black) y fósforo (Olsen). Las mediciones de humedad se realizaron a partir del mes de Febrero, efectuándose dos mediciones para cada profundidad. La humedad del suelo fue determinada con ayuda de una sonda neutrónica (Hydroprobe 503) a las profundidades de: 15 cm (Horizonte Ap), 25 y 35 cm (Horizonte Bt) y 45 cm.

## IV. RESULTADOS

En la Tabla 1 pueden observarse los valores totales de escurrimiento, pérdida de suelo y nutrientes para los diferentes tratamientos. En la Tabla 2 puede observarse la relación entre las pérdidas de suelo y el escurrimiento con la magnitud e intensidad de la precipitación. En la Tabla 3 se tienen los datos de los rendimientos para cada tratamiento.

En el Gráfico 1 se observa la distribución anual de la precipitación y la comparación de la precipitación del año estudiado con la media para 25 años. En el Gráfico 2 se observa la correlación entre el escurrimiento y la intensidad de la precipitación y en el Gráfico 3 la variación del almacenamiento de agua para los diferentes tratamientos.

**Tabla 1. Resumen del escurrimiento y pérdidas anuales de suelo y nutrientes para los diferentes tratamientos.**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Escurrecimiento % de la P	9.80	2.63	4.29	10.9	2.66	4.91
Pérdidas de suelo Tn/ha	0.54	0.17	0.26	0.71	0.18	0.24
<b>Perdidas de nutrientes en suspensión por kg/ha</b>						
Calcio	2.82	1.01	1.11	4.05	0.68	1.59
Nitratos	3.00	0.76	1.67	3.39	0.74	1.50
Potasio	0.66	0.22	0.23	0.51	0.16	0.33
Amonio	0.53	0.19	0.21	0.43	0.15	0.29
<b>Perdidas de nutrientes en los sedimentos</b>						
Fósforo ppm	52.50	59.89	35.90	28.51	33.81	38.40
Materia orgánica %	2.60	2.81	2.60	2.27	2.35	2.71

## V. CONCLUSIONES

De la experiencia realizada y de los resultados obtenidos se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. Debido a la poca permeabilidad de los suelos y a la poca profundidad de la capa arable, el escurrimiento en parcelas con surcos en sentido de la pendiente puede alcanzar valores de 10.99% de la precipitación, a pesar de tratarse de una pendiente ligera (6%), mientras que el escurrimiento cuando se cultiva en surcos en sentido contrario, alcanza solamente a 2.66% y a 4.61% cuando se cultiva sin surcos
2. Las pérdidas de suelo cuando se cultiva en sentido de la pendiente, alcanzan a 0.71 T/ha/año, es decir sobrepasan los valores de tolerancia determinados por Torrez Ruíz para suelos similares (0.4 T/ha/año), mientras que en cultivos con surcos en sentido contrario de la pendiente (0.18 T/ha/año) o sin surcos (0.26 T/ha/año), los valores de erosión están por debajo del valor permisible. En el suelo erodado se observa un arrastre selectivo de partículas finas: arcilla y limo en una proporción de 82%

GRAFICO 1

PRECIPITACION MEDIA Y DEL AÑO 1988-1989

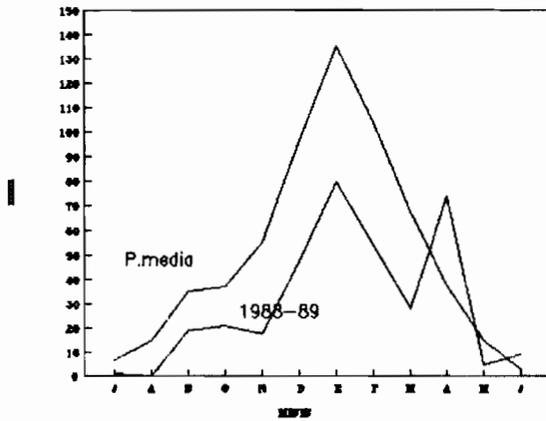


GRAFICO 2

INTENSIDAD vs ESCURRIMIENTO  
SIN SURCOS EN SENTIDO DE LA PENDIENTE

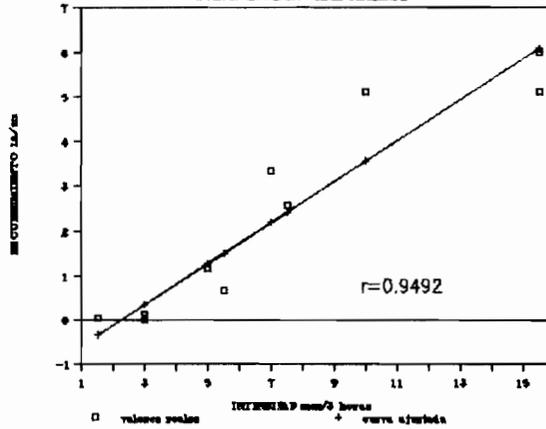


GRAFICO 3

VARIACION DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA  
HORIZONTE Ap

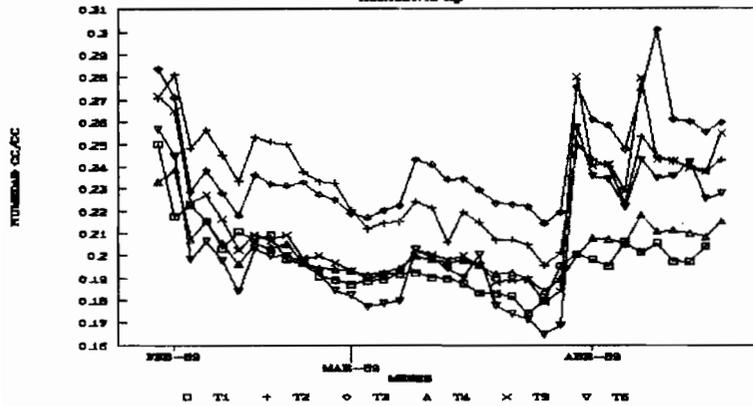


TABLA 3  
PRODUCCION DE CEBADA POR  
TRATAMIENTO

Densidad	Trat	T/Ha*
100 Kg/Ha	1	7.45
	2	10.83
	3	8.93
80 Kg/Ha	4	6.19
	5	7.76
	6	8.23

\* Peso seco

TABLA 2

ESCURRIMIENTO Y PERDIDAS DE SUELO DE ACUERDO LA FORMA DE SIEMBRA Y SU RELACION CON LA  
PRECIPITACION TOTAL Y LA INTENSIDAD

FECHA	PRECIP mm	INTENSIDAD mm/3 hr	SURCOS EN SENTIDO DE LA PEND		SURCOS PERPENDICULARES		SIN SURCOS	
			ESCURRIMIENTO % DE LA P	SEDIMENTOS Kg/Ha	ESCURRIMIENTO % DE P	SEDIMENTOS Kg/Ha	ESCURRIMIENTO % DE P	SEDIMENTOS Kg/Ha
23-Enero	31.50	15.50	19.08	83.12	4.54	19.77	6.44	24.98
24-Enero	14.50	10.00	35.31	288.98	9.18	112.50	26.48	183.67
25-Enero	8.00	5.00	29.50	16.28	5.13	63.90	6.38	68.35
28-Enero	4.40	*	1.37	0.14	1.23	14.55	0.91	11.25
4-Febrero	12.30	*	5.57	14.07	1.95	2.65	1.87	2.46
8-Febrero	7.40	*	0.82	1.64	0.68	1.96	0.54	0.55
15-Febrero	8.60	*	0.84	3.97	1.40	1.77	1.51	1.28
20-Febrero	2.50	*	1.65	1.72	0.32	0.40	0.92	1.20
27-Febrero	9.50	*	11.42	33.13	1.26	3.34	1.71	2.75
7-Marzo	5.00	3.00	0.41	0.45	0.60	0.62	3.20	0.28
10-Marzo	8.00	3.00	0.30	1.15	0.23	0.57	0.10	0.28
12-Marzo	10.50	7.50	24.57	120.44	1.62	7.95	2.38	7.52
31-Marzo	8.00	3.00	0.36	2.41	0.16	1.45	0.03	0.34
2-Abril	33.50	15.50	15.24	51.24	5.46	8.09	8.18	11.56
3-Abril	8.50	3.00	1.40	4.31	0.24	0.65	0.35	2.31
15-Abril	4.50	1.50	0.74	0.81	0.64	0.75	0.62	0.69
18-Abril	11.00	5.50	6.14	11.79	1.00	1.84	1.27	2.23
27-Abril	12.50	7.00	1.13	1.71	0.48	0.70	0.84	1.23

\* No existen datos por fallas en la Estación Automática.

\*\* Pendiente: 6%

3. Los nutrientes que más se pierden en solución, son el calcio (3.435, 0.845 y 1.350 kg/ha/año, para los tratamientos en sentido de la pendiente, en sentido contrario y sin surcos, respectivamente), seguido por los nitratos (3.21, 0.75 y 1.58 kg/ha/año, respectivamente). Luego está el potasio (0.578, 0.195 y 0.279 kg/ha/año) y el amonio (0.48, 0.17 y 0.25 kg/ha respectivamente). En el suelo erodado se observa una proporción alta de materia orgánica: 2.55%. También se observa una concentración alta de fósforo (41.5 ppm), en ambos casos, asociados con la fracción coloidal.
4. El almacenamiento de agua en el perfil está en función de la forma de siembra (sentido de los surcos) y de la uniformidad y cobertura del suelo (densidad) e incide directamente en el rendimiento del cultivo de cebada.
5. El escurrimiento, para el caso del suelo estudiado, está en función de la intensidad de precipitación y de la humedad anterior del suelo, lo que a su vez está determinado por la distribución, frecuencia y magnitud de las precipitaciones. La erosión está principalmente relacionada con la humedad anterior del suelo, el estado en que éste se encuentra (suelto por labranzas o compactado) y la cobertura vegetal.
6. De los valores obtenidos en este trabajo, en un año que puede ser considerado como "seco", se puede concluir que si se realizan prácticas de cultivo como los surcos en sentido de la pendiente, se está sometiendo al suelo a una erosión significativa, es decir se está degradando suelos que, en el caso del Altiplano, son de muy lenta formación, por las condiciones climáticas.
7. Es necesario continuar con los estudios de erosión para años más lluviosos, para otros cultivos de importancia en el Altiplano y principalmente para suelos en descanso, donde los valores que se obtengan pueden ser mucho mayores.

## VI. BIBLIOGRAFIA

BROCKMAN, C.E. 1986. Perfil ambiental en Bolivia. A.I.D. La Paz, Bolivia. 166 pp.

KIRKBY, M.J. Y MORGAN R.P.C. 1984. Erosión de suelos. LIMUSA. México. 375 pp.

ORSAG, V. 1989. Determinación de las fluctuaciones de almacenamiento de agua en un aridisol del Altiplano Central con ayuda de técnicas nucleares. Revista Ecológica en Bolivia. La Paz, Bolivia. pp. 1-10.



## INVESTIGACION Y VALIDACION DE LA TECNOLOGIA DE CAMELLONES EN PUNO - PERU

Alipio CANAHUA<sup>1</sup>, Cesar DIAZ<sup>2</sup> y Pablo Cesar AGUILAR<sup>3</sup>.

1: Ing. Agr. MSc. Especialista en Desarrollo Agrícola. Proyecto PIWA/PELT-COTESU/IC.

2: Ing. Agr. MSc. Co-Director Proyecto PIWA-PELT-INADE/IC.

3: Ing. Agr. MSc. Investigador Asociado PIWA-UNA/FCA.

### I. ANTECEDENTES

Los vestigios de camellones en el altiplano de Perú y Bolivia, son conocidos por la literatura, como campos elevados o campos drenados (ridged fields o drained fiels). Estas infraestructuras agrícolas fueron desarrolladas por las culturas pre-hispánicas entre 700 a 600 A.C.

No existen datos históricos que expliquen el abandono de estas infraestructuras desde la cultura Inca, hasta el presente siglo. Sin embargo, los agricultores de la zona, mantienen aún principios de manejo y acondicionamiento del suelo para captar y almacenar agua así como drenar los excesos en lugares inundables. Este acondicionamiento consiste en hacer surcos anchos hasta dos metros y elevados en 40 a 60 cm. del nivel original del suelo al que denominan "wathus o wachus" (vocablo aymara y quechua respectivamente).

Por su magnitud es claro que los camellones representan una laboriosa recuperación de tierras pantanosas y con deficiente drenaje para agricultura, practicadas por las sociedades pre-hispánicas que alcanzaron un alto grado de organización social para el trabajo.

Entre 1981 a 1985, Erickson C. (1986) reconstruye en Huata (Puno), los primeros camellones a nivel experimental, bajo una concepción agroarqueológica y le pone el nombre de Waru-Waru (toponimio local). Posteriormente, como consecuencia de las fuertes inundaciones que sufrieron las planicies de Puno en 1985 y con base en los resultados preliminares de Erickson, las instituciones como CORPUNO/CIPA XV y PISA/COTESU promueven una reconstrucción extensiva de camellones en las comunidades campesinas; luego continúan con esta acción 13 instituciones públicas y ONG's.

Bueno M. (1990), estima que hasta 1989 las comunidades tenían 280 has. de waru-waru reconstruidas, con un balance de éxitos y fracasos en producción agrícola de papa dulce, especialmente *Solanum tuberosum ssp andigena*; aspectos que se acentúan en el año agrícola 1989-1990 considerado como el peor de la década por la sequía extrema (<400 mm.) y presencia de heladas en verano. Sin embargo, los camellones sin agua en los canales, dan cosechas aceptables de papas amargas (mezcla de *Solanum juzepczukii* y *Solanum curtilobum*), y se obtienen rendimientos altos en quinua (*Chenopodium quinoa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y cebada (*Hordeum vulgare*). En consecuencia, estos hechos hacen que surjan incógnitas y al mismo tiempo hipótesis para un programa de investigación integral.

Desde septiembre de 1989, opera en Puno el **Programa Interinstitucional de Waru-Waru (PIWA)**, dentro del Convenio de Cooperación Técnico-Financiera entre COTESU/IC de Suiza y PELT/INADE de Perú. Al inicio la investigación para la reconstrucción de camellones era conocida. Sin embargo al analizar la información previa y la sistematización de experiencias (Bueno de Mezquita M., 1988 y 1990), se concluye que se trabajaba con base a supuestos y con muchas interrogantes por resolver. De manera que el componente creció, con el propósito principal de reunir conocimientos científicos para interpretar el funcionamiento del Sistema de Camellones y desarrollar la Propuesta Técnica de Reconstrucción y Manejo, así como el desarrollo agrícola.

### II. ENFOQUE Y METODOLOGIA DE INVESTIGACION

Se estructura un programa de investigación para tres años, con una concepción de manejo integral de agua-suelo-planta, por las sociedades andinas (comunidades), para contrarrestar los riesgos climáticos, y con una estrategia de investigación-acción interdisciplinaria-interinstitucional y participativa.

La investigación toma los principios de la metodología general de sistemas de Hart R. (1980), Turrent A. (1985) y Holle M. (1990) e incluye fases interrelacionadas.

**Diagnóstico**

- Descripción del área de trabajo
- Descripción del proceso productivo
- Recopilación de la información previa

**Investigación**

- Básica aplicada
- Experimental/seguimiento de experiencias

**Validación**

- Comprobación de los componentes técnicos en condiciones campesinas

**Difusión**

El PIWA tiene un componente de apoyo a la reconstrucción de camellones y producción agrícola. Por estrategia, no espera los resultados de investigación para realizarlo; sinó que ambas se ejecutan en forma complementaria y mediante fichas de seguimiento se rescata la información valiosa de las experiencias de campo (investigación-acción).

**III. RESULTADOS Y DISCUSION****1. Inventario de áreas con restos de camellones**

Del inventario efectuado mediante aerofotografías de vuelo bajo (1/17.000), se determina que en Puno existen 102.442 has. con restos de camellones, superior a las 78.100 has. estimadas por Smith *et al.* (1981); el 78 % de éstas, ubicadas en la zona Norte del Lago Titicaca (Provincias de Puno y San Román), lo que hasta 1970 constituían las grandes haciendas ganaderas. Pero no todas estas áreas son aptas para la reconstrucción como sistema, por dos cuestiones fundamentales: primero de orden socioeconómico como tenencia de la tierra y área de pastos naturales para la ganadería; y segundo de orden técnico como concentraciones altas de sales carbonatos y arcillas en los suelos, así como alteración de canales de aducción de agua. Por lo tanto, la siguiente actividad es inventariar áreas potenciales para la reconstrucción, previa determinación de parámetros socioeconómicos y técnicos para calificarlas como tales.

**2. Relación suelo-agua-planta**

Existe amplia variación de suelos en los lugares con restos de waru-waru y áreas anegadas, en lo que se refiere a su desarrollo genético y fertilidad.

La profundidad del suelo agrícola (Horizonte A), fluctúa entre 0,06 a 0,90 m., gran parte con concentraciones significativas de sales y arcillas. Por otra parte los perfiles inferiores de áreas significativas presentan bancos de carbonatos, sales, arcillas y material grueso (arena y grava). Uno de los errores en la reconstrucción fue la inversión de estos perfiles para la cama de cultivo (terraplén), hecho que trasciende en pérdidas de producción agrícolas hasta en 70 %. Por lo tanto, es necesario definir y mapear las series de suelos aptas para camellones, para luego desarrollar técnicas de manejo de suelos en la reconstrucción, para cada caso en particular.

Respecto al componente agua en el agrosistema de camellones, parece evidente que, a diferencia de las chinampas de México, fueron construidos para rescatar tierras pantanosas para la agricultura y en las áreas de napa freática baja, para defender las tierras de cultivo de las eventuales inundaciones por crecidas de ríos, lagunas y Lago Titicaca; así como también de encharcamiento de sitios planos en meses y años lluviosos, como lo ocurrido en 1985/1986 y no parece claro que han sido necesariamente para subirrigación, como lo sostienen algunos hidrólogos modernos, porque, los primeros intentos en derivar agua de los ríos a los waru-waru en años de pocas lluvias enfrentan problemas como bajo caudal y desnivel hasta en tres metros; por otra parte el agua incorporada en los canales permanece pocas horas por la infiltración, percolación a causa del descenso de la napa freática.

**Cuadro 1. Variación de indicadores climáticos en el ámbito de las provincias de Puno y San Roman en el periodo 1980-1990**

CAMPAÑA AGRICOLA	PRECIPITACION TOTAL (mm)	PERIODO LIBRE DE HELADAS (días)	TEMP. MINIMA ABSOLUTA EN VERANO (°C)
1964-1984*	710	130-165	-2 a -3
1982-1983	530	120-160	-2 a -4
1985-1986	1210	145-180	0 a -1
1987-1988	780	125-150	-1 a -8
1988-1989	650	130-160	0 a -1
1989-1990	401	90-125	-5 a -7

\* Promedio de 20 años

FUENTE: Registros de SENAMHI e INIAA

Por lo tanto, es necesario conocer la variación de la precipitación pluvial durante el ciclo agrícola y en una década como mínimo (Grace B., 1985); porque en función a este factor no controlable varía los niveles de los mantos acuíferos relacionados con el sistema de camellones (lago, lagunas, ríos, freático). En efecto, la precipitación pluvial esperada en Puno es de 710 mm. (promedio de 20 años), pero en el periodo de 1980 a 1990,, por ejemplo, esta cifra presenta variaciones de 401 a 1270 mm (Cuadro 1).

Este hecho es importante porque en Patzcuaro, por ejemplo, Aguilar J. (1982), menciona que los experimentos de construcción de chinampas, se han topado con la dificultad de mantener un nivel de agua necesario; por fluctuaciones extremas de lluvias se tenían chinampas inundadas y secas completamente. Se necesitaba invertir mucho dinero en obras hidráulicas pero con una interrogante en la justificación económica.

**Cuadro 2. Rendimiento de cultivos andinos en agrosistemas waru-warú y pampa en diferentes zonas agroecológicas en año de sequía y heladas (1989/1990)<sup>1</sup> y año lluvioso<sup>2</sup>. T.M./ha/sistema.**

Localidad	Zona agroecológica (Alt. m.s.n.m.)	Agua en canal de waru-warú	Waru - Waru				Pampa			
			P. Dulce	P. amarga	Quinua	Cañihua	P. Dulce	P. amarga	Quinua	Cañihua
LAMPA Sutuca	Suni Alta 3,890	Poco	0,0	2,1	0,0	0,8	0,0	0,6	0,0	0,7
ACORA Caritamaya	Suni Baja 3,830	Poco	1,6	7,7	0,9	1,2	0,8	4,2	0,5	0,6
PUNO Chincheros	Circunlacustre 3,815	Regular	7,5	8,1	2,3	0,8	3,8	5,3	0,8	0,7
CAPACHICA Camijata	Circunlacustre 3,815	Regular	5,5	6,9	2,8	1,6	4,5	5,1	1,5	0,9
ATUNCOLLA Illpa	Suni Baja 3,825	Seco	0,0	4,2	3,2	1,4	0,0	8,3	2,8	1,1
PROMEDIO C.V.(%) Prom.Reg. <sup>3</sup>			2,9 117	5,8 44	1,8 73	1,2 30	1,8 4,98	4,7 N.E. <sup>4</sup>	1,13 0,53	0,8 0,41
1985/1986 ATUNCOLLA (Illpa)	Suni Baja 3,815	Lleno	17,81	23,8	1,8	0,65	0,0	0,0	0,0	0,0 <sup>5</sup>

1: Elaboración propia en base a evaluaciones de red de validaciones

2: Informes del INIAA (Ing. Edmundo Vilca)

3: Promedio global de Pampa, Ladera y Pie de Ladera (Ccama F., 1990)

4: N.E. No existen registros

5: Perdidos por inundaciones

Por consiguiente, la infraestructura de camellones es una alternativa para años lluviosos, como 1985/1986 (Cuadros 1 y 2) y para recuperar terrenos inundables de escaso valor biológico y económico. Por otra parte, en el altiplano, es evidente la importancia del manejo de la relación agua/suelo para retener agua en los canales, así como almacenar y conservar agua en terraplenes para meses y años de eventuales sequías. Este manejo, aún los campesinos lo practican, como la preparación de suelos en verano (Principio de Dry Farming), así como la eliminación de excesos de agua en los meses lluviosos (enero-febrero), con levantamiento de surcos altos y apertura de canales para el drenaje para evitar asfisia

de las plantas. Aguilar P.C. *et al.* (1989), Aplicaron estas prácticas campesinas, en la reconstrucción de waru-waru, incorporando la construcción de tabiques en canales para retener agua, con excelentes resultados.

Con base a estos antecedentes,, se proyecta el estudio de la "**Dinámica del agua y Sales en el Sistema de Camellones y su Relación con el Comportamiento de Cultivos**". Sobre el particular, desde el punto de vista del balance radiativo en el altiplano boliviano, Vacher J. *et al.* (1988), concluyen que "...una radiación global favorece una fotosíntesis intensa y una producción vegetal importante y además una radiación neta baja, induce pocas necesidades de agua para los cultivos..."

De la sistematización de los resultados de producción agrícola en camellones, se deduce que en esta infraestructura, es posible potenciar la productividad de cultivos de una determinada zona agroecológica. Las aseveraciones de Erickson C. y Garaycochea J. (1986), citado por Bueno de Mezquita (1988), en el sentido de que con waru-waru se llegan a obtener cosechas no usuales en planicie como papa dulce, oca, olluco, y trigo de invierno por reducción de heladas, son muy relativas probablemente se basan en resultados experimentales de las campañas agrícolas de 1984/1985 y 1985/1986, en las cuales el periodo libre de heladas se amplía hasta en 180 días, (Cuadro 1); pero en años con irregular distribución de lluvias y heladas, el éxito de cultivos se reduce a papa amarga, cañihua y quinua (Cuadro 2) porque en Puno las temperaturas mínimas en primavera y verano pueden llegar de -10°C a -15°C, incluso a pocos kilómetros del lago. Hasta el momento se conoce que con waru-waru sin agua en los canales, se puede mejorar la temperatura hasta en 1,5°C (Grace, 1985) y con agua hasta en 2,5°C; los mismos que son insuficientes como para evitar daño de heladas de cultivos sensibles al frío. Según el Cuadro 2, la papa amarga y la cañihua, muestran mayor consistencia en lugares y años; y la quinua en zonas agroecológicas (ZA) Circulacustre y Suni Baja.

Estos hechos nos inducen a afirmar que para la viabilidad agronómica y económica del agrosistema de camellones, tiene que tomarse en cuenta ciclos de 6 a 10 años, con arreglo y rotación de cultivos prioritarios como papas amargas (*Solanum curtilobum* y *Solanum juzepczukii*) cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), quinua (*Chenopodium quinoa*), cebada y avena forrajeras seguidas de pastos cultivados como asociaciones de alfalfa/dactylis o trebol/rye grass. En ZA Circulacustre con mayor probabilidad de éxito pueden entrar papa dulce (*Solanum tuberosum ssp. andigena*), haba (*Vicia faba*), trigo, cebada para grano, así como hortalizas si hay agua permanente. Aspectos que están en proceso de validación con resultados satisfactorios.

#### IV. CONCLUSIONES

El agrosistema de camellones (waru-waru en quechua y sukakollo en aymara), es una alternativa potencial para años lluviosos y para rescatar áreas inundables de escaso valor biológico/económico (marginales), siempre y cuando se entienda científicamente el funcionamiento del sistema mediante el conocimiento de la magnitud e intensidad de la variación de los factores incontrolables (clima, suelo, mantos acuíferos) y optimización agroeconómica de factores modificables (fertilidad de suelo, cultivo, insumos enfermedades, plagas y manejo).

#### V. BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, J. 1982. Las Chinampas. Una técnica agrícola muy productiva. Edit. ARBOL S.A. de CU. México D.F. 85 p.
- AGUILAR. P.C., PARI P. y CALLOHUANCA A. 1989. Waru-waru en la producción agropecuaria de las comunidades campesinas del altiplano. Informe final del Proyecto. IIDS-UNA. Puno, Perú. 165 p.
- BUENO DE MEZQUITA. 1988. Sistematización, evaluación y propuesta del Proyecto Rehabilitación de Camellones. Convenio PISA/CESPAC/COTESU. 1986-1987. Informe de consultoría. Mimeografiado. Puno, Perú.
- 1990. Sistematización de experiencias de la rehabilitación de waru-waru en Puno. Informe técnico de consultoría. Proyecto PIWA/COTESU/PELT/INADE. 303 p. Puno, Perú.

- CCAMA, F. 1990. La estructura y evaluación de la producción agropecuaria en el Departamento de Puno, 1970-1988. Serie estudios técnicos No. 1. INIAA-PISA. Puno-Perú.
- ERICKSON, C. 1985. La cronología de camellones en la Cuenca del Lago Titicaca. In: 45avo Congreso Internacional de Americanistas. 1-7 julio. Bogotá, Colombia.
- , 1986. Experiencias en la arqueología aplicada: recuperación de los campos elevados en la comunidad campesina de Huata. In: VI Congreso Peruano del Hombre y la Cultura Andina. Agosto 19-31. Lima, Perú.
- GRACE, B. El clima del altiplano de Puno. Edic. Convenio Perú-Canadá-CIPA XV. Puno Perú.
- HART, R.D. 1980. Agroecosistemas, conceptos básicos. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- HOLLE, M. 1990. El concepto de sistemas y una metodología de investigación agropecuaria. In: II Seminario-Taller: Enfoque y Análisis de Sistemas Agropecuarios Andinos. Serie Didáctica. No. 4. Ed. INIAA-PISA. Puno, Perú. PP 1-9.
- SMITH, C., DENEVAN W. y HAMILTON P. 1981. Antiguos campos de camellones en la región del Lago Titicaca. In: La tecnología en el mundo andino. A. Soldii y H. Lechtman (Comp.). UNAM-México D.F.
- TURRENT, A. 1985. El agrosistema. Un concepto útil dentro de la disciplina de productividad. No 3. Edit. Colegio de Post-graduados. Chapingo. México.
- VACHER J., ATTEIA O. e IMAÑA E. 1988. La Radiación neta y la evapotranspiración potencial (ETP) en el altiplano boliviano. In: VI Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Quito, Ecuador. 30 de mayo al 2 de junio de 1988. Edic. INIAP-CIID. Quito, Ecuador. PP 523-529.



## ALTERNATIVAS DE PRODUCCION AGRICOLA EN WARU WARUS <sup>1</sup>

Zacarías CUTIPA

Investigador del Proyecto: Diseño, Construcción, Operación y Estudio  
Técnico Económico de Waru Warus de PELT-PIWA, Puno-Perú

### I. INTRODUCCION

Muchas instituciones estatales y privadas están abocadas a la construcción y/o reconstrucción de waru warus, sin tener en cuenta que muchas de las áreas están cubiertas de pastos naturales de excelente calidad forrajera que puede soportar buena carga animal.

Esta situación se da en aquellas comunidades que cuentan con terrenos comunales como consecuencia de la adjudicación de tierras por reestructuración de Empresas Asociativas. En cambio cuando es de propiedad privada como los ahijaderos, no es destruido por constituir el alimento complementario de su ganado "huaccho", especialmente en época seca.

Determinar la mejor alternativa de uso de terrenos con vestigios de waru warus es muy importante para lograr un desarrollo agrícola sostenido en las comunidades campesinas del Atiplano Peruano.

### II. OBJETIVOS

- Determinar la mejor alternativa de uso de tierra con vestigios de waru warus
- Encontrar la mayor rentabilidad económica de la producción agrícola
- Buscar alternativas de rotación de cultivos en waru warus reconstruidos.

### III MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó inicialmente en los terrenos comunales de dos comunidades campesinas: Pichinchuani y Sutuca Urinsaya del Distrito y Provincia de Lampa, Departamento de Puno; representando a dos microcuencas cuyas áreas se encuentran cubiertas de pastos naturales y luego ha sido complementado en el Sector Urcunimuni de la comunidad campesina de Collana Lojera del Distrito de Coata, Provincia y Departamento de Puno.

Sobre los waru warus se han instalado diferentes cultivos como papa, quinua y pastos cultivados durante tres (3) campañas consecutivas entre 1987 y 1989.

Para determinar la productividad y soportabilidad de pastos naturales y cultivados se ha utilizado métodos de cuadrante metálico (1.0 m \* 0.5); los pastos cultivados que se instalaron fueron las asociaciones Trébol más Ryegrass en Sutuca Urinsaya y Alfalfa más Ryegrass en Pichinchuani.

Para determinar la carga animal se ha considerado una ingestión promedio de 1.2 Kg. de M.S. diaria por una u. o. de acuerdo a las recomendaciones del NRC (1974).

### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Actualmente sobre los restos de waru warus, que, según el último inventario de PIWA (1990) es de 120.000 has, se producen pastos naturales de calidad y soportabilidad variables.

---

<sup>1</sup> Estudio efectuado inicialmente por IIDSA-UNA, Puno y complementado por PELT-PIWA, Puno.

## 1. Productividad de Pastos Naturales

Se ha encontrado que la especie de mayor abundancia es *Festuca dolichophylla*, seguido por *Carex ecuadórica* propia de áreas húmedas con buena condición pastizal. Estas son especies de primera calidad para el ganado ovino y vacuno; finalmente se ha encontrado en menor abundancia la especie *Calamagrostis vicunarium* especie poco deseable; sin embargo apetecible por el ganado. De manera que la calidad de pastos en cuanto a su composición es muy buena, el mismo que es aprovechado por el ganado de las familias campesinas para la alimentación de ovinos, vacunos y alpacas a través del pastoréo.

**Cuadro 1. Productividad y soportabilidad de pastos naturales en dos Microcuencas, Lampa.**

MICROCUENCAS	PRODUCCION DE M. S. (Kg/Ha)	CARGA ANIMAL U.O./Ha/año
1 SUTUCA URINSAYA	2.112	5
2 PICHINCHUANI	3.382	8

Según el Cuadro 1, la soportabilidad de pasturas naturales en vestigios de waru warus de Sutuca Urinsaya y Pichinchuani son de 5 a 8. u.o./ha/año respectivamente; los mismos que de acuerdo con Canahua, F. (1970) y Segura, M. (1963) son de excelente calidad y alta soportabilidad.

La diferencia significativa de materia seca en ambas localidades se debe principalmente al tipo de manejo sometido a los pastizales por parte de los usuarios. En Pichinchuani hay un mejor manejo porque el uso es parcelario por lo que sus pastizales están en buenas condiciones; mientras en Sutuca Urinsaya el uso es comunal por lo que sus pastizales están muy sobrepastoreados.

## 2. Productividad de Cultivos en Waru Warus Reconstruidos

### 2.1. Papa y Quínua

Durante la campaña agrícola del año 1987-88 en el mes de Febrero se ha presentado un veranillo de 28 días, pero las plantas de papa en waru warus no han sido afectadas en contraste con la de pampa llegando a obtener buenos resultados con 17 TM/Ha de papa y 4 TM/Ha de quínua.

Según el Cuadro No 2., la producción en infraestructura de waru warus fue mejor que en cultivos convencionales (barbecho). Esta ventaja obtenida se debe a la mejor preparación del terreno, acumulación de agua en canales que mantiene húmeda la zona radicular de la planta, permitiendo almacenar energía calórica en el suelo y las labores culturales que fueron adecuadas y oportunas, las mismas que no poseía el sistema tradicional de cultivos. Este efecto ha sido comprobado en la localidad de Urcunimuni que por falta de éstas condiciones no se ha logrado ninguna producción durante la campaña 1989-90.

**Cuadro 2. Producción de cultivos en Waru Warus y Barbecho (kg/ha) Lampa**

CULTIVOS	SUTUCA URINSAYA		PICHINCHUANI	
	WARU WARUS	BARBECHO	WARU WARUS	BARBECHO
PAPA	13.930	6.692	17.169	3.590
QUINUA	3.719	450	4.285	2.276

## 2.2. Evaluación Económica de Papa y Quínua

En el Cuadro No. 3, se muestran la evaluación económica del cultivo de papa, en la cual existe variación en el volúmen de producción alcanzado en Pichinchuani con 17.6 TM/Ha., seguido por Sutuca Urinsaya con 13.93 TM/Ha., la rentabilidad unitaria fue mayor en Sutuca Urinsaya con 90.5 % y en Pichinchuani con 80.48 %.

En ambas comunidades la inversión monetaria es de fácil recuperación por la mejor producción obtenida y tener una buena organización al interior de la comunidad.

**Cuadro 3. Análisis Económico del Cultivo de Papa en Waru Warus por 1 Ha., Lampa**

INDICADORES	UNIDAD	PICHINCHUANI	SUTUCA URINSAYA
Rendimiento	TM	17.16	13.96
V. B. P.	l/.	257.445	208.995
Costo de Producción	l/.	142.646	109.702
Utilidad	l/.	114.799	99.293
Beneficio Costo	B/C	2.06	2.22
Rentabilidad	%	80.48	90.51
Jornales	No	798	616
P.E.A.	%	32	50
Rendimiento mínimo	TM	9.51	7.31

## 2.3. Pastos Cultivados

Después de la producción de papa y quínua, la mejor alternativa del uso de waru warus es la instalación de pastos cultivados, asociados de Trébol con Ryegrass y Alfalfa con Dactilis, los mismos que se pueden aprovechar por cuatro campañas agrícolas consecutivas, permitiendo a su vez recuperar la fertilidad del suelo con las leguminosas, debido a que los resultados demuestran que existe una buena respuesta en el establecimiento con una productividad que varía de 2.185 a 1.755 Kg/Ha en Sutuca Urinsaya y Pichinchuani respectivamente.

**Cuadro 4. Productividad y soportabilidad de pastos cultivados en dos microcuencas, Lampa.**

MICROCUENCAS	PRODUCCION DE M.S. (Kg/Ha)	CARGA ANIMAL U.O./Ha/año
1 SUTUCA URINSAYA	2.185	5
2 PICHINCHUANI	1.755	4

En Sutuca Urinsaya la producción de pastos cultivados (2.185 Kg/Ha) fue mejor que los nativos (2.112 Kg/Ha) por el manejo inadecuado a que se encuentran sometidos los pastizales nativos; mientras que en Pichinchuani los pastos naturales (3.382 Kg/Ha), superan a los cultivados (1.755 Kg/Ha), por el manejo adecuado de pastos naturales siendo de condición excelente.

## 3. Rotación de Cultivos

De acuerdo a los resultados, la rotación de cultivos que se plantea es el siguiente; Papa-quinua o cañihua-cebada o avena y pastos cultivados, que puede cumplirse en un periodo de 1 a 8 años, utilizándose los pastos cultivados, los últimos 4 a 5 años.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los pastos naturales en vestigios de waru warus de algunas comunidades son de excelente calidad, por lo que es necesario tener en cuenta este factor en la planificación de áreas para la reconstrucción y/o construcción de waru warus.

En condiciones normales de precipitación y temperatura la producción de cultivos fue mejor en el sistema de waru warus que en "barbecho". En condiciones de sequía la producción con cultivos tradicional fue menor.

Después de la producción de cultivos, la mejor opción es la instalación de pastos cultivados en asociación como Tréboles más Ryegrass.

La mejor alternativa para el aprovechamiento de los vestigios de waru warus es (re) construir en aquellas áreas donde el pastizal natural no ofrece recuperación económica, como son las áreas marginales, tomando el patrón de rotación de cultivos planteado; tratando en lo posible de no destruir pastizales de excelente calidad para lograr un desarrollo sostenido de comunidades campesinas del Altiplano.

## VI. BIBLIOGRAFIA

AGUILAR, P.C. *et al.* 1989. Waru Warus en la producción agropecuaria de las comunidades campesinas del Altiplano. Informe Anual, IIDSA-UNA, Puno-Perú.

CANAHUA, F. 1970. Evaluación y mapeo agrostológico de los pastizales de Chuquibambilla. Tesis, UNTA, Puno-Perú.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1968. Nutrient requeriment of sheep. Publ. No. 1193. U.S.A.  
SEGURA, M. 1963. Evaluación de la productividad de campos forrajeros de Puno. Ministerio de Agricultura. Informe Especial No. 3, Lima-Perú.

## MANEJO DE SUELOS EN LA RECONSTRUCCION DE CAMELONES EN EL ALTIPLANO PERUANO

Angel CARI CHOQUEHUANCA

Especialista en suelos. Convenio PIWA - PUNO. Puno - Perú.

### I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Los camellones ("Sukakollus" o "Waru Warus") constituyeron en el pasado una alternativa para la agricultura de áreas planas dentro de la concepción integral de manejo de agua, suelo y planta. Se aprovechó tierras marginales de mal drenaje, inundaciones, ubicados en fisiografías planas (pampas) aledañas a las riberas del lago Titicaca, lagunas y ríos.

Los camellones son una especie de plataformas (terraplenes) intercalados con canales de diferentes dimensiones, dispuestos en patrones o diseños, también diferentes que según Denevan, W.M. (1980) cumple funciones de drenaje, subirrigación mediante el agua almacenada en los canales, captación de agua y atenuación de heladas.

El presente estudio reúne las experiencias sobre manejo de suelos y la relación con la fertilidad química en el proceso de reconstrucción de camellones en el ámbito de trabajo (Zona I y II) del Proyecto PIWA durante las dos últimas campañas agrícolas 1989-90 y 1990-91. El objetivo es analizar los principales factores edafológicos que influyen en la fertilidad química de suelos de "waru warus", y su relación con el manejo de suelos para optimizar la reconstrucción y la producción agrícola.

### II. MATERIALES Y METODOS

El estudio se realiza en camellones reconstruidos en la zona norte del lago Titicaca, con la participación de las instituciones socias de proyecto PIWA, tales como: CIED, CECI-CCAEP, INIAA, UNA, IIDSAs, SI, y en las comunidades campesinas de Huatta, Coata, Capachica, Atuncolla, Paucarcolla, Illpa (Ver mapa 1).

Las muestras de suelos se obtuvieron antes y después de la reconstrucción (antes en el sistema canal-camellón y después en el terraplén). Como guía para la clasificación de suelos se utilizó el estudio de reconocimiento de ONERN 1965 y para la taxonomía el soil Taxonomy, 1975.

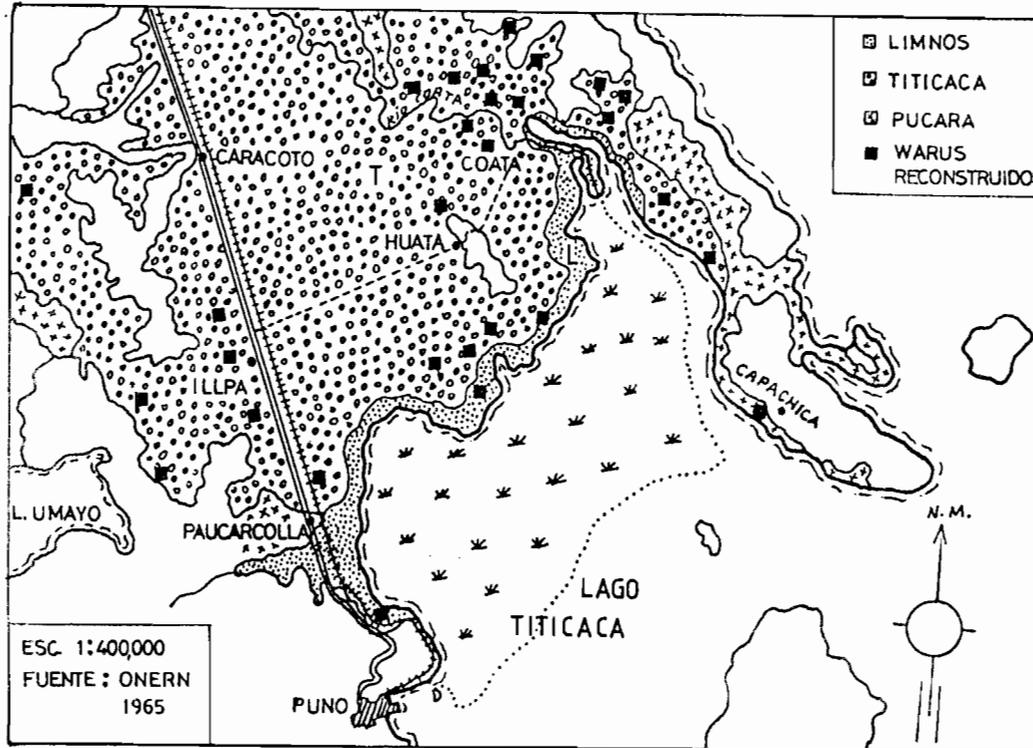
Los análisis de suelos se realizaron en el Laboratorio de Aguas y Suelos del INIAA Puno, siguiendo la siguiente metodología: Materia orgánica por Walkley-Black, nitrógeno total por semi-microkjeldahl, fósforo disponible por Olsen modificado potasio disponible por  $H_2SO_4 6N$ , capacidad de intercambio de cationes (CIC) por acetato de amonio  $pH_7$ , carbonatos por gasómetro, salinidad por conductímetro, textura por Bouyoucos, calcio y magnesio por EDTA en el extracto amónico, sodio y potasio por fotometría de llama y pH por potenciómetro.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 1.- Suelos antes de la reconstrucción

Los suelos son restos de camellones ubicados en las planicies de Huata, Coata, Capachica, Paucarcolla, Illpa, Atuncolla (mapa 1) son de origen aluvial, formado por sedimentos lacustrinos con acumulaciones de materiales finos tales como arcillas, humus, limos y modificadores texturales como gravas, concreciones de carbonatos y ferromangánicos.

En la zona se han identificado tres series de suelos (ONERN, 1965): Serie Titicaca (T) con sus dos fases, Serie Limnos (L), Serie Pucará (P).



**MAPA 1. Ubicación de la zona reconstruida. 1989-90.**

Los suelos de la serie Limnos ocupan un 35% del área, por encontrarse aledaños al lago Titicaca estos se inundan frecuentemente y están sometidos a un régimen de humedad Aquic, y saturados permanentemente durante los meses lluviosos; tienen drenaje imperfecto a muy pobre; el perfil del suelo del sistema canal camellón presenta epipedones OCHRIC, MOLLIC, ANTHROPIC y subhorizontes ARGILLIC, CALCIC, NATRIC o no tienen subhorizontes; poseen horizontes O1/O2, con alto contenido de materia orgánica, horizonte A ricos en fósforo y potasio, pH alcalino (7.5 a 8) con presencia de carbonatos que incrementan con la profundidad, muchas veces presentan sodio intercambiable sin llegar a ser sódico; cerca de la napa freática existen arcillas gleizadas, con moteados y concreciones de carbonatos. Los siguientes grandes grupos de suelos pueden ser identificados en estudios detallados: HAPLAQUEPTS, USTOCHREPTS, CALCIAQUALLS, ARGIAQUOLLS, CACLUSTOLLS, ARGISTOLLS, PELLUSTERTS, EUTROCHREPTS, USTORTHENTS. (Soil Taxonomy 1975).

Los suelos de la serie Titicaca abarcan aproximadamente el 60% del área en estudio, se encuentran después de la serie Limnos, tienen el mismo origen y con mayor presencia de material aluvial calcáreo proveniente de cerros circundantes de rocas calizas; su perfil característico está formado por horizontes superficiales kA de color oscuro, ricos en potasio, fósforo y humus. Debido a la variación de los horizontes B y C, se puede distinguir 2 fases: I) sin presencia de problemas de sales y carbonatos y II) con alto contenido de carbonatos, sodio y sales. En estudios detallados se pueden identificar los siguientes grandes grupos de suelos: ARGIUSTOLLS, CALCIUSTOLLS, NATRUSTOLLS, HAPLUSTOLLS, PALEUSTOLLS, USTIFLUVENTS, PELLUSTERTS, entre otros.

Los suelos de la serie Pucará con un 5% del área se ubican en pie de laderas, han desarrollado subhorizontes argillic, son profundos, de buen drenaje, rojizos, medios en humus y fósforo, ricos en potasio; se pueden identificar: HAPLUSTOLLS, HAPLUSTALFS, USTORTHENTS, PALEUSTALFS, USTOCHREPTS, etc.

## 2.- Suelos después de la reconstrucción

El presente estudio se refiere a la fertilidad química que poseen los suelos del terraplén después de la reconstrucción (cuadro 1).

Se observa que una mala reconstrucción con inversión del perfil del suelo hace que las capas arcillosas, carbonatadas y salinas estén en la cama de siembra consiguientemente baja y la fertilidad nitrofosforada; todo lo cual influye en el desarrollo irregular y disminución de los rendimientos en cultivos. También se observa la excesiva variabilidad del fósforo, posiblemente por fijación con el material calcáreo y dilución con el material pobre en fósforo de horizontes inferiores. En general, todos los componentes químicos, después de la reconstrucción, muestran amplia variabilidad, por las variadas técnicas de reconstrucción y tipos de suelos, con excepción del pH que es menos variable. Como complemento de dichos resultados se puede resumir las consecuencias de una mala reconstrucción en: a) Inversión del perfil colocando capas de baja fertilidad en el terraplén., b) disminución de materia orgánica por dilución, c) salinización, carbonatación y solificación del terraplén, d) fijación de fósforo por material calcareo.

**Cuadro 1. Fertilidad química promedio de suelos de terraplén (0-10 cm. de profundidad) de "waru warus" después de la reconstrucción. Campaña agrícola 1989-90.**

SERIE:	pH	FERTILIDAD QUIMICA					
		C.E. mmHo/cm.	M.O. %	P ppm	K ppm	CO <sub>3</sub> % m.e./100g	CIC
<b>LIMNOS</b>							
*	6.4	3.41	14.2	890	1.9	14.7	
s	0.69	2.10	1.21	7.9	233	1.0	4.6
C.V.%	11	61	38	56	26	22	31
<b>TITICACA (FASE I)</b>							
*	7.5	7.3	3.45	6.8	302	5.3	21.1
s	0.67	6.2	1.44	6.7	191	3.0	5.4
C.V.%	9	84	42	99	63	57	26
<b>TITICACA (FASE II)</b>							
*	7.1	9.9	3.78	9.1	429	9.3	21.2
s	0.69	4.3	0.62	9.09	175	5.9	3.6
C.V.%	10	43	45	99	41	64	17
<b>PUCARA</b>							
*	7.0	0.76	2.6	9.7	188	1.8	12.0
s	1.1	0.57	1.9	6.1	69	0.3	4.0
C.V.%	15	75	73	63	20	17	33
<b>TITICACA (FASE II MAL RECONTRUIDO)</b>							
*	7.7	12.0	1.2	3.5	340	12.0	23.2

\* = media, s = desviación standard, C.V. = coef. de variabilidad.

#### IV. CONCLUSIONES

- 1 Existe amplia variabilidad de suelos en cuanto a desarrollo genético, fertilidad y uso actual; donde el 50% del área aproximadamente tiene subhorizonte: Argillic, Calcic, Natric, Salic, capas gravosas y epipedones delgados Mollic, Ochric, Anthropic.
- 2 Un 35% del área es frecuentemente inundable debido a influencia del lago y desbordes de ríos de la cuenca.
- 3 Después de la reconstrucción, el suelo del terraplén es una mezcla del epipedón y el subhorizonte en proporciones variadas dependiendo de la técnica de reconstrucción; en consecuencia la fertilidad del suelo varía y se puede provocar problemas de salinización, carbonatación, inversión de arcilla o grava, fijación de fósforo, etc.
- 4 El elemento fósforo presenta la mayor variabilidad, seguido por la conductividad eléctrica del extracto de saturación.
- 5 El ancho y alto del terraplén dependerán de la profundidad de la capa fértil del canal y el manejo del agua en los sistemas (Fluvial, pluvial, lacustre y miscto de warus.
- 6 Una mala reconstrucción podría conducir a la pérdida de áreas con pasturas naturales.

#### V. BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, P.C., PARI, P., CALLOHUANCA, A. 1989. Agricultura andina 1: waru en la producción agropecuaria de las comunidades campesinas del altiplano. IIDSA. Puno Peru.
- DENEVAN, W.M. 1980. Tipología de configuraciones agrícolas prehispánicas en: América Indígena. Vol XL Octubre Diciembre.
- GRILLO, E. GRESLOU, F., OOSTERKAMP, J. COOLMAN, B., BUENO, M. 1988. Agua y agricultura andina. CAME Lima Perú.
- ISRIC. 1980. Field extract of soil taxonomy. Technical Paper r. Netherlands.
- MORLON, P. 1988. Propuesta de investigación en warus. Département recherches sur les systèmes agraires et le développement. INRA. Francia.
- ONERN. 1965. Programa de inventario y evaluación de recursos naturales del departamento de Puno. Sector de prioridad 1. Capítulo V suelos. Lima Perú.
- RAMOS, C. 1990. Propuesta técnica de rehabilitación y manejo de camellones. Documento de trabajo. CECI-CCAEP. Lima Perú.

## EVALUACION AGROECONOMICA DE LOS CAMELONES (WARU WARU)

Faustino CCAMA, Adolfo ACHATA y Genaro PARI

Proyecto de Investigaciones de Sistemas Agropecuarios Andinos, Convenio INIAA-PISA, Puno-Perú.

### I. INTRODUCCION

El potencial para recuperar el área agrícola en Puno en base a los camellones, es realmente significativo. El área con camellones es de aproximadamente 78,000 ha, que se hallan distribuidas principalmente en el norte del Lago Titicaca. Esta superficie es de gran importancia si tenemos en cuenta que en Puno el área cultivable es de 150,000 ha, habiéndose cosechado alrededor de 120,000 ha en los últimos años.

La tecnología de camellones, reduce el impacto negativo de las inundaciones, de las zonas del lago Titicaca; generando mejores condiciones de producción de cultivos. La tecnología de campos elevados (camellones o waru warus) ha sido ampliamente estudiada desde el punto de vista arqueológico, habiendo menos estudios de carácter agroeconómico.

### II. OBJETIVOS

#### 1. Conceptos generales

Un camellón o waru waru es una tecnología antigua (mil años antes de Cristo) que se dejó de practicar en el área circunlacustre del Lago Titicaca. Esta tecnología consiste en elevar artificialmente parte de la superficie, siendo la parte elevada la que se cultiva y el resto (un 50%) queda como canales. Indudablemente los camellones han sido una respuesta de los agricultores de las zonas inundables, para amortiguar los efectos negativos de las sequías e inundaciones principalmente.

Existen evidencias de que los camellones fueron un sistema hidrológico que servían como un sistema de riego en caso de estiaje y como un sistema de drenaje en casos de inundaciones. Además de que los efectos hídricos disminuyen los efectos negativos de las heladas, ya que en los canales con agua se crea un micro-clima especial.

#### 2. Recuperación de camellones

La recuperación de camellones y análisis económico se refiere a la comunidad campesina de Carata, Puno-Perú.

Los primeros campos elevados experimentales de la región fueron reconstruidos por Erickson en la zona de Huata, durante las campañas agrícolas 1981/1982 bajo condiciones de precipitación normal y bajo condiciones de sequías para la campaña agrícola 1982/1983.

La investigación de Erickson ha dado como resultado el entendimiento de la factibilidad técnica de la reconstrucción y producción de los cultivos en waru waru.

La reconstrucción se inicia con el trazado de líneas paralelas a los antiguos camellones, las que pueden pasar por la parte media o baja de los taludes dependiendo esto de la relación que exista entre el ancho del canal y del camellón (Garaycochea 1985). A partir de estas líneas se inicia la excavación de los canales; con "Chaquitajlla" se hacen los cortes de "Champas" las que son invertidas y colocadas en línea sobre la demarcación inicialmente trazada; esta operación se repite hasta lograr un pequeño muro de 20 a 35 cm de alto.

Las "Champas" cortadas del canal propiamente dicho, al igual que el terreno que se va excavando debajo de las mismas, son arrojadas sobre el camellón.

### 3. Evaluación económica

La evaluación económica se efectúa siguiendo las técnicas tradicionales de evaluación de proyectos. Esta metodología se utiliza cuando una actividad económica requiere una inversión inicial y el proyecto tiene un horizonte de vida de varios años, durante el cual se espera recuperar la inversión inicial, en este caso es recomendable estimar el beneficio/costo, la tasa interna de retorno y el valor actual neto.

## IV. RESULTADOS

### 1. Información para la evaluación económica

\* Mano de obra reconstrucción: Uno de los gastos más importantes para la instalación de camellones es la mano de obra. La reconstrucción de una hectárea física o sea 1/2 hectárea cultivable de waru waru requiere aproximadamente 700 jornales.

\* Herramientas: Las herramientas utilizadas son las tradicionales: "La chaquitaflia", lampa, "kupana", y mantas. En esta zona no existen experiencias de reconstrucción de waru waru en forma mecanizada.

\* Mano de obra en la producción: La mano de obra empleada en la producción de 1/2 hectárea de waru waru cultivable requiere de 85-180 jornales (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Coeficientes técnicos usados en el análisis**

Años	Rendimiento ww sistema o 1/2 ha cultivable	Mano de obra reconstrucción Jornales	Mano de obra total cultivo	Semilla de papa Kg
1983/84	6,215	700	122	600
1984/85	5,526	0	116	683
1985/86	5,585	0	116	683
1986/87	5,517	0	116	619
1987/88	6,966	350	135	773
1988/89	13,937	0	180	690
1989/90	231	0	85	650

Semilla: La cantidad de semilla usada en 1/2 ha cultivable de waru waru fluctúa de 600 a 773 ha (Cuadro 1).

Rendimientos: Los rendimientos provienen principalmente de las experiencias del Proyecto PISA en la comunidad campesina de Carata. Estas son mayores de 5,000 kilos pr 1/2 hectárea de waru waru cultivable, con la excepción de la campaña agrícola 1989/1990, año en que la producción fue mínima (231 kilos).

### 2. Análisis económico

Horizonte del proyecto: Para propósitos de esta evaluación el horizonte del proyecto es de 10 años, con mantenimiento de cada 4 años.

Flujo de ingreso total: El ingreso total se calcula multiplicando el rendimiento por el precio de cada año respectivamente (ver cuadro 2).

**Cuadro 2. Valores usados en el análisis (en U.S. \$)**

Inversión Años	total	Costo variable		Costo fijo y otros	
		Ingreso Mano de obra	Semilla		
1983/84	1119	132	138	108	800
1984/85	497	125	157	113	0
1985/86	782	125	102	91	0
1986/87	772	125	204	132	0
1987/88	418	148	139	115	350
1988/89	1115	202	110	125	0
1989/90	42	88	228	126	0

Flujo de costo total: El costo total es la suma de la mano de obra, semilla, inversión y costo fijo que representa el alquiler de la tierra, costo de herramientas y gastos administrativos (ver cuadro 3).

Ingreso neto: Es la diferencia del ingreso total y el costo total.

TIR: La tasa interna de retorno (TIR) nos indica si una inversión privada es rentable o no, comparada a o que este monto de dinero puede ganar como interés en un banco comercial.

La tasa interna de retorno (TIR), estimada en esta evaluación económica es de 0.42 (o sea 42 por ciento), este proyecto es altamente rentable, puesto que el TIR estimado se compara con las tasas de interés bancario (cuadro 3).

VAN: El valor actual neto, es la diferencia del flujo de ingresos y egresos, en términos de valor actual (Cuadro 3)

La evaluación del VAN nos da un valor positivo, (US \$ 596) es decir los beneficios superan a los costos (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Flujo de ingreso total, Costo total, Ingreso neto, TIR, VAN Y B/C**

Años	Ingreso total U.S. \$	Costo total U.S. \$	Ingreso neto U.S. \$
1983/84	1119	1178	- 59
1984/85	497	395	102
1985/86	782	318	464
1986/87	772	461	311
1987/88	418	752	- 334
1988/89	1115	437	678
1989/90	42	442	- 400
1990/91 *	840	445	395
1991/92 *	660	345	- 85
1992/93 *	600	377	223
1993/94 *	780	428	352
TIR = 0.42                      VAN = 596                      B/C = 1.19			

\* Con cuatro años más de horizonte de vida (1990/91 - 1993/94) con flujos de costo e ingresos esperados, se obtiene aún mejores beneficios económicos. Estimándose TIR = 1.59; VAN = 1021 y B/C = 1.25.

B/C: El ratio de beneficio/costo, es el resultado de dividir la suma de los ingresos actualizados sobre la suma de los costos actualizados. En este caso apreciamos que se obtiene un B/C de 1.19, esto quiere decir, que de cada dólar invertido se obtiene como retorno 1.19 dólares.

## V. CONCLUSIONES

En general, los rendimientos en camellones en años sin inundación, llegan a ser el doble que los rendimientos sin camellones. En años de inundación las ventajas son abrumadoras. La evaluación económica nos indica que la inversión y producción en waru waru son rentables (TIR = 0.42). Estos resultados son para la zona de Coata, lugar donde no se utiliza fertilizantes químicos ni pesticidas en la producción de papa.

En esta zona la recuperación o reconstrucción de waru waru empezó en 1986, habiéndose reconstruido 7.0 ha como sistema; la reconstrucción continuó en los años siguientes llegando al presente a 35 ha aproximadamente (1991).

La reconstrucción de estos waru waru ha sido con el apoyo de diferentes instituciones o proyectos, siendo uno de ellos el Proyecto PISA-INIAA.

## VI. BIBLIOGRAFIA

ERICKSON. Una tecnología agrícola del altiplano pre-hispánico.

GARAYCOCHEA, I. 1988. Rehabilitación de camellones en la comunidad campesina de Huatta-Puno, Puno. Tesis de Ing. Agrónomo UNA-Puno.

PARI, GENARO. 1990. Experiencias en la reconstrucción y manejo de waru waru en la comunidad campesina Carata. Puno, Perú. Serie Técnica: Informe Técnico N° 1, INIAA-PISA.

## INSECTOS PLAGAS Y BENEFICOS EN CAMELLONES (WARU WARU)<sup>1</sup>

René ORTIZ ROMERO

Biólogo. M. Sc. Catedrático. Fac. Cs. Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

### I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Los waru waru, son agroecosistemas que difieren de los ecosistemas naturales, no sólo por la limitada diversidad de especies cultivadas, sino por la erupción periódica de insectos plaga. La dinámica poblacional de insectos nocivos es fluctuante y heterogénea, depende de la interacción compleja de la resistencia ambiental.

El manejo de la agricultura en waru waru, desde el punto de vista fitosanitario debe estar orientado en concepto ecológico, para evitar problemas de ruptura ambiental, resurgencia y aparición de nuevas plagas, provocar el desarrollo de resistencia a insecticidas y contaminar el producto cosechado. El análisis cualitativo y cuantitativo de insectos plaga, factores de resistencia en la planta cultivada en waru waru, juegan un rol importante para determinar las posibilidades de implementar racionalmente un manejo integrado de insectos perjudiciales, de manera que los objetivos de este estudio fueron:

- Identificación y categorización de insectos plaga
- Dinámica poblacional
- Identificación de factores de resistencia biótica, predadores y parásitos.

### II. MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en dos localidades del Departamento de Puno (Lampa y Jatunc'olla). Siendo la temperatura media 9.9°C (SENAMHI, 1990) y a 3,870 y 3,825 m.s.n.m. respectivamente.

Los materiales y equipo de colección utilizado en campo y laboratorio fueron los convencionales en entomología económica. Se seleccionaron waru waru con cultivos de papa dulce, amarga y quinua. La evaluación y muestreo de insectos (adultos y larvas dañinas) se realizó durante cuatro épocas en forma sistemática, al azar y estratificada, en cada diez surcos se tomaron tres plantas al azar, la planta fue revisada a nivel de follaje, cuello de la planta y raíz (subsuelo). En los laboratorios de la Universidad de Puno, los estados perjudiciales (larvas, adultos y/o ninfas) fueron criados masalmente en terrarios (15\*10\*10), para recuperar adultos de insectos nocivos y benéficos. Las dietas alimentarias naturales (hojas y/o panojas) se cambiaron cada 48 horas, los terrarios fueron suministrados con agua para mantener la humedad adecuada. Para efectos de comparación y análisis de densidad poblacional, se utilizó el modelo matemático  $r = (\Delta N / \Delta T) * 100$  (Odum, 1971). Donde: r= tasa de crecimiento,  $\Delta N$ = cambio del número de insectos,  $\Delta T$ = tiempo correspondiente al cambio de población de insectos.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 1. Identificación y categorización

El Cuadro 1, muestra la identificación y categorización de insectos plaga en papa y quinua. El complejo gorgojo de los andes *Premnotrypes* sp. (Coleoptera: Curculionidae) es oligófaga, ataca a la papa y tubérculos menores (Ortiz, 1985; Bravo Choque, 1989), Kc'ona *Scrobipalpula* sp. (Lepidoptera:

<sup>1</sup> Trabajo auspiciado por el Proyecto PIWA y FCA/UNA, Puno, Perú.

galechidae) es plaga clave para quinua (Ortíz Zanabria, 1979), sin embargo, las plagas ocasionales y potenciales en cultivos andinos conducidos en waru waru son polípagos.

## 2. Dinámica poblacional de insectos plaga

### 2.1. Ecosistema Lampa

En la localidad de Lampa, la dinámica poblacional de insectos en papa y quinua fue baja, heterogénea y variada.

**Cuadro 1. Identificación y categorización de insectos plaga en waru waru - campaña 98/90 Puno-Perú**

NOMBRES COMUNES	NOMBRES CIENTIFICOS	PLANTAS HOSPEDERAS	CATEGORIAS
Gorgojo	Premnotrypes sp.	papa	Clave
Pulgilla	Epitrix sp.	papa, quinua	Clave
Trips	Frankliniella sp.	papa, quinua	Clave
Afidos	Muyzus sp.	papa, quinua	Potencial
Gusanos tierra	?	papa, quinua	Potencial
Gusanos panoja	?	quinua	Potencial
Padre kuru	Epicauta sp.	papa, quinua	Potencial
Barrenadora	Agromyza sp.	papa, quinua	Potencial
Polillas	Phthorimaea sp.	papa, quinua	Potencial
Kc'ona Kc'ona	Scrobipalpula sp.	quinua	Clave
Willma kuru	?	papa	Potencial
Charka charka	?	papa	Potencial

? Especies insectiles no identificadas.

**Cuadro 2. Tasa de incremento porcentual (r%) de insectos plaga en papa y quinua conducidos en waru waru, en tres comunidades campesinas, campaña 89/90, Lampa, Puno-Perú.**

Insecto plaga	COMUNIDAD		CAMPE SINA	
	S:prom.% (papa)	S:prom.% (quinua)	S:prom.% (papa)	Prom.Gral. r%
<i>Epitrix sp.</i>	1.0	0.0	10.0	3.6
<i>Frankliniella sp.</i>	1.5	7.5	10.0	6.3
<i>Premnotrypes sp.</i>	6.0	0.0	0.0	2.0
<i>Scrobipalpula sp.</i>	8.2	10.0	0.0	6.0
<i>Phthorimaea sp.</i>	1.2	0.0	0.0	0.4
Gusano panoja	0.0	1.0	0.0	0.3
<i>Epicauta sp.</i>	0.0	0.0	0.0	Y

S = C.camp. Sutuka urinsaya P = C. camp. Pichinchuyani A =C. camp. Alto kc'atacha Y. En la comunidad campesina de alto kc'atacha, las plantas remanentes de la campaña 88/90, presentaron alta infestación con escarabajos del Género *Epicauta* (Coleoptera: Meloidae).

En algunos casos, la heterogeneidad y variabilidad es nula. Heladas inoportunas y sequía crónica durante el ciclo fenológico de los cultivos, fueron factores catastróficos independientes de la densidad (Odum, 1971; Cisneros, 1982) e influyeron en la tasa de sobrevivientes, cadena alimentaria y la gradación poblacional fue mínima.

## 2.2. Ecosistema Jatunc'olla

**Cuadro 3. Tasa de incremento porcentual (r%) de insectos plaga en papa y quinua conducidos en waru waru, en tres comunidades campesinas. Campaña 89/90, Jatunc'olla, Puno-Perú.**

Insecto plaga	COMUNIDAD		CAMPESINA	
	T: prom. r% (p.amarga)	M:prom.r% (p.dulce)	CH:prom. Prom. Gral. (p.dulce)	r%
<i>Epitrix sp</i>	2.0	1.2	4.5	2.5
<i>Frankliniella sp.</i>	1.6	1.5	2.5	1.8
<i>Phthorimaea sp.</i>	3.0	0.0	2.3	1.7
<i>Premnotypes sp.</i>	2.0	0.0	2.0	1.3
Gusano tierra	2.0	0.0	9.5	3.8
<i>Myzus sp.</i>	0.0	0.0	1.0	0.3
<i>Agromyza sp.</i>	0.0	0.0	2.0	0.6

T = comunidad campesina sector Tikasuru

M = comunidad campesina sector Moya

CH = comunidad campesina sector Chokc'ela.

En Jatunc'olla, la papa dulce y amarga son dañadas por un complejo de insectos nocivos, la dinámica poblacional fue heterogénea, variada y mínima, muy similar a los resultados obtenidos en la localidad de Lampa. Durante la campaña agrícola 89/90, la erupción de población de insectos plaga fue heterogénea, variada y baja. Los factores catastróficos, heladas y sequía (Odum, 1971; Cisneros, 1982 y Krebs, 1985) limitaron la cadena trófica, abundancia y distribución de los insectos (All et al., 1951; Andrewartha y Birch, 1954). El tamaño de la población no es estática y varía en los diferentes ecosistemas (Ortiz, 1989), complementado por una natalidad y mortalidad ecológica, inmigración y migración mínima (Krebs, 1985).

## 3. Identificación de factores de resistencia biótica: predadores y parásitos

### 3.1. Predadores

Se ha registrado cuatro escarabajos (Coleóptera: Carabidae) y dos avispas (hymenóptera: Vespidae) no identificados. *Hippodamia sp.* y *Coleomeqilla sp.* (Coleóptera: Coccinellidae) preda huevos y larvas pequeñas de insectos nocivos, estos predadores son factores dependientes inversamente de la densidad (Holling, 1961).

### 3.2. Parásitos

No evidenciaron su acción benéfica, posiblemente los factores catastróficos independientes de la densidad, helada y sequía determinaron una población nula, afectando en mayor proporción a los parásitos y no así a los predadores (Debach, 1985).

**IV. BIBLIOGRAFIA**

ALLEE, W.E. y SCHMIDT, K.P. 1951. Ecología animal Geography. John Willey and Sons, Inc. London. 715 p.

ANDREWARTHA, H.G. y BIRCH, L.C. 1951. The Distribution and Abundance of Animal. the University of Chicago Press, Chicago. 60647 p.

CISNEROS, F.H. 1982. Ecología de insectos. Esc. Graduados. Univ. Nac. Agraria la Molina. Lima, Perú.

DEBACH, P. 1985. Control biológico de las plagas y malas hierbas. Cia. Editorial Continental, S.A. de C.V. México. 909 p.

HOLLING, C.C. 1961. Principales of Insectos Predation. Ann. Rev. Entomol. 6: 167-182 p.

JIMENES, L.A. y ORTIZ R. 1985. Evaluación de daños del gorgojo de los andes *Premnotrypes* sp. (Coleoptera: Curculionidea) en oca u oxc'a (*Oxalis tuberosa* Mol). Resúmenes XXV-III Convención Na. de Entomología. Puno, Perú. 76 p.

DREBS, CH. J. 1985. Ecología-estudio de la distribución y la abundancia. 2da. Edición Harper y Row Latinoamericana. Mexico. 639 p.

ODUM, E.P. 1971. Ecología. Nueva Edit. Interamericana S.A. de C.V. México. 639 p.

ORTIZ, R. 1976. Plaga insectiles de quinua (*Chenopodium quinoa Will*) detectados en el departamento de Puno. II Convención de chenopodaceas. Potosí, Bolivia. 228 p.

----- y ZANABRIA E. 1979. Plagas de quinua y cañihua, cultivos andinos. Edit. IICA. Bogotá, Colombia. 121-136 p.

## VALOR NUTRICIONAL DE LAS QUENOPODIACEAS Y AMARANTACEAS DE LOS ANDES\*

Amalia ANTEZANA<sup>1</sup> y Silvia CASTELLON<sup>2</sup>

1: Directora Programa de Nutrición

2: Investigadora Programa de Nutrición

### I. INTRODUCCION

Numerosas plantas alimenticias que actualmente son de consumo difundido en gran parte del mundo son oriundas del área andina, como ser la papa, maíz, tomate entre otros. Existen muchas especies que no han llegado a tener difusión de las antes mencionadas. Entre estas plantas menos conocidas se destacan la quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium palllicicaule*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y el tarwi (*Lupinus mutabilis*) (Ritva *et al.*, 1989).

La revalorización de los alimentos tradicionales de producción local, de alto valor nutritivo que forma parte de nuestros hábitos alimentarios tales, como quinoa, tarwi, kiwicha entre otros contribuirán indudablemente a superar la subalimentación y mejorar la calidad de la dieta.

Respecto a las hojas comestibles en Bolivia existen especies que tienen características de espontáneas cerca de los cultivos como el yuyo, jataco o cojo pollo que se usa cocido en forma de ensalada (Cárdenas, 1969).

Según Castañeda (1986) las hojas de amaranto hervido supera y sustituye a la espinaca en cuanto a sabor y valor nutritivo, siendo el contenido de proteína similar, lo mismo que el fósforo y potasio y rico en calcio y fierro.

Es importante el mayor conocimiento de las características bromatológicas y nutricionales de los cultivos antiguos del área andina, de tal manera que podría conformar un conjunto de recomendaciones, destinadas a mejorar el nivel nutricional de esta zona actualmente deficiente tanto en valores energéticos como proteínicas sin dejar de ser importantes los minerales con las obvias ventajas que ofrece el divulgar especies originarias del área tanto por su capacidad adaptativa, como por su adaptación a nivel de preparación de alimentos.

En esta investigación el énfasis está principalmente en el aspecto nutricional de las amarantáceas y quenopodeaceas, mediante la determinación bromatológica y biológica.

### II. MATERIALES Y METODOS

Los análisis bromatológicos de humedad, ceniza, fibra, grasa, proteína, energía fueron determinados por los métodos de la A. O. A. C. (1986), con modificaciones estandarizadas por el Programa de Nutrición de la Facultad de Ciencias y Tecnología. Los análisis de minerales de P, Fe, Ca, Mg, Cu, Li, Zn, mediante absorción atómica.

Para la determinación de la Calidad Biológica de la Proteína se realizaron pruebas biológicas en ratas albinas machos, con un peso promedio de 60 gr., el ensayo se realizó con cinco repeticiones. Las dietas se ajustaron al 10 % de proteína teniendo como testigo lactoalbumina, siendo suplementadas con almidón de maíz, aceite de maíz y mezcla de sales minerales y vitaminas. El experimento duró 15 días.

Para el cálculo de la digestibilidad se colectaron las heces, las cuales fueron sometidas al análisis de nitrógeno.

Una vez concluido el experimento se sacrificaron los animales para el análisis de nitrógeno en la carcaza.

---

\* Trabajo realizado por el Programa de Nutrición. Facultad de Ciencias y Tecnología

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio con cinco repeticiones.

Los índices biológicos calculados fueron Relación de Digestibilidad real, Utilización Neta de la Proteína real (UNP). Incremento en peso.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

En los Cuadros 1 y 2 se muestran los Resultados Bromatológicos.

**Cuadro 1.**

Granos	Hum%	Cen.%	Fib%	Prot.%	Gras.%	Energía	Carbohid.
Quinoa	9.30	4.34	5.0	11.0	6.51	4079.67	73.15
Kañihua verde	5.6	5.21	5.0	15.3	11.4	4577.42	63.09
Kañihua roja	5.3	5.63	6.2	14.5	11.0	4340.48	62.67
Millmi	9.10	3.86	7.6	12.0	7.1	4401.60	69.44
<b>Follaje</b>							
Millmi Hojas	80.0	13.3	11.7	29.5	6.3	3522.82	39.2
Jatako	85.8	17.04	9.1	26.0	6.6	3308.60	41.26

**Cuadro 2.**

Granos	Fósforo	Fierro	Calcio	Magnesio	Cobre	Litio	Zinc
Quinoa	463.27	38.55	39.15	363.58	1.75	2.31	3.20
Kañihua verde	460.19	21.20	44.21	319.96	2.03	2.37	3.28
Kañihua roja	409.14	22.89	41.58	288.91	1.69	2.36	3.18
Millmi	684.7	13.92	38.51	261.50	0.46	0.17	3.98
<b>Follaje</b>							
Millmi Hojas	754.16	26.86	2.202.36	1838.27	0.83	0.48	3.72
Jatako	480.73	61.28	1.095.29	1550.97	1.91	5.07	4.54

La quinoa presenta un contenido de humedad que generalmente es común a todos los semicereales al igual que las cenizas, el contenido de fibra es relativamente alto, probablemente debido al tamaño de la semilla y la cual es envuelta por un tegumento de alto contenido de fibra, el porcentaje de proteína es moderado, pero su calidad biológica es buena. La grasa presenta en los granos de la quinoa, es también muy similar a la de los semicereales al igual que los hidratos de Carbono.

El Millmi presenta un análisis bromatológico parecido al de la quinoa, el contenido proteico fue similar al de algunos cereales.

La cañihua presentó valores similares al de la quinoa con un contenido de proteína bueno; así también el contenido en Carbohidratos.

Los valores energéticos son altos en general. Los contenidos de Calcio, Fierro y Magnesio en los follajes presentan valores bastante elevados. El Zinc con porcentajes similares en todas la especies estudiadas.

Respecto a la cantidad de proteína que presenta en los follajes, la sustancia seca se caracterizó por su elevado contenido proteico.

En el Cuadro 3, se presentan los índices de calidad de la proteína, se observa valores más altos para el tratamiento testigo con lactoalbumina.

Cuadro 3.

Tratamiento	Incremento	Digestibilidad	NPU
Lactoalbúmina	76.5	93.3	0.8
Millmi	24.4	83	0.5
Quinoa	52.5	85.5	---

F entre tratamientos= 0.01

Respecto al incremento en peso los análisis estadísticos nos muestran diferencias altamente significativas entre tratamientos. El incremento fue máximo para el testigo en relación a los otros tratamientos posiblemente debido al déficit de algunos aminoácidos esenciales.

La digestibilidad mostró valores que oscilan entre el 93.3 % para lactoalbumina y el 83.3 para el tratamiento, presentando en general una buena digestibilidad para estos productos. El NPU para el Millmi con un valor de 0.5 relativamente bajo, en relación al testigo.

#### IV. CONCLUSIONES

Los resultados bromatológicos se pueden emplear para identificar y controlar la calidad de los productos, sean o no procesados.

La deficiencia de Hierro es la carencia nutricional más común en nuestro país siendo las hojas de amarantáceas una buena posibilidad a este problema.

Las amarantáceas y las quenopodiáceas son ricas en Hidratos de Carbono que se corrobora con su contenido energético.

La presencia cuali-cuantitativa de oligoelementos importantes en la nutrición, resalta el valor nutricional de estas especies.

Las amarantáceas y las quenopodiáceas dadas sus características bromatológicas y de minerales, podrían ser utilizadas como alternativa nutricional para solucionar el déficit proteico-energético y a nivel de minerales presente en nuestro medio.

Por los resultados de Evaluación Biológica, se puede concluir que es necesario, la complementación de estas especies y de ésta manera aprovechar los nutrientes complementarios para la formulación de alimentos.

#### V. BIBLIOGRAFIA

- BENEDETTI, C. *et al.* 1978. Consideraciones sulle Metodología Biologique di Valutazione della Qualita Proteica. Seminario Sulle: Metodologie de Valutaciones della Qualita Biologica della Proteina. Ed. Instituto Nacional dellla Nutriziones. Roma.
- CARDENAS, M. 1969. Manual de Plantas económicas de Bolivia. Imprenta ICTHUS. pp. 119-123.
- CASTAÑEDA, L. C. *et al.* 1986. Evaluación del amaranto como hortaliza de comparación con la espinaca. México. Dto. Fitotécnico. Ed. Arch. Latín de Nutr. USA. Washington D.C. 3:45.
- RITVA *et al.* 1989. Cultivos Andinos. Importancia nutricional y posibilidades de procesamiento. Lima-Perú.



## VALORACION NUTRICIONAL Y ACEPTABILIDAD DE ALGUNAS RECETAS PREPARADAS A BASE DE QUINUA

N. LARA<sup>1</sup>, C. NIETO<sup>2</sup>

1 Ing. en alimentos. Técnico Dpto. de Nutrición. INIAP.

2 Jefe del Programa de Cultivos Andinos. INIAP.

### I. INTRODUCCION

La situación de los alimentos en cantidad y calidad ha influido en los cambios del patrón alimenticio de los países andinos. Los alimentos consumidos en su mayoría presentan un desbalance en la relación carbohidratos/proteínas, lo cual ha ocasionado problemas nutricionales. El consumo de alimentos no debe ser únicamente para saciar el hambre, sino más bien para la satisfacción de las necesidades metabólicas basales, lo que se denomina como alimentación balanceada.

El gasto energético diario que se requiere para las diferentes actividades está entre 2700 y 3000 kcals y el suministro de proteínas que ayude al crecimiento y desarrollo armónico de una persona adulta debe ser 56 gramos (3). Según Ayala, *et al.* (1989), en la dieta normal de relación entre proteínas de origen vegetal y animal es de 66% y 34% respectivamente.

En la actualidad ha resurgido la posibilidad de mejorar la calidad proteica de los alimentos de la región andina con la utilización de productos como la quinua que tiene más de 15% de proteína y su valor energético superior a 3600 Kcal. Para apoyar esta iniciativa y como parte complementaria a los trabajos de producción de quinua del INIAP; se realizó este ensayo cuyo objetivo principal fue: valorar nutricionalmente y medir la aceptabilidad de cuatro recetas a base de quinua.

### II. MATERIALES Y METODOS

#### 1. Materiales y Equipos

Quinua escarificada obtenida en el mercado  
Material de cocina y comedor Santa Catalina  
Ingredientes varios  
Equipo Kjeldahl  
Bomba calorimétrica  
Equipo de Cromatografía de gases

#### 2. Método

Las recetas preparadas fueron sopa, seco (chaulafan), chicha y batido de quinua. La preparación se basó en la cantidad de ingredientes y recomendaciones del boletín recetarios No. 175 del INIAP (4). Cada una de estas recetas fue parte del almuerzo normal de aproximadamente 100 personas, las cuales al momento de consumirlas llenaron un formulario con su apreciación respecto a gusto, olor, sabor, apariencia, y posible frecuencia de consumo.

Adicionalmente se tomaron muestras para los análisis de laboratorio. En el caso de la sopa y el seco de quinua de muestra fue de 1Kg y para la chicha y el batido 2 litros de muestra. El porcentaje de proteína se determinó por el método Kjeldahl, el valor energético con la bomba calorimétrica y el contenido de aminoácidos por cromatografía de gases.

### III. RESULTADOS

#### Valoración nutricional de las recetas de quinua.

En el cuadro 1 se presentan los datos de humedad, proteína y energía de las cuatro recetas tal como fueron consumidas y los datos para el grano y la harina de quinua empleados. Se observó que el seco de quinua con un 46% de humedad presentó los valores más altos. Tanto en energía, 2909.23 Kcal/Kg, como en proteína 11,79%. Con relación a la chicha de quinua, esta bebida aportó con 0.26% de proteína y 200.6 Kcal/Kg a pesar que su contenido de agua fue superior al 95%.

**Cuadro 1. Resultados de humedad, energía y proteína de las cuatro recetas tal como fueron consumidas en comparación con el grano y la harina de quinua empleados para su preparación**

	<b>Humedad</b>	<b>Proteína</b>	<b>Energía</b>
	<b>%</b>	<b>Total %</b>	<b>Total Kcal/kg</b>
Sopa de quinua	89.55	1.75	513.10
Seco de quinua	46.20	11.79	2909.23
Chicha de quinua	95.75	0.26	200.26
Batido de quinua	85.81	1.26	667.20
Grano de quinua	11.68	15.86	4127.20
Harina tratada	9.61	15.89	4254.70

Los datos presentados en el Cuadro 1, se utilizaron para valorar una alimentación diaria con las cuatro recetas. Se asumió el consumo de 600 g. de sopa, 600 g. de seco, 200 g. de batido, y 300 g. de chicha de quinua al día, con un aporte total de 2246, 13 Kcal/Kg de energía, y 84,54 g de proteína. Sobre la base de estos datos globales se calculó la concentración de proteína o porcentaje de proteína que el organismo utiliza en la conversión a energía (p%), la calidad de la proteína o utilización neta operativa (NUP), y el valor protéico (NDpKcal l%) (1).

En el Cuadro 2, se presenta la valoración nutricional para la alimentación diaria a base de las cuatro recetas de quinua en comparación con los valores estandarizados para diferentes dietas latinoamericanas (1).

**Cuadro 2 Valoración nutricional de las cuatro recetas de quinua en comparación con los valores establecidos para dietas Latinoamericanas (1)**

	<b>Valor calculado</b>	<b>Valor estandarizado</b>
P%	15.05	7 a 9
NPU%	42.18	52 a 54
NDpKcal l%	6.40	6.5 a 6.9

El porcentaje de proteína utilizado como fuente de energía fue de 15.05% superior al valor establecido para dietas latinoamericanas. Esto indica la proporción de la proteína en la dieta con relación al total de componentes energéticos; y sugiere que existe un déficit de energía en relación a la cantidad de proteína.

Al evaluar la calidad de la proteína (NPU%) se encontró un valor 42.18%. como se observa aquí, el déficit energético influyó aún más en el NPU, que se ubicó por debajo del rango establecido de 52 a 54; indicando que las proteínas existentes serán utilizadas para completar la falta de fuentes de energía.

El valor protéico calculado (NDpKcal %) de 6,4 fue ligeramente inferior al rango de 6.5 a 6.9, establecido en diferentes dietas latinoamericanas; pero superior al límite permisible de 4 NDpKcal % que permite satisfacer el requerimiento protéico para mantener el peso corporal.

En cuanto a la distribución de aminoácidos de las cuatro recetas expresados como gramos de aminoácidos por 100 g. de proteína total, se presenta en el Cuadro 3, en comparación con los datos obtenidos para el grano y la harina de quinua utilizados como materia prima para la preparación de las recetas.

**Cuadro 3. Distribución de aminoácidos en las cuatro recetas elaboradas a base de quinua en comparación con el grano y la harina de quinua, expresado en g/100 g de proteína total y porcentaje de digestibilidad de las proteínas**

harina	sopa	seco	chicha	batido	grano
Alanina	2.86	4.24	3.85	5.56	3.55
Treonina*	2.29	3.05	3.85	1.59	2.44
Glicina	1.71	2.54	1.64	1.59	2.37
Leucina*	3.43	4.33	3.85	2.38	4.25
Prolina	6.29	3.82	3.85	2.38	4.39
Metionina*	6.29	1.61	1.80	1.59	0.86
Asparagina*	2.29	6.36	3.85	3.97	5.29
Fenilalanina*	4.00	2.46	1.32	0.79	1.86
Tirosina	6.29	2.46	0.00	1.59	1.64
Ac.glutámica	4.00	6.87	7.69	5.56	5.79
Lisina*	6.29	5.69	7.69	5.56	6.14
Arginina	9.71	6.02	11.51	7.14	4.21
Cistina	0.57	11.11	23.08	11.11	10.78
Triptofano*	2.86	0.68	3.85	1.59	0.57
Valina*	1.71	3.90	3.85	1.59	3.21
Total	72.59	65.15	77.83	59.99	53.13
Digestid. (%)**	10.44	70.38	1.53	7.49	-----

\* Aminoácidos esenciales

\*\* Digestibilidad de las proteínas calculada en relación con el cómputo de aminoácidos y proteína de referencia (2).

Como se puede observar tomando como referencia 100 g de proteína total, el total de los aminoácidos analizados en las cuatro recetas está entre 59.99 g y 77.83 g. Adicionalmente en el Cuadro 3, se tiene el porcentaje de digestibilidad de cada una de las recetas, sumando en total 89.82 %.

#### **Grado de aceptabilidad y consumo de las cuatro recetas de quinua.**

En cuanto a las características organolépticas: gusto, olor, sabor, apariencia, se encontró que:

Entre el 70 y el 80% de los encuestados calificaron a las cuatro recetas como agradables en el gusto; sobre el 10% consideraron con gusto excelente y entre el 3 y 20% atribuyeron un gusto desagradable, como se puede observar en la figura 1.

En la figura 2, se observan los criterios de los encuestados en cuanto a olor; el 78% le atribuye buen olor a la sopa, y solo el 3.1% reconoció un olor desagradable. El 63, 68 y 81%, consideran que la chicha, el batido y el seco de quinua, respectivamente tienen buen olor. El 32% de los encuestados califican a la chicha con muy buen olor seguida del batido con un 19.1%.

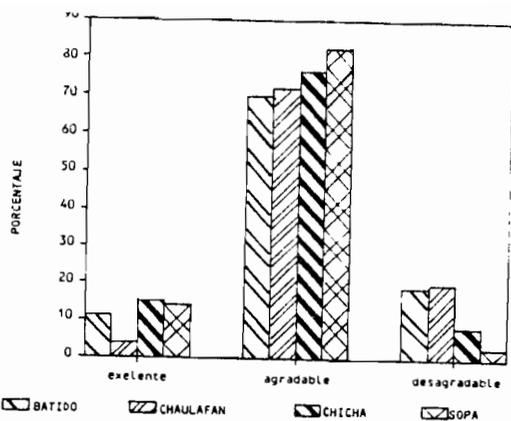


Figura 1. Representación de la aceptabilidad, por el gusto de cuatro recetas de quinua en Santa Catalina, 1989.

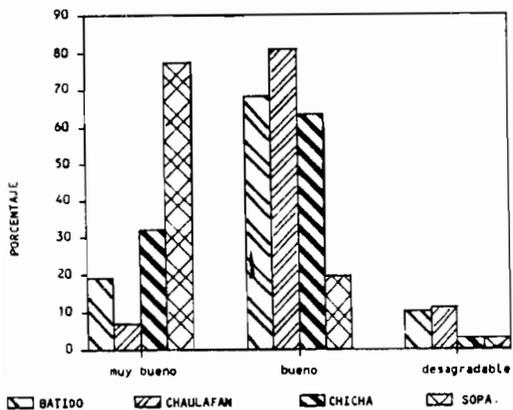


Figura 2. Representación de la aceptabilidad, por el olor de cuatro recetas de quinua en Santa Catalina, 1989.

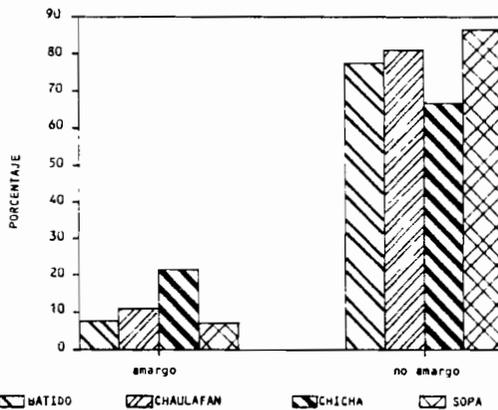


Figura 3. Representación de la aceptabilidad, por el sabor de cuatro recetas de quinua en Santa Catalina, 1989.

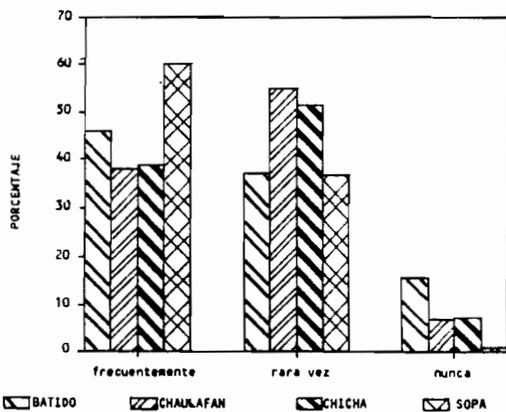


Figura 5. Representación de la aceptabilidad, por la preferencia para el consumo de cuatro recetas de quinua en Santa Catalina, 1989.

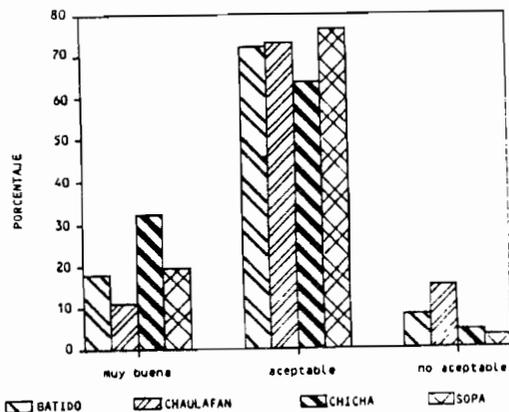


Figura 4. Representación de la aceptabilidad, por la apariencia de cuatro recetas de quinua en Santa Catalina, 1989.

En la figura 3, se presentan los resultados de la aceptabilidad en lo que se refiere a sabor por presencia de saponina, entre el 67 y 87% de los encuestados no identificaron sabor amargo en ninguna de las cuatro recetas.

Como se puede observar en la figura 4, la apariencia de las cuatro recetas, fue calificada como aceptable por el 63 y 77% de los encuestados, del 11 al 32% reconocieron muy buena apariencia, y del 3 al 15% consideraron no aceptable.

Con relación a la frecuencia de consumo de la cuatro recetas, los resultados se presentan en la figura 5, y se encontró que: el 60% de los encuestados consumiría la sopa de quinua frecuentemente, y sólo un 1% no consumiría nunca. Para el seco, la chicha y el batido de quinua, las preferencias para consumir frecuentemente y rara vez estan entre 37 y 55%, y no consumirían nunca estos preparados del 7 al 16%.

Estos resultados son muy significativos ya que demuestran que los preparados tienen buena aceptación entre los consumidores a pesar de tratarse de recetas no muy comunes en la alimentación diaria; sin embargo, el porcentaje que reconoce características organolépticas no aceptables y que presentan cierta resistencia al consumo fue también significativo, lo que indica la necesidad de incursionar en una campaña promocional para lograr mayor aceptabilidad por parte de la población de estos preparados, que como se ha demostrado son de un incuestionable valor alimenticio.

#### IV. CONCLUSIONES

1. Las cuatro recetas presentan cantidades de energía y proteína significativas y cada una de ellas podría completar los requerimientos y convertirse en una alternativa para una alimentación balanceada.
2. La valoración teórica de una alimentación diaria con las cuatro recetas demuestra que la cantidad de proteína es suficiente y que la energía que produce es inferior a la requerida, puesto que el 15.05% de la energía total proviene de las proteínas, por lo cual su utilización neta es de apenas 42.18%. Sin embargo, el valor protéico de 6.4 indica que esta dieta a más de asegurar la estabilidad corporal también ayuda al crecimiento.
3. En las cuatro recetas preparadas, la proporción total de los 15 aminoácidos analizados superó el 60% en relación al contenido total de proteína que tiene 89.82% de digestibilidad.
4. El nivel de aceptación de las cuatro recetas preparadas en promedio fue superior al 70% en lo que se refiere a características organolépticas de gusto, olor, apariencia y sabor.
5. En promedio el 92% de los encuestados consumirían frecuentemente y rara vez los preparados, y apenas el 7% manifiesta su negativa a consumir estos productos.

#### V. BIBLIOGRAFIA

- AYALA, G. 1989. Consumo de alimentos y adecuación de nutrientes. En *Nutrición y Agricultura en Comunidades Campesinas de Puno I parte*, Lima. pp. 61-163.
- FAO/OMS. Necesidades de energía y proteínas. Informe del Comité Especial Mixto de Expertos. Serie de Informes y Técnicos No. 724. 185.
- NARANJO, P. Desnutrición, problemas y soluciones. Ministerio de Salud. Quito-1986. 242 p.
- PERALTA, E. 1985. La quinua un gran alimento y su utilización. Boletín Divulgativo No. 175 INIAP. Quito. 21 p.



## SUSTITUCION DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE KIWICHA EN LA ELABORACION DE PAN

Carmen HUARCAYA  
Laboratorio de Calidad del Programa de Cereales.  
Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

### I. INTRODUCCION

La kiwicha (*Amaranthus caudatus*), es un cultivo importante en el Perú, por el alto valor nutritivo de su proteína. Contiene 10 de los aminoácidos esenciales que necesariamente tienen que ser suministrados diariamente en los alimentos, siendo uno de ellos la lisina.

El grano de kiwicha es fácil de utilizar, pudiendo constituir un sucedáneo del trigo, en muchos lugares del país. El Perú importa más de un millón de TM de trigo que cubren el 90 % de la demanda nacional.

### II. OBJETIVOS

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivos:

- Determinar el nivel óptimo de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha.
- Estudiar el efecto de la granulometría de la harina de kiwicha en el volumen específico de los panes.

### III. MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con una variedad comercial de kiwicha, Oscar Blanco, con semilla procedente del Callejón de Huaylas, la cual fue sometida a un proceso de molienda, obteniéndose harina integral. Fue dividida en dos partes, una de ellas se tamizó en la malla 60 y la otra en la malla 6xx, correspondiendo la granulometría a una harina gruesa y una harina mediana respectivamente.

Se determinó el contenido de humedad y proteínas del grano y las 2 harinas obtenidas, elaborándose panes con 2 tipos de harina a diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha: 5, 10, 15, 20 y 25 %, el proceso de panificación fue el recomendado por la AACC (American Association of Cereal Chemists, 1978).

Los panes se evaluaron según sus características físicas y organolépticas, peso, volumen, volumen específico, textura y color de miga, siendo el testigo el pan elaborado con 100 % de harina de trigo comercial.

Con la finalidad de hacer una evaluación estadística al volumen específico de los panes, se utilizó el DCR y la Prueba de Duncan.

### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los valores obtenidos, el grano de kiwicha tiene una humedad de 11.6 % y un contenido de proteína de 14.36 %, estando dentro de lo señalado por Bressani (1984).

Según el análisis de granulometría de la harina de kiwicha: una harina gruesa pasa la malla 60 (0.250 mm) y una harina mediana pasa la malla 6xx (0.230 mm), siendo los rendimientos harineros de 85.2 y 48.2 % respectivamente. El contenido de proteína está relacionado con el % de extracción o rendimiento harinero, observándose que la harina gruesa presentó mayor contenido, 13.31 %, que la harina mediana, 12.69 %, debido a que la primera contiene parte de las capas envolventes del grano de kiwicha, ricas en proteínas. (Cuadro 1).

**Cuadro 1 Rendimiento harinero, contenido de humedad y proteína en la harina de kiwicha, variedad Oscar Blanco.**

Tipo de Harina	Rendimiento Harinero	Humedad	Proteína (b.s.)
H. Gruesa	85.2 %	13.0 %	13.31 %
H. Mediana	48.2 %	13.0 %	12.69 %

En el proceso de panificación al sustituirse en un 5, 10, 15, 20 y 25 % de harina de trigo por harina de kiwicha, se observó que el % de absorción esta relacionado al % de sustitución y granulometría de la harina, a mayor % de sustitución la absorción disminuye y cuando el tamaño de partículas de la harina es mayor, hay mayor absorción. (Cuadro 2).

Al realizar una evaluación estadística de los volúmenes específicos de los panes, se determinó una diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Mediante la Prueba de Duncan, a un nivel de 15 % de sustitución no hay diferencia significativa entre los volúmenes específicos de los panes elaborados con harina mediana y gruesa, si hay diferencia en textura, color y aspecto general.

Las características organolépticas de los panes varían a medida que se incrementan los porcentajes de sustitución, determinándose que el 20 % de sustitución es el óptimo cuando se utiliza una harina mediana y 15 % para una harina gruesa. A un 25 % de sustitución para ambos tipos de harina, la textura de la miga es húmeda y densa pero presentan un sabor agradable preferido por los panelistas en vez del pan usado como testigo. (Cuadro 2).

**Cuadro 2 Evaluación de los panes elaborados con diferentes % de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha**

% Sus	Tipo de Harina	Absorción %	Volúmen Específico (cc)	T	C
5	H. Mediana	60	3.12	B	Cr
10	H. Mediana	60	3.44	B	Cr
15	H. Mediana	59	3.46	B	Cr
20	H. Mediana	58	2.89	B	Cr
25	H. Mediana	57	3.22	R	Cr
5	H. Gruesa	65	3.20	B	Cr
10	H. Gruesa	63	3.50	B	Cr
15	H. Gruesa	60	3.56	B	Cr.O
20	H. Gruesa	60	3.73	R	Cr.O
25	H. Gruesa	60	3.21	R	Cr.O
<b>Testigo</b>	<b>H. de trigo</b>	<b>68.5</b>	<b>3.50</b>	<b>B</b>	<b>B.Cr</b>

T = Textura: Muy bueno, bueno, regular y pobre.

C = Color: Crema (Cr), blanco crema (B.Cr) y Crema oscuro (Cr.O)

## VI. CONCLUSIONES

A nivel de 15 % de sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha no hay diferencia significativa entre los volúmenes específicos de los panes.

Las características organolépticas de los panes varían a medida que se aumenta el % de sustitución de la harina de trigo por harina de kiwicha, siendo el % óptimo de sustitución 20 % para la harina mediana y 15 % para la harina gruesa.

Hasta un 15 % de sustitución de harina de trigo por harina mediana de kiwicha, los panes presentan buena apariencia interna como externa.

**VII. BIBLIOGRAFIA**

AMERICAN ASOCIATION OF CEREAL CHEMIST (AACC). 1976. Approved Methods.

BRESSANI, R. 1976. Estudio sobre la digestibilidad de la proteína de varias especies de leguminosas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Pub. INCAP, 1976.

BRESSANI,A. 1984. Bol. No. 1, Marzo, Guatemala, 1984.

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA-INDDA. 1984. Estudio de factibilidad para la implementación de un programa nacional de harinas compuestas. Lima-Perú.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1984. Amaranth Modern Prospects for an Ancient Crop. September.

SANCHEZ, A. 1980. Potencial Agroindustrial del Amaranto. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. México.



## IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE PRODUCTOS ANDINOS EN LA DIETA DE NIÑOS PREESCOLARES

F. CHOQUETICLLA<sup>1</sup>; Ph. CHEVALIER<sup>2</sup>

1 UMSS Cochabamba

2 ORSTOM - IBTA La Paz

### I. INTRODUCCION

En los países en vías de desarrollo, la desnutrición afecta fundamentalmente a los niños durante el primer período de vida. Durante ésta etapa, la velocidad de crecimiento es muy rápida y por lo tanto los requerimientos nutritivos son más altos y específicos (RAIMBAULT, 1980). En América Latina, aproximadamente el 65% de los niños menores de 6 años, presentan restricciones del crecimiento de grado variable (MONCKEBERG, 1987).

Bolivia está en el grupo de países latinoamericanos que tienen las tasas más altas de mortalidad infantil; presentado más de 184 por mil (UNICEF, 1989). La prevalencia de la desnutrición es de 56 por ciento, siendo para el Departamento de Cochabamba 46.8 por ciento de desnutrición proteíca-calórica con una prevalencia del 50.8% en el área rural, (INAN, 1981).

Uno de los problemas cruciales en la dieta de la población boliviana es la baja calidad nutricional de los alimentos disponibles en ciertos estratos sociales. Factores económicos, productivos, culturales y de abastecimiento lleva que gran parte de las calorías provienen de hidratos de carbono (pan, papa, arroz, etc.), los que deben ser consumidos en grandes cantidades para cumplir con los requerimientos de energía necesarios para una actividad cotidiana normal. Puesto que un niño menor de cinco años no puede ingerir grandes cantidades de este tipo de alimentos, en muchos casos no recibe el aporte calórico necesario para sostener un desarrollo normal (DAZA, 1986; RANDE, 1989).

Pocos estudios mencionan la relación del estado nutricional con la ecología del medio, la disponibilidad y distribución de los alimentos. Estudios anteriores del grupo Nutrición ORSTOM-UMSS mostraron, que se está perdiendo la costumbre de consumir muchos productos autóctonos, algunos con alto valor nutritivo.

### II. OBJETIVO

- Conocer la importancia del consumo de los productos andinos y sus variaciones estacionales en la dieta de los niños preescolares en una zona del Departamento de Cochabamba.

### III. MATERIAL Y METODOS

#### 1. Universo

Una primera encuesta cuantitativa en 8 zonas del Departamento de Cochabamba permitió ver diferentes tipos de consumo alimentario y elegir la localidad de Pasorapa por ser una zona con menor influencia del mercado, (CHEVALIER, *et al.*, 1988).

Pasorapa se ubica a 350 km de Cochabamba, en la Provincia Campero; tiene una temperatura media de 21.3°C, con precipitaciones en estación seca de 30 mm y de 333 mm en estación húmeda (MORALES, 1978).

Para tener una representación de los niños menores de 6 años de esta zona, realizamos un sondeo de 20 % sobre 65 familias con niños en edad preescolar.

## 2. Encuesta alimentaria

Para estudiar las variaciones estacionales de la dieta, se realizó un estudio de tipo longitudinal; realizando encuestas cada dos meses, visitando a las mismas familias durante más de un año, del mes de marzo 1988 al mes de abril 1989.

La técnica que se utilizó es el método de peso directo de todos los alimentos, platos y bebidas ingeridos por un niño durante 24 horas (WHITEHEAD, 1977) con una modificación de la técnica de la alícuota de las 24 horas (CHEVALIER, et al., 1988).

Para los platos elaborados se pesaron todos los ingredientes incluido el agua antes y después de cocer.

Se tomó las alícuotas de todas las comidas heterogéneas, a partir de un plato testigo, de la misma composición que el ofrecido al niño.

## 3. Técnicas de análisis de alimentos

Se pesó el contenido del frasco de recolección diario con las alícuota al 10 % para conocer el peso fresco de la muestra.

Luego se realizaron los siguientes análisis:

- Humedad
- Proteínas % Nx6.25 (Semi micro Kjeldahl)
- Grasa (Extractor Soxleth)
- Valor energénico (Bomba calorimétrica)

Los análisis de bromatología clásica se realizaron según los métodos de la AOAC (1984) estandarizados en el Laboratorio del Programa de Nutrición de la FCYT de la UMSS.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1, se presenta algunos datos sobre los productos originarios de América del Sur y consumidos en la zona de encuesta. La composición nutricional proviene de la Tabla de composición de los alimentos bolivianos (MPSSP, 1984).

**Cuadro 1. Cultivos Andinos consumidos en la zona de Pasorapa**

Nombre común	Nombre científ.	Grupo de alimentos	Comps. nutr. por 100g			
			Cal.	Prot.	Lip.	Glu.
m. wilcaparu	Zea maiz	Cereal	363.2	9.1	4.3	75.1
m. amarillo	Zea maiz	Cereal	360.1	7.2	4.1	75.8
papa	S. tuberosum	Tubérculo	94.5	2.6	0.0	21.1
quinua	Ch.quinoa	Pseudocereal	377.4	11.8	5.7	69.8
maní	A.hypogea	Leguminosa	546.5	24.4	43.5	24.0

Los resultados de la encuesta alimentaria longitudinal (cuadros 2 y 3) permiten mostrar:

**Cuadro 2. Importancia del Consumo de los Productos Andinos  
(Por ciento del consumo total diario)  
meses de la encuesta alimentaria 88 - 89**

Alimentos	Mar	May	Jul	Sep	Nov	Feb	Abr
Maiz	16	31	15	11	13	6.4	11.2
Quinoa	-	-	0.2	1.7	1.2	-	0.06
Papa	25	23	23	41	31	22.5	26.2
Papalisa	-	0.8	0.5	-	-	-	-

**Cuadro 3. Importancia del Consumo de los Productos Procesados  
(Por ciento del consumo total diario).**

Alimentos	Mar	May	Jul	Sep	Nov	Feb	Abr
Pan	9.0	12.8	10.8	16.4	17.7	11.1	10.4
Trigo	3.0	0.9	0.5	0.5	--	1.1	tr
Arroz	3.4	4.8	5.2	5.3	5.9	1.9	5.7
Fideo	1.5	2.4	2.9	0.8	3.9	1.8	3.3

- 1) Un consumo básico de papa y maíz, que varía según la época del año entre el 29 y 54 % del consumo total diario.
- 2) Un consumo marginal de los cultivos andinos como la quinua frente a los productos procesados como el pan y fideo.

En el estudio anterior, se encontró un consumo de millmi o kiwicha (*Amarantus caudatus*), solamente en 2 o 3 familias sobre 200 familias encuestadas y un consumo de quinua solamente en 2 zonas sobre 8 zonas de encuesta.

El análisis de las variaciones estacionales de la dieta, muestra una bajada del consumo de alimentos constructores y de la ingestión de proteínas, al final de la sequía, entre septiembre y noviembre. Debemos notar que es durante esta época del año que se consume la quinua. La quinua clasificada como pseudocereal, tiene un nivel proteico más alto que los cereales, una elevación de su consumo podría subir el nivel de alimentos proteicos.

El cuadro 4 muestra una cobertura energética inferior al 100 % de las necesidades energéticas y una cobertura en proteínas superior al 100 %. Eso significa que se gastan las proteínas como combustible para cubrir los gastos energéticos.

**Cuadro 4. Variación de la Adecuación Proteino-Energética (valor 1 = cobertura de 100% de las necesidades)**

meses de la encuesta alimentaria 88 - 89							
Adecuación	Mar	May	Jul	Sep	Nov	Feb	Abr
Energía	0.83	0.89	0.87	0.75	0.69	0.83	0.66
Proteínas	1.8	2.6	2.8	2.0	2.3	2.5	1.3

La dieta encontrada en esta zona se caracteriza por un desequilibrio entre los nutrientes: exceso de carbohidratos y déficit del aporte lipídico.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El consumo de los cultivos andinos es marginal frente a los productos procesados.

Se puede proponer diferentes tipos de medidas para mejorar la dieta de los niños preescolares de esta zona:

-Incentivar el cultivo y el consumo de la quinua para cubrir el déficit estacional de consumo de los alimentos constructores.

-Incorporar dentro de los productos procesados y de alto consumo como pan y fideo, mezcla de productos andinos como quinua, tarwi y kiwicha.

-Incentivar el consumo del maní, alimento con alto nivel en energía de origen lipídico, para cubrir el déficit de la adecuación energética y ahorrar el gasto de proteínas.

## VI. BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 1984. Official methods of analysis of the Asociation of Official Analytical Chemists. Sidney Williams, Virginia, USA.
- CHEVALIER, Ph.; ANTEZANA, A.; CASTELLON, S.; CHOQUETICLLA, F.; VARGAS, M.; DHENIN, J. M.; JAMBON, B. y PARENT, G. 1988. Diferentes tipos de dietas infantiles encontradas en el Departamento de Cochabamba. Congreso Extraordinario de Biología de Altura, IBBA, La Paz - Bolivia.
- DAZA, G. 1986. Aprovechamiento biológico de los alimentos en Bolivia. Propuesta para un sistema de seguridad alimentaria en Bolivia. Simposio sobre políticas de seguridad alimentaria, La Paz-Bolivia.p:578-611.
- INIAN (Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición). 1981. La desnutrición en Bolivia. La Paz-Bolivia
- MONCKEBERG, F. 1988. Desnutrición infantil. INTA. Chile p 5-10.
- MORALES, L. 1979. Los recursos naturales renovables del Departamento de Cochabamba, su planificación al desarrollo. Ed. Canelas. Cochabamba-Bolivia.
- MPSSP (Ministerio de Previsión Social y Salud Pública). 1984. Tabla de composición de Alimentos Bolivianos. La Paz - Bolivia.

- RAIMBAULT, A. M. 1979. Les maladies nutritionnelles. Recherche, No. 115. p:1096-1104.
- RANCE, S.; WOLOWYNA, O. y PINTO, G. 1989. Supervivencia infantil. Salud y población. Consejo Nacional de Población (CVONAPO) La Paz-Bolivia.
- UNICEF. 1989. Factores condicionantes de la salud. Historia y perspectivas de la Salud Pública en Bolivia. 1ra. Ed. Bolivia.
- WHITEHEAD, R.G.1977. The assessment of nutritional status. in: Protein-Energy Malnutrition, Edward Arnold. London.



## POSIBILIDADES DE LOS CULTIVOS ANDINOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA ALIMENTACION INFANTIL EN COMUNIDADES ALTOANDINAS DEL CUSCO

M. LOVON, M.I. VALVERDE, M.L. VILLAFUERTE, y R. GODOMAR  
CONVENIO PERU ALEMANIA PARA CULTIVOS ANDINOS,  
(COPACA) - GTZ. Cusco - Perú.

### I. INTRODUCCION

Las áreas rurales de la sierra del Perú, presentan elevados porcentajes de desnutrición infantil, especialmente en el grupo etáreo de 6 a 23 meses donde el 30% de niños de 6 a 11 meses y el 58% de niños de 12 a 23 meses se clasifican como desnutridos crónicos (INE, 1984). Los porcentajes son similares para el departamento del Cusco, un 54% de niños de 12 a 23 meses y un 23% de niños de 6 a 11 meses padecen de desnutrición crónica (Wolff *et al.*, 1983).

Una de las principales determinantes de este deterioro nutricional es la alimentación complementaria inadecuada que se traduce en el aporte insuficiente de energía y nutrientes.

Teniendo en cuenta los factores condicionantes del consumo de alimentos, la problemática anteriormente descrita así como el alto valor nutritivo y adaptabilidad agroecológica de los cultivos andinos, el COPACA, desde 1985 viene ejecutando acciones orientadas a que las familias campesinas mejoren la alimentación del niño en edad de ablactancia mediante el incremento de la producción y productividad de los cultivos andinos así como la introducción de éstos en la dieta del niño a través de educación alimentario - nutricional.

### II. OBJETIVOS

Los objetivos de este programa de educación alimentario - nutricional son:

- 1.- Mejorar los conocimientos nutricionales de las familias.
- 2.- Facilitar la aplicación de dichos conocimientos.

### III. MATERIALES Y METODOS

A partir de estudios realizados por el COPACA, se identificaron los principales problemas en la alimentación del niño ablactante: iniciación temprana de alimentación complementaria con alimentos y/o preparaciones de baja densidad energética (67 kcal/100 ml) y otros nutrientes. Por otro lado, no se preparan alimentos especiales para el niño, éste es alimentado diariamente de la olla familiar (3 comidas al día) siendo aún desfavorecido por la distribución intrafamiliar de alimentos.

Este patrón alimentario le permite cubrir aproximadamente 80% de sus necesidades energéticas recomendadas por la FAO en 1985. La intervención debe estar orientada a mejorar el valor nutritivo de la olla familiar e incrementar el número de comidas nutritivas del niño mediante refrigerios especiales para él.

Para mejorar la olla familiar se formularon multimezclas utilizando alimentos andinos y andinizados de origen vegetal, disponibles a nivel local, los que se combinaron con otros alimentos. Estas multimezclas tienen como ingredientes básicos un tubérculo (papa), un cereal (trigo, quinua o cebada), una leguminosa (habas, arvejas o tarwi), una hortaliza (zanahoria) y aceite.

El "sankhu mejorado" es una alternativa para mejorar el valor nutritivo de los refrigerios del niño y tiene como ingredientes 2 porciones de cereal y 1 porción de leguminosas al que se le agrega azúcar o sal y se diluye en una infusión de hierba aromática. Esta no es una preparación nueva para la familia campesina, solamente es más económica y obedece al propósito de mejorar la calidad biológica de las proteínas vegetales.

En función de estas experiencias y de la problemática alimentaria diagnosticada se formularon los contenidos educativos determinándose 2 temas relacionados con la alimentación complementaria, sobre los cuales se ejecutaron acciones educativas permanente, es decir durante todo el año.

Estos temas son: "Alimentación del niño a partir de la olla familiar" y "Frecuencia de consumo de alimentos del niño por día" (se refiere al consumo de cereales y leguminosas).

Las acciones educativas planteadas están orientadas a mejorar los conocimientos y a facilitar el cambio de comportamiento nutricional.

Para medir el impacto de las acciones de educación alimentaria nutricional directas en el logro de los 2 objetivos antes mencionados, se estableció un sistema de evaluación. El tipo de investigación desarrollado es descriptivo. Las unidades de análisis y fuente de datos son los miembros de las familias campesinas, el muestreo se realizó por conglomerados y en varias etapas, seleccionándose 100 personas representantes del grupo meta de educación nutricional. El tamaño de la muestra ha sido determinado principalmente en función de los costos del estudio y de la rapidez del procesamiento porque se espera que los resultados que entregue este sistema deben servir para reorientar las acciones educativas en los meses posteriores.

Los datos fueron recolectados mediante entrevistas dirigidas. Los instrumentos fueron formularios que contenían guías de preguntas fijas en relación a los contenidos del mensaje educativo y a su respectiva aplicación. Los datos fueron procesados utilizando un "Banco de datos" mediante el Programa DBASE III PLUS lo que permitió elaborar información cuantitativa de acuerdo a las metas propuestas.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Luego de la valoración nutricional de las mezclas básicas y de las multimezclas, en éstas últimas se obtiene una mejoría evidente del aporte promedio de energía y proteína y de los indicadores dietéticos. De esta manera, se mejoró el aporte energético de 148 a 188 kcal, el aporte proteico de 3,7 a 6,2 g, el porcentaje de energía proteica de 9,9 a 13,1% el cómputo químico de 66 a 76 y el porcentaje de energía neta de la proteína dietética de 6,0 a 8,3%.

La aceptabilidad de las multimezclas y del sankhu mejorado, según pruebas hechas, fué buena siendo mejor en las preparaciones de quinua y trigo. Los sankhus preparados con azúcar fueron mejor aceptados que los sankhus preparados con sal.

Los resultados de la evaluación del impacto de la educación nutricional en relación al mejoramiento de los conocimientos nos indican que la mayor parte de los entrevistados (86%) conocen todos los tipos de alimentos adecuados para el niño (a partir de los 6 meses) de la olla familiar. En cuanto a la recomendación de dar aceite se ha visto que el 84% de los entrevistados lo conoce. El porcentaje restante indica que debe agregar otros productos o piensa que no se debe añadir nada al plato del niño.

Respecto a la frecuencia de consumo del niño, un 93% conoce los tipos de refrigerios (kokawis) más adecuados para éste. El 84% sabe que debe dar 4 o más veces al día cereales y leguminosas y el 76 % conocen las razones difundidas por COPACA.

En resumen, se puede decir que gran parte de la población meta ha captado y entendido los aspectos más importantes acerca de la alimentación del niño ab lactante. De acuerdo a los resultados relacionados con la aplicación de conocimientos, se puede observar una tendencia positiva ya que el 65% de personas sacaron para su niño leguminosas, verduras y papas y un 24% sacaron además cereales. Sin embargo, en la práctica de añadir aceite se presentan todavía obstáculos puesto que más de la mitad de entrevistados (58%) no han añadido nada al plato del niño.

En cuanto a la aplicación de conocimientos del tema "Frecuencia de consumo del niño", los resultados indican que el 86% de niños recibieron por lo menos una vez una preparación con cereal y/o leguminosas. La mayoría de los entrevistados prepararon el sankhu para toda la familia y no especialmente para el niño. Esto muestra la dificultad de preparar algo especial para él, pero también indica que es factible a largo plazo.

Se puede concluir diciendo que el mejoramiento de la alimentación del niño ab lactante se puede lograr a través de la promoción de cultivos andinos complementados con educación alimentaria nutricional. Se espera que los resultados sean mejores cuando también se superen los factores que impiden su realización tales como la baja disponibilidad de cereales y leguminosas, las dificultades en el procesamiento previo que requieren (desamargado y molienda), etc.

Finalmente, se recomienda desarrollar acciones de educación nutricional dirigidas a las familias campesinas de las poblaciones altoandinas en la preparación de mezclas a base de los cultivos andinos disponibles, y que sean factibles de realizar en sus hogares.

#### **IV. BIBLIOGRAFIA**

GODOMAR R. 1988. Multimezclas de alimentos a base de cultivos andinos para niños de 6 a 24 meses de edad. Serie Materiales de Investigación del COPACA, Documento No. 5. Cusco, Perú.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE). 1984. Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNSA) Lima, Perú.

LOVON M. 1990. Sistematización de la Educación Nutricional Proyecto COPACA, (mimeo) Cusco.

VALVERDE, M., VILLAFUERTE M., WINDISCH P., GODOMAR R. 1988. Alimentación de niños de 6 a 24 meses en las comunidades de Huancarani y Chinchero. Serie Materiales de Investigación del COPACA, Documento No. 4, Cusco, Perú.

WOLFF, M. et al. 1983. Estado nutricional de la población de 0 a 10 años de edad en la XI Región de Salud (Cusco, Apurímac y Madre de Dios). Cusco, Perú.



## EL PROGRAMA DE NUTRICION Y EL ESTUDIO DE MEZCLAS VEGETALES DE CULTIVOS ANDINOS UNA ALTERNATIVA NUTRICIONAL

Amalia ANTEZANA y Silvia CASTELLON

### I. INTRODUCCION

Numerosas plantas alimenticias, actualmente son de consumo difundido en gran parte del mundo, caso de la papa, maíz y tomate. Además de estas plantas, los pobladores andinos supieron domesticar y aprovechar muchas otras que no han llegado a tener difusión de las antes mencionadas. Entre estas plantas menos conocidas se destacan la quinoa, kañiwa, millmi y el tarwi.

La quinoa, el tarwi y la cañihua han formado parte de la dieta del poblador andino desde tiempos muy remotos. Paulatinamente, su cultivo ha venido perdiendo importancia, por diferentes razones: la llegada de nuevas especies traídas por los europeos al llegar a América, posteriormente, el abandono de que es objeto la región andina por parte de los gobernantes, y más contemporáneamente por políticas económicas que para alimentar a la población recurren cada vez más a la importación de alimentos.

Estas plantas no son solo agroecológicamente adaptadas y resistentes, son también y sobre todo de alto valor nutritivo. Contienen bastante proteína de buena calidad, hecho que es particularmente importante si se toma en cuenta que las fuentes de proteína de origen animal que el poblador andino tiene a su disposición son más bien escasas o muy costosas. En relación con otras plantas, el contenido protéico de los cuatro cultivos estudiados se muestra muy superior en términos cuantitativos y cualitativos. Las proteínas vegetales son normalmente deficientes en uno o varios aminoácidos esenciales, los cereales en lisinas y las leguminosas en sulfurados.

Todas estas plantas ofrecen buenas posibilidades para la preparación de productos alimenticios. La quinoa y el millmi pueden ser empleados en la panificación para sustituir la harina de trigo.

### II. OBJETIVOS

- Realizar la evaluación nutricional de mezclas dobles, triples, cereal-leguminosa, semicereal-proteína animal, para panificación, fidería, sopas y alimentos para niños.
- Formular mezclas adaptadas a posibilidades locales dirigidas a disminuir la desnutrición.
- Difundir los resultados de las mezclas óptimas a diversos niveles.

### III. MATERIALES Y METODOS

Análisis químico del producto insumo de la mezcla Métodos AOAC (1974) estandarizados Programa Nutrición.

Dosificación de la mezcla tomando aminogramas de los productos (Mitchell y Block 1968).

Evaluación biológica de la mezcla formulada; prueba realizada en animales de laboratorio (ratas albinas, experimento a lo largo de 30 días).

Los parámetros tomados a lo largo del experimento son: el peso diario de los animales, el alimento consumido, el alimento rechazado, las heces recolectadas y la medida del nitrógeno de heces. Dichos datos llevaron a calcular los siguientes índices: (PER), Digestibilidad, incremento en peso.

PATRONES DOBLES

- Cereal - Leguminosas  
1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
- Semicereal - Leguminosa  
a      b
- Semicereal - Cereal  
I
- Semicereal - Semicereal  
A
- Cereal - Proteina Animal  
I      II

PATRONES TRIPLES

- Semicereal - Cereal - Leguminosa  
x      y      z
- Cereal - Semicereal - P. Animal
- Cereal - Cereal - Leguminosa
- Leguminosa - Semicereal - Leguminosa
- Leguminosa - Leguminosa - Cereal
- 1

MEZCLAS ESTUDIADAS

	PER	DIGEST.	AUMENTO EN PESO
1. Millmi-Trigo 10:90	1.7	81	30.6
2. Tarwi-Trigo 10:90	1.5	75	48.7
3. Tarwi-Trigo 15:85	1.3	75	40.2
4. Tarwi-Trigo 20:80	1.3	75	40.2
a. Tarwi-Quinoa 20:80	2.2	75	90.4
I. Quinoa-Trigo 20    80	1.6	88	52.3
Tarwi-Maíz Huillcaparu 20    80	2.4	78	91.7
b. Cañihua-Haba 60      40	2.6	80	118.2
A. Millmi-Quinoa-Arveja 20:      60:      20	2.2	76	73.3
x. Quinoa-Arroz-Tarwi 50      30    20	2.1	78	77.0
O. Maíz-Millmi-Leche 77    15    8	2.9	78	108.4
Y. Tarwi-Quinoa-Trigo 15    15    70	2.3	80	85.9

z. Tarwi-Quinoa-Maíz 30 60 10	3.3	68	110.9
. Avena-Trigo-Tarwi 30 60 10	2.1	86	70.8
. Haba-Quinoa-Tarwi 20 60 20	2.3	79	89.7
. Arveja-Haba-Trigo 10 10 80	2.5	80	98.7
I. Aychasara-Leche 95 5	2.6	81	110.6
II. Aychasara-Leche 90 10	2.7	80	129.0
. Maíz-Aychasara	2.0	86	78.0
. Leche	2.3	78	76.9

#### IV. CONCLUSIONES

Es una próxima fase se tiene como objetivo realizar las pruebas sensoriales y difundir el producto acabado a nivel piloto.



## PROBLEMATICA DE LAS PLAGAS Y SU MANEJO EN LOS CULTIVOS ANDINOS

Jorge SARMIENTO  
Entomólogo. Profesor Principal de la Universidad  
Nacional Agraria "La Molina", Perú

Los resultados de la investigación y las experiencias sobre la problemática fitosanitaria de los cultivos andinos, se encuentran muy dispersos, por lo que la oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, ha elaborado una guía para el "manejo de plagas en cultivos andinos subexplotados". Este manual tiene por objeto difundir los conocimientos existentes y a la vez rescatar técnicas de protección de plagas que el campesino andino ha desarrollado desde épocas muy remotas.

Los cultivos involucrados son quinua, kañiwua, kiwicha, tarwi, haba, olluco, oca y mashua, presentándose a continuación un apretado resumen de los contenidos de la guía.

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es atacada por diversas plagas durante todo su desarrollo vegetativo, considerándose la etapa más crítica la de siembra a brotamiento por la incidencia de los gusanos cortadores (*Copitarsi turbata*) y la del panojamiento hasta la maduración por el ataque de la polilla o Kcona-Kcona (*Eurysacca melanocampta*) y el mildiu (*Peronospora farinosa*).

La kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) es atacada por los mismos insectos que afectan a la quinua, pero su incidencia a nivel de daños es mucho menor porque se siembra en pisos más altos. También la kañiwa es considerada una planta resistente a enfermedades fungosas, aunque se ha detectado ataques de mildiu.

La kiwicha o achita (*Amaranthus caudatus* L.) es un cultivo que no tiene plagas de importancia económica en las zonas alto andinas, pero cuando se ha introducido a zonas más cálidas, posee varias plagas claves entre las que se destacan especies de curculiónidos no identificados, también se ha encontrado *Eurysacca melanocampta* y *Herperotogramma bipunctalis*. Existe muy poca información sobre enfermedades de la kiwicha, aunque se reporta la ocurrencia de pudriciones de la panoja causadas por *Phoma* sp.

El lupinus o tarhui (*Lupinus mutabilis*) es un cultivo cuya incidencia de plagas depende de la altitud en que se siembra, de la temperatura y las precipitaciones fluviales. Las fases críticas de ataque de plagas son de las plántulas y las que van de la floración a la cosecha. La primera por la pérdida de plantas, debido a gusanos cortadores como *Copitarsia turbata* y chupadera fungosa y la última por el ataque de enfermedades que atacan vainas como la Antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides*) y el quemado de tallo *Ascochyta* sp. En épocas más recientes la mosca del tallo *Melanogromyza* se considera como una de las plagas más importantes, provocando retraso en el desarrollo y pérdida de plantas.

El cultivo de haba (*Vicia faba* L.) no obstante a su rusticidad, es atacado por diversos insectos y patógenos que causan pérdidas en los rendimientos, que según las regiones, pueden variar entre el 30 y 50%, especialmente en años de abundantes lluvias. A diferencia de otras especies, casi todas las etapas fenológicas de la planta son consideradas críticas de ataque de plagas, así al estado de plántula, son importantes los daños de gusanos cortadores, que inclusive cuando las plantas con heridas no mueren, quedan susceptibles al ataque de una enfermedad conocida como "pie negro" o "marchitez", que produce fuertes fallas. La mosca minadora de tallo *Melanogromyza lini* es considerada la plaga más importante en la sierra, produciendo alta mortalidad de plantas. Además los ataques de esta mosca están fuertemente asociados con la podredumbre negra de la raíz, aunque la presencia de uno u otro problema, puede ocurrir en forma independiente.

En el cultivo del olluco (*Ollacus tuberosus* Basl.) las plagas no constituyen un problema de primer orden, ya que otras tuberosas como la papa y la oca resultan más atractivas. El problema más importante lo constituyen los gusanos de tierra que dañan las plantas tiernas y también los tubérculos. Los escarabajos pulga o *Epitrix* spp. son también frecuentes en las etapas de brotamiento, pero luego las

plantas se recuperan y tuberizan en forma normal. En pruebas de adaptabilidad de germoplasma se ha encontrado que el ataque de plagas y enfermedades es mayor en las variedades sin mucilago que desafortunadamente son las de más bajo rendimiento.

La oca (*Oxalis tuberosus* Mol) tiene plagas comunes al olluco y mashua o izaño, sin embargo la oca en los últimos años está siendo frecuentemente atacada por insectos del suelo, entre los cuales se destaca el gusano arador *Bothynus sp.* y un curculiónido, que probablemente ha sido confundido con el gorgojo de los andes *Premnotrypes spp.* Debido a que la oca es una planta bastante tolerante a las enfermedades, las mayores pérdidas por patógenos podrían producirse en almacenamiento, habiéndose identificado al hongo *Rhizopus sp.*

Finalmente, la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) se considera como una de las tuberosas andinas menos susceptibles al ataque de insectos, sin embargo, tiene aparentemente mayores problemas con patógenos debido probablemente al crecimiento cercano al suelo que tienen la mayoría de los ecotipos. En la práctica, el único método de control que emplean los campesinos para olluco, oca y mashua, es el método cultural, destacando por su eficiencia a rotación de cultivos, asociación y el descanso de los campos.

## AGRICULTURA, SOCIEDAD Y MEDIO NATURAL EN LA CUENCA DEL TITICACA: TRES MIL AÑOS DE RELACIONES

T. BOUYASSE<sup>1</sup>, P. MORLON<sup>2</sup>, P. MOURGUIART<sup>3</sup> y D. WIRRMANN<sup>4</sup>

1: Etno-historiadora, CNRS-CREDAL, 12 rue d'Hennemont, 78100 St. Germain, Francia.

2: Agrónomo, INRA, Francia.

3: Oceanólogo ORSTOM, Francia.

4: Geólogo ORSTOM, Francia.

### I. INTRODUCCION

En la cuenca del Titicaca, los extensos restos de infraestructuras agrícolas (especialmente andenes y camellones) testimonian el gran desarrollo de la agricultura en épocas pasadas, contrastando con la situación prevaleciente en la actualidad. Preocupados en que la agricultura pueda desarrollarse nuevamente, nos preguntamos por qué se derrumbó la que existió en el pasado, concretamente examinaremos aquí cuáles son las posibles causas del abandono de los andenes y camellones: cambios en el medio natural, o acontecimientos socio-políticos. Aunque en tiempos lejanos pudieron ser partes complementarias de los mismos sistemas de producción, tenemos que examinar separadamente el caso de los andenes y el de los camellones.

### II. LOS ANDENES

Hubo diferentes épocas de construcción, con diferentes diseños desde el primer milenio aC, pero las dataciones de andenes agrícolas son excesivamente escasas en el Altiplano.

En el siglo XVI, los conquistadores españoles admiraron y describieron los cultivos sobre terrazas en todo el Perú, lo que indica un abandono posterior. Sabemos que la llegada de los Españoles coincide cronológicamente (Figura 1) con el inicio de la "pequeña edad de hielo", que duró dos siglos, con nevadas más frecuentes y avance de los glaciares (Dollfus 1976, Thompson et al. 1985, Gouze et al. 1986, Argollo *et al.* 1987).

Se podría entonces atribuir el abandono de la agricultura en las zonas altas, a un enfriamiento del clima. Pero dos argumentos refutan esta hipótesis:

1. Un enfriamiento no podría explicar el abandono de los andenes a todas las alturas hasta el nivel del mar en los valles vecinos (véase la discusión del caso del valle del Colca por Denevan, 1987).
2. Entre otros documentos, las respuestas a la encuesta de Garci Diez en la provincia de Chucuito en 1567 (Espinoza 1964) contienen valiosas indicaciones sobre los cultivos: la descripción de los riesgos climáticos (pp. 136, 139, 150...) es muy similar a lo que conocemos en la actualidad; los rendimientos (cantidad cosechada/cantidad de semilla) no son en nada inferiores a los actuales; y sobre todo, ningún testigo habla de un empeoramiento del clima en las últimas generaciones.

¿Cómo explicar esta paradoja de una "pequeña edad glacial" que no parece haber tenido consecuencias negativas sobre la agricultura del Altiplano? ¿Cuál es la significación real de los cambios climáticos implicados en la pequeña edad glacial?

- La variabilidad interanual pudo ser reducida, lo que es favorable

- Si bien el descenso (posible, pero no demostrado) de las temperaturas promedias pudo alargar los ciclos vegetativos, el incremento en la nubosidad pudo alargar la duración del periodo libre de heladas (cf. Morlon 1987). Y, con toda seguridad, los problemas de sequías fueron reducidos, directamente por el alargamiento de la temporada de lluvias, e indirectamente porque la presencia de nieve en las cumbres garantiza el abastecimiento de agua<sup>1</sup>(1) <sup>2</sup>(2).

Descartando las explicaciones climáticas, el abandono de los andenes en la cuenca del Titicaca y en los valles vecinos (Denevan 1987) debe atribuirse a acontecimientos políticos y sociales: la conquista española desorganizó totalmente la economía, destruyó la sociedad, y provocó en 50 años una tremenda caída demográfica (Wachtel 1972); entre 1825 y 1950, después de la Independencia y de los decretos de Bolívar, el latifundio acaparó la mayor parte de las tierras para dedicarlas a la ganadería lanar (Martínez 1962, Vellard 1963, Chevalier 1966).

### III. LOS CAMELLONES

A diferencia de los andenes, hasta ahora no pudimos encontrar mención de cultivos sobre camellones en los textos de los siglos XVI y XVII, lo que deja suponer que ya estaban abandonados cuando llegaron los Españoles -no se puede imaginar que tantos autores los hayan visto sin que ninguno los describiera. En sus excavaciones arqueológicas en Huatta al Noroeste del Lago, Erickson (1987) encontró dos fases de construcción y abandono (Figura 1).

- las primeras construcciones, entre 1000 y 500 aC, asociadas con cerámicas Qaluyo, Wankarani y Chripa primero, Pukara luego, fueron abandonadas entre 300 y 500 aC;

- la segunda fase, correspondiendo al grupo étnico Colla, después del año 1000 dC y de la caída de Tiwanaku, dura por lo menos hasta la conquista Inca.

Inversamente, al Sureste del Lago, los camellones estudiados por KOLATA (1982, 1986) están asociados con las fases Tiwanaku IV y V, correspondiendo cronológicamente al abandono de los de Huatta. La interpretación de Erickson (1987) es política, el primer abandono en el Noroeste siendo atribuido al desplazamiento del centro de poder desde Pukara hacia Tiwanaku, y el segundo a la conquista Inka: en ambos casos, los camellones, construidos por grupos autóctonos, fueron abandonados bajo un dominio foráneo. Cuando los Incas llegaron fue la gente de los camellones quienes se sublevaron: pues controlar una población, una población que vivía en los camellones -con totoras altas en canales permanentemente llenos de agua- debió ser casi imposible, y se puede imaginar que los nuevos dominantes tuvieron que recurrir a la destrucción, aguas arriba, de las obras de riego, para desecar el sistema y así obligar a que la gente saliese.

---

<sup>1</sup>(1) Según COBO (1653), "Lo restante del año (fuera de la temporada de lluvias), cuando en toda la Sierra se goza de tiempo sereno y enjuto, casi no se pasa día en que no nieve en las altas cumbres" y esta nieve se "derrite en grandísima cantidad, como lo muestran los muchos arroyos que descienden de la nieve de los altos cerros" (Lib. II, cap. 10)

<sup>2</sup>(2) Esta argumentación, válida para la región del Lago Titicaca, no puede ser extrapolada a regiones más al Norte, como Junín o Huánuco, donde la jerarquía de los factores limitantes es diferente, por la humedad globalmente mayor.

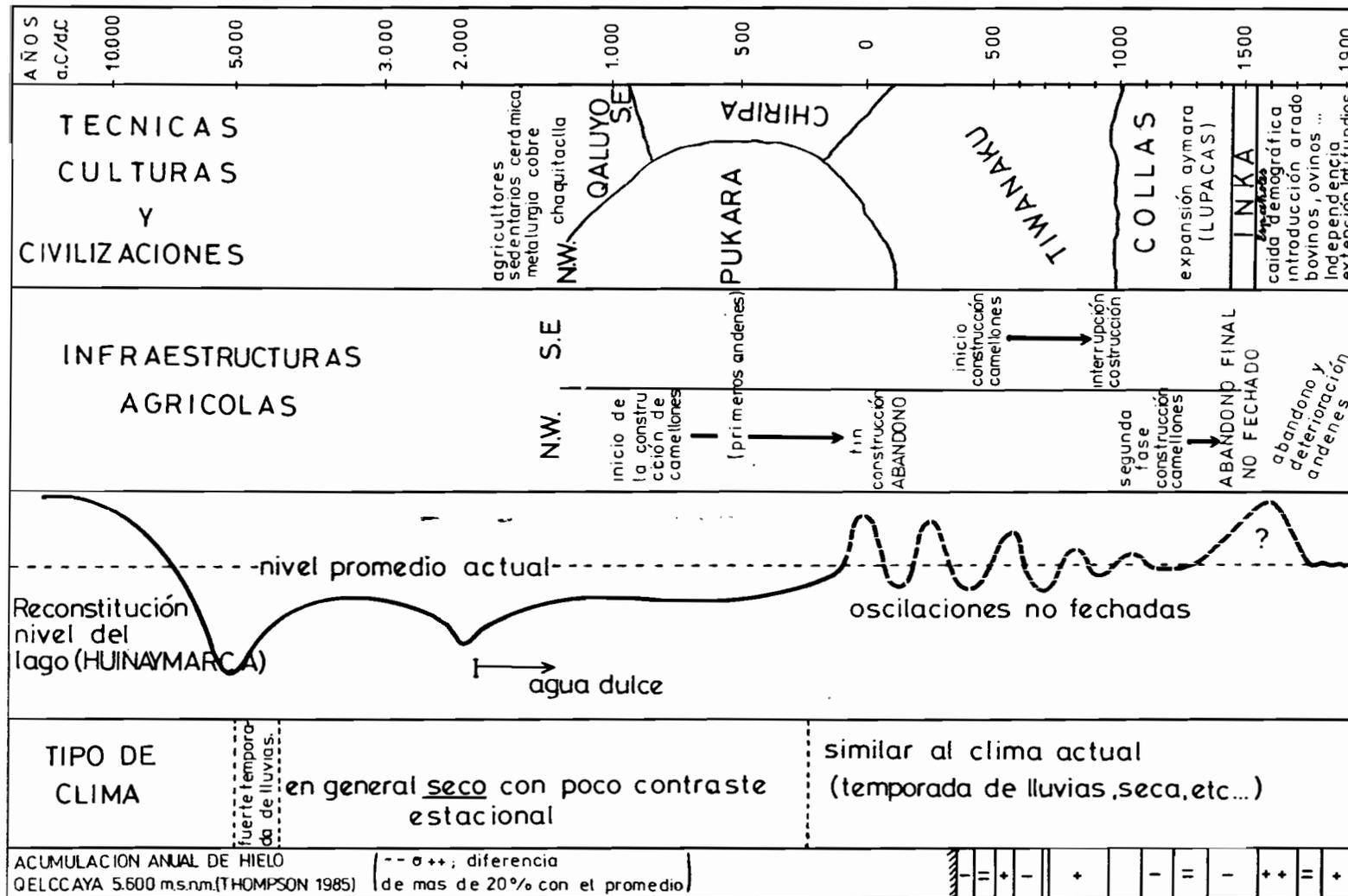


Fig.1: ENSAYO DE SINTESIS CRONOLOGICA-Región del lago Titicaca

Aunque similar a las explicaciones del abandono tanto de los camellones en los Andes del Norte de Ecuador (Salomon 1980, citado por Knapp y Ryder 1983), como de los andenes, esta hipótesis no puede ser aceptada sin discusión, por tres razones:

- depende de nuestro muy pobre conocimiento actual de la historia política de la región y de su cronología.
- supone implícitamente la validez, sobre decenas de miles de hectáreas, de las observaciones realizadas sobre algunas decenas de metros cuadrados: ahora bien, nada impide suponer que, a lo largo de más de dos mil años, los pobladores construyeron en permanencia nuevos grupos de camellones al lado de los más antiguos, que abandonaban como consecuencia de una degradación física (salinización por ejemplo)..
- Aún si se acepta provisionalmente su validez general, estas fases pueden tener otras explicaciones, por ejemplo las variaciones del nivel de Lago. Las tradiciones de los indios Urus, recogidas por Jean Vellard, decían que: "El Lago Titicaca existía primero, y después no existía, y después era más grande que ahora".

De la misma manera, los mitos recogidos por Sarmiento y Gamboa (1572) y Ramos Gavilan (1621) se refieren implícitamente a una subida del nivel del Lago:

"Viracocha...indignado contra Taguacapa, mandó a los otros dos (hijos) que los formasen y, atado de pies y manos, lo echaron en una balsa en la laguna de Chucuito" "Un recio viento sopló en la popa de la balsa y la llevó donde ahora es el Desaguadero que antes de este suceso no había, y la abrió por la proa de la balsa dando suficiente lugar para que las aguas corriesen..."

Las investigaciones paleontológicas y sedimentológicas (Mourguiart 1987, Wirmann 1987, Servant et al. 1987, Wirmann et al. 1988, 1991), a la vez que confirman esas variaciones del Lago, permiten conocer sus amplitudes y fechas, y así empezar a describir las condiciones en las cuales los camellones fueron construídos y abandonados (Figura 1).

Unos 10,000 años antes de Cristo, el Lago era más alto -y entonces más extenso- que ahora, Hasta 5,5000 aC, bajó varias decenas de metros, hasta ser reducido a pequeños lagos o fosas saladas, separados por tierra. Después de un mínima secundario cerca de 2,000 aC, el nivel de las aguas subió hasta el nivel actual, alcanzado aproximadamente al inicio de nuestra era - es durante esta subida que las aguas se volvieron dulces, el Lago Grande y el Lago Pequeño (Huiñaymarca) se unieron y, por fin, los excedentes de agua empezaron a escurrirse por el Desaguadero. Entre 0 y 1,000 dC, aprox., el nivel del Lago sufre oscilaciones (no fechadas con precisión) de una decena de metros, que posteriormente se reducen hasta no poder ser detectadas.

Los primeros camellones de Huatta (1000 a 500 aC) fueron construídos en una época donde el nivel del Lago, aunque en proceso de subida, estaba mucho más bajo que ahora - y en un clima semi-árido (más seco que en la actualidad), lo que refuerza la idea que eran básicamente un sistema de abastecimiento de agua. Fueron abandonados al inicio de la época de fuertes oscilaciones...posiblemente porque fueron sumergidos durablemente. El inicio de la segunda fase de Huatta corresponde a la estabilización del nivel del lago. Por fin, he aquí nuevamente los textos españoles: un pasaje de Ramos Gavilan (1621) deja pensar que en la segunda mitad del siglo XVI el Lago Titicaca era más alto de ahora: en caso de ser confirmado, los camellones eran en su mayor parte sumergidos, lo que podría explicar a la vez que fuesen abandonados, y que los Españoles no los describieron. Pero Reginaldo de Lizarraga, que conoció la región por primera vez en los años 1570, indica que "el Desaguadero es tan ancho como un tiro de piedra, el agua tiene muy poca corriente", lo que se parece más a la situación actual..."

Estas coincidencias proveen las bases de una segunda hipótesis explicativa, que no necesariamente excluye la interpretación política, ya que se puede relacionar la sucesión de las dominaciones políticas sobre el Altiplano, a los niveles del Lago: algunas culturas (Tiwanaku), o la población en ciertas épocas (Inka), eran más dependientes de los recursos lacustres, y otras (Lupaca) más asociadas con los recursos pastorales de la puna. Estas relaciones constituyen un apasionante tema de investigación para el cual esperamos poder intercambiar con todos los colegas interesados.

#### IV. BIBLIOGRAFIA

ARGOLLO, J., GOUZE, J., SALIEGE, J.F., SERVANT, M. 1987. Fluctuations des glaciers de Bolivie au Quaternaire récent. *Géodynamique* 2(2). pp. 97-120.

BOUYSSÉ-CASSAGNE, T. 1987. Le jeu des hommes et des dieux: les Collas et le contrôle de l'île de Titicaca. *Cah. des Amériques Latines*, 6. pp. 61-91.

BOUYSSÉ-CASSAGNE, T. 1989. Lluvias y cenizas. Dos Pachacuti en la Historia. Hisbol, La Paz, 228 p.

CHEVALIER F. 1966. L'expansion de la grande propriété dans le Haut-Pérou au XX<sup>e</sup> siècle. *Annales ESC*, 21(4). pp. 815-831.

COBO, B., 1653) 1956. Historia del Nuevo Mundo. Ediciones Atlas, Madrid.

DENEVAN, W.M. 1987. Terrace abandonment in the Colca Valley, Peru. In: Pre-Hispanic Agricultural Fields in the Andean Region, W.N. Denevan, K. Mathewson and G. Knapp, eds, *BAR Int<sup>l</sup> Series*, 359. pp. 1-43.

DILATA, A.L. 1982. Tiwanaku: Portrait of an andean civilization. *Field Museum of Natural History Bulletin* 53(8): 13-18, pp. 23-28. 1986. The agricultural foundations of the Tiwanaku State: A view from the Heartland. *American Antiquity* 51. pp.748-762.

DOLLFUS, O. 1976. Les changements climatiques holocènes dans les Hautes Andes Tropicales. *Bull. Assoc. Géogr. Franç.*, 433. pp. 95-103.

ERICKSON C.L. 1987. The dating of Raised-Field agriculture in the Lake Titicaca basin, Perú. In: DENEVAN et al. (eds). pp. 373-384.

ESPINOZA SORIANO, W. 1964. Visita hecha a la provincia de Chucuito por Garci Diez de San Miguel en el año 1567. Casa de la cultura del Perú, Lima, 445 p.

GOUZE, P., ARGOLLO J., SALIEGE, J.F., SERVANT, M. 1986. Interprétation paléoclimatique des oscillations des glaciers au cours des 20 dernier millénaires dans les régions tropicales: exemple des Andes Boliviennes. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t.303,II(3). pp. 219-224.

KNAPP, G., RYDER, G. 1983. Aspects of the origin, morphology and function of ridged fields in the Quito Altiplano, Ecuador. In: *Drained field agriculture in Central and South America*, J.P.

LIZARRAGA, R. (1605) 1987. Descripción del Perú, Tucumán, Río de la Plata y Chile. *Crónicas de América*, Historia 16, Madrid, 478 p.

MARTINEZ, H. 1962. El indígena y el mestizo de Taraco. Min. Trabajo y Asuntos Indígenas, Lima.

MORLON, P. 1987. Del clima a la comercialización: un riesgo puede ocultar otro. Ejemplos sobre el Altiplano peruano. *Agricultura y Sociedad*, Madrid, 45. pp. 133-182. 1990. Variations climatiques et agriculture sur l'Altiplano du lac Titicaca: une approche préliminaire. *La météorologie* (en prensa).

- MOURGUIART, P. 1987. Les ostracodes lacustres de l'Altiplano bolivien. Le polymorphisme, son intérêt dans les reconstitutions paléohydrobiologiques et paléoclimatiques de l'Holocène. Thèse océanologie, Université de Bordeaux I, 263 + XXI p. + annexes.
- RAMOS GAVILAN, A. (1621), 1976. Historia de Nuestra Señora de Copacabana. Academia Boliviana de la Historia, La Paz.
- SALOMON, F. 1980. Los Señores étnicos de Quito en la época de los Incas. Instituto Otavaleño de Antropología, Otavalo, 370 p.
- SAMIEN TO de GAMBOA, P. (1572), 1943. Historia General llamada Indica. EMECE, Buenos Aires.
- SERVANT, M., ARGOLLO, J., FOURNIER, J. 1987. Dépôt fluviatiles en Bolivie. Variations du régime des écoulements au cours du Quaternaire récent. Géodynamique 2(2). pp. 97-120.
- THOMPSON, L.G., MOSLEY-THOMPSON, E., BOLZAN, J.F., KOCI, B.R. 1985. A 1500-Year record of tropical precipitation in Ices cores from the Quelccaya Ice Cap, Peru. Science, 229. pp. 971-973.
- VELLARD, J. 1963. Sociedad e ideología. IEP, Lima, 240 p.
- WIRRMANN, D. 1987. El lago Titicaca. Sedimentología y Paleohidrología durante el Holoceno (10 000 años BP-actual) ORSTOM, La Paz, informe n°6, 61 p.
- MOURGUIART P., DE OLIVEIRA, L. 1988. Holocene sedimentology and ostracods repartition in Lake Titicaca - Paleohydrological interpretations. In: Quaternary of South America and Antartic Peninsula, J. Rabassa (ed), A.A. Balkema.
- YBERT, J.P., MOURGUIART, P. 1991. A 20 000 years paleohydrological record from Lake Titicaca. In: Lake Titicaca. Sinthesis of Limnological Knowledge. C. Dejoux, A. Iltis (eds), Kluwer (en prensa).

## LOS SISTEMAS DE ROTACION DE LOS CULTIVOS ANDINOS SUBEXPLOTADOS (CAS) EN LOS ANDES DEL PERU

Mario TAPIA  
Ph. D. Proyecto INIAA-CIID. Asesor del Programa  
de Cultivos Andinos. Lima, Perú.

### I. INTRODUCCION

Los Andes Centrales (Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia), son uno de los centros mundiales de domesticación de especies alimenticias, (Vavilov, 1951; León, 1963; N.R.C., 1989). Estas constituyeron la fuente de alimentación de una numerosa población que habita los Andes desde por lo menos 8000 años, formando culturas como Tiahuanaco, Chavin, Chancas y Huari, entre las más importantes y que culminaron en el siglo XV con la organización del Imperio Inca.

Las condiciones agroecológicas de estas montañas tropicales son muy diversas y están presentes en espacios muy reducidos lo que origina condiciones muy variadas de producción agrícola. En los Andes del Perú se han diferenciado 18 zonas agroecológicas, en 32 millones de Ha. de superficie (Tapia, 1989). Esta diversidad agroecológica acarrea un modo de uso del suelo muy complejo que incluye un alto número de especies (Cuadro 1), así como rotaciones que varían de acuerdo a la altitud, latitud y al grado de humedad de la zona.

**Cuadro 1. Principales especies alimentarias, originarias y/o domesticadas en los andes**

Cultivo	Nombre latino	Altura	Región
<b>TUBERCULOS</b>			
* Papa	<i>Solanum andigenum</i>	1000 - 3900	Yunga, Quechua, Suni
* Papa amarga	<i>Solanum juzepeczukii</i>	3900 - 4200	Suni, Puna
* Oca	<i>Oxalis tuberosa</i>	2300 - 4000	Quechua alta, Suni
* Olluco, papalisa	<i>Ullucus tuberosus</i>	3500 - 4100	Quechua alta, Suni
* Mashua, isaño, aña	<i>Tropaeolum tuberosum</i>	3500 - 4100	Suni, Puna
<b>RAICES</b>			
* Arrracha, raqacha	<i>Arracacia xanthorriza</i>	1000 - 2800	Yunga, Quechua baja
* Yacón, aricoma	<i>Folymnia sonchifolia</i>	1000 - 3000	Yunga, Quechua baja
* Archira	<i>Canna eduli</i>	1000 - 2500	Yunga, Quechua baja
* Chagos, mauka, miso	<i>Mirabilis exponsa</i>	1000 - 2500	Quechua húmeda
* Maca	<i>Lepidium meyenii</i>	3900 - 4100	
<b>GRANOS</b>			
* Maíz	<i>Zea mays</i>	0 - 3500	Chala, Yunga, Quechua
* Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i>	2300 - 3900	Quechua, Suni
* Kañihua	<i>Chenopodium pallidic.</i>	3500 - 4100	Suni, Puna
* Amaranto, Kiwicha	<i>Amaranthus caudatus</i>	2000 - 3000	Quecha
<b>LEGUMINOSAS</b>			
* Tarwi, chocho	<i>Lupinus mutabilis</i>	500 - 3800	Yunga, Quechua, Suni
* Nuña	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1500 - 3500	Yunga, Quechua
<b>FRUTALES</b>			
* Pepino	<i>Solanum muricatum</i>	500 - 2300	Yunga
* Sachatomate	<i>Cyphomanora betacea</i>	500 - 2700	Yunga, Quechua
* Lucuma	<i>Lucuma abocata</i>	0 - 2700	Yunga, Quechua baja
* Tuna	<i>Opuntia ficus indica</i>	1500 - 2800	Quechua
* Tumbo	<i>Passiflora mollisima</i>	2000 - 3200	Quechua
* Aguaymanto	<i>Physalis peruviana</i>	500 - 2800	Yunga, Quechua

## II. LOS SISTEMAS DE ROTACION

En la mayoría de las comunidades altoandinas el comunero tiene actualmente acceso a sus parcelas individuales (*chaqra* en quechua, o *sayaña* en aymara) y a las parcelas en los terrenos de rotación sectorial, que según la comunidad y la zona reciben diferentes nombres: *layme* (en quechua), *aynoca* (en aymara) o suertes, mandas, sectores en términos castellanizados. Uno de los primeros antropólogos en describir estos sistemas ha sido Matos (1964), en las condiciones de la comunidad de Taquile, una isla del Lago Titicaca.

El típico sistema de rotación sectorial funciona de la siguiente manera: una comunidad puede tener entre 5 a 10 sectores o unidades de producción que se ubican en lomadas o laderas de los cerros, con áreas de agricultura. Cada comunero propietario de una casa o Unidad de Producción es dueño de parcelas individuales alrededor de su casa y tiene acceso a parcelas en cada uno de los sectores. En estas últimas tiene el derecho a sembrar, siguiendo el orden de rotación que ha definido la comunidad. Estas parcelas pueden entrar en descanso y el terreno será utilizado como pastizal comunal.

Hasta fechas recientes, el mayor interés para el estudio de estos sistemas de rotación ha provenido de geógrafos, (Gade, 1975) y de antropólogos como Camino (1983) o Yamamoto (1988). Sólo en recientes fechas proyectos como el PISCA (1985); PISA. (1988); PVTC, (1989) han considerado estas rotaciones dentro de un estudio agronómico, enfocando la evaluación de alternativas.

El estudio más completo de las rotaciones sectoriales en los Andes ha sido realizado por Orlove y Godoy, (1986); en él, se analizó el caso de 51 comunidades campesinas del Centro y Sur del Perú y de la zona Norte de Bolivia. Se considera que al norte de 10° latitud Sur no se practica la rotación sectorial, aunque en Cajamarca, donde se ha iniciado el uso agrícola de la Zona Agroecológica (ZA) Jalca, existen terrenos comunales con rotación sectorial, (Tapia *et al.*, 1990). En el análisis de los sistemas de rotación efectuados por Orlove y Godoy se sugiere el uso de variables, como el número de sectores, número de años con tubérculos y años con otras especies, número de años en descanso, con el fin de calcular un índice en base a tubérculos. No se diferencian en este estudio las zonas agroecológicas y por lo tanto se usa indiscriminadamente el índice de tubérculos como una medida de la caracterización de los sistemas de rotación.

## III. ESTUDIO DE CASOS

En la presente exposición se consideran los sistemas de rotación en cuatro comunidades de cuatro subregiones diferentes del Perú, con acceso a igual número de zonas agroecológicas. Se incluyen descripciones detalladas de las parcelas y sus diferentes rotaciones en plazos de 5 a 6 años, con el fin de tener una mayor representación de las variaciones en el uso de la tierra

Las comunidades en la zona del altiplano con acceso a la ZA de Suni, como es el caso de la comunidad de Jiscuani, están aún cultivando importantes áreas de quinua, debido a un estable mercado para esta especie, (Cuadro 2).

## 1. Rotación de cultivos andinos en la subregión Altiplano

**Cuadro 2. Rotación de cultivos en la comunidad campesina de Jiscuani, Puno. In: Cardenas, 1988.**

Modalidad	Año				Descanso
	1	2	3	4	
<u>Rotación Individual</u>					
ZHP Pampa	Papa	Quinua			4 años
	Papa	Cebada			4 años
ZHP Ladera	Papa	Mashua	Quinua		2 años
	Papa	Oca	Cebada		2-3 años
	Papa	Quinua	Cebada		2-3 años
	Papa	Cebada			2 años
	Papa	Mashua	Haba	Cebada	2 años
	Papa	Quinua	Cebada	Haba	-----
<u>Rotación Sectorial</u>					
ZHP Cerro	Papa	Oca	Cebada		2-4 años
	Papa	Mashua	Cebada		2-4 años

Se observa que la quinua, (grano andino) se cultiva a nivel familiar y los tubérculos andinos se producen tanto a nivel individual como en la rotación sectorial, seguidos por un periodo variable de 2 a 4 años de descanso, durante el cual los campos son utilizados como pastizales comunales.

## 2. Rotación de cultivos andinos en la subregión oriental húmeda

**Cuadro 3. Rotación actual de cultivos en la comunidad de Cuyo Cuyo, Puno. In: Camino, 1981**

ZA y altura	Año				
	1	2	3	4	5
Quechua 3300-3500 msnm	Papa	Tubérculos y Raíces	Descanso	Descanso	Descanso
Suni 3500-3900	Papa Mashua	Tubérculo	Haba/Cebada	Descanso	Descanso
Puna 3900-4200	Papa Amarga	Descanso	Descanso	Descanso	Descanso

En esta comunidad se nota la ausencia de los granos andinos, debido sobre todo al exceso de humedad. Los tubérculos andinos son el componente más importante de las rotaciones y sería importante mejorar el uso de la tierra con el introducción de algunas leguminosas como el tarwi y el haba. Las raíces como el yacón y la arracacha, son cultivadas en los terrenos mas bajos y en asocio con los tubérculos andinos.

## 3. Rotación de cultivos andinos en la subregión Centro Sur

Cuadro 4. Rotación de cultivos en la zona alta de PISAC, Cusco. In: Pisca. 1981

Modalidad Individual	A ñ o				Humedad	Frecuencia %
	1	2	3	4		
ZA Quechua alta 3400-3600 m (194 Ha)	Maíz	Maíz	Maíz	Papa	Riego	40
	Maíz	Maíz	Papa	----	Riego	25
	Papa/ Cebada	Haba	Maíz	Maíz	Riego	20
	Maíz	Trigo	Haba	Maíz	Secano	15
ZA Suni quebrada 3600-3800 m (376 Ha)	Papa	Trigo	Haba	Cebada	Riego	25
	Haba	Trigo	Arveja	Cebada	Secano	45
	Papa/ Quinua	Cebada	Arveja	----	Riego	10
	Tarwi	Cebada	Haba	----	Secano	20
ZA Puna más de 3800 m (168 Ha)	Papa	Oca/ Ulluku	Ulluku/Cebada (4 años)			10
	Ulluku	Mashua				
	Papa	Oca/ Ulluku	Ulluku Cebada (5 años)			30
	Ulluku	Mashua				
	Papa	Oca/ Ulluku	Ulluku ----- (7 años)			40
	Ulluku	Mashua				
	Papa	Descanso	(7 años)			20

En la zona más baja (*Quechua*) de esta subregión, se utiliza el riego; prácticamente han desaparecido los CAS, entre ellos la quinua, el amaranto y tarwi. En su reemplazo se han introducido cebada, trigo y habas en rotación con el maíz. Esta es el área con menos riego de heladas y mediante el riego se pueden adelantar las siembras al mes de julio (*maway de papa*), consiguiéndose un segundo cultivo de cebada en el mismo año agrícola. La quinua se siembra en las condiciones de la ZA Quechua baja, como borde de campos de maíz, en asocio de tres a cinco surcos de maíz y uno de quinua; es el caso típico de la variedad Amarilla de Marangani. Los campesinos mantienen la quinua junto al maíz. Se ha comprobado que ésta complementa su dieta y que la baja cantidad de lisina del maíz es mejorada con la ingestión de quinua, que contiene 6 % de este importante aminoácido (Tapia et al, 1979).

En la ZA Puna están localizados los grandes campos de rotación sectorial en donde se producen casi exclusivamente tubérculos andinos en los suelos más fértiles y con mayor cantidad de materia orgánica. Se acostumbra efectuar tres años seguidos de siembra: papa, tubérculos andinos y cebada, con 2 a 4 años de descanso; en suelos delgados de poca fertilidad el cultivo de papa está seguido por 7 años de descanso. Los rendimientos obtenidos con la tecnología tradicional están en directa relación con la precipitación pluvial: en años secos los rendimientos de papa fluctúan entre 4 a 7 TM/Ha, mientras que en años con suficiente precipitación y sin heladas fuertes los rendimientos alcanzarán entre 8 a 14 TM/Ha, cantidades que además están en directa relación al nivel de fertilidad y empleo de estiércol, especialmente de corral. Los tubérculos andinos como oca, olluco, mashua utilizarán el abonamiento residual de la papa, por lo cual sus rendimientos son inferiores, (PISCA, 1985).

#### 4. Rotación de cultivos andinos en la subregión occidental seca

**Cuadro 5. Sistema de rotación de cultivos en Coporaque, Valle de Colca, Arequipa. PISCA, 1984.**

Z A	A Ñ O				
	1	2	3	4	5
Quechua	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz
	Maíz	Haba	Maíz	Maíz/ Haba	Haba
	Haba				
Suni (planicies)  (laderas)	Cebada	Haba	Quinoa Haba	Cebada	Haba
	Papa	Cebada	Haba	Quinoa	Papa
	Haba	Cebada	Haba/ Quinoa	Cebada	Haba
	Papa	Haba/ Arveja/Quinoa	Papa	Haba	Papa

Coporaque es una comunidad típicamente maicera, representativa del valle del Colca, donde los agricultores seleccionaron una variedad, muy conocida como "Cabanita", que es de bajo requerimiento de humedad. En esta zona se cultiva casi exclusivamente con riego, en los sistemas de andenes.

Asociaciones bastante comunes en el área son haba con quinua y arveja con quinua, constituyendo la quinua entre el 3 a 3.8 % de toda el área cultivada en planicies y laderas de la ZA Suni.

#### IV. CONCLUSIONES

En los Andes se presentan diferentes sistemas de rotación según las zonas agroecológicas. Por tal razón se sugiere que se utilice el índice de porcentaje de maíz para las rotaciones en la zona Quechua, el índice papa dulce para la zona Suni y el de papa amarga para la zona Puna.

En estos sistemas de rotación los CAS han sido reemplazados por cereales y leguminosas como cebada, trigo, haba y arveja, por sus facilidades en la cosecha, consumo directo y en algunos casos por el subproducto forrajero (paja de cebada y trigo). Sin embargo, la asociación de la quinua con algunas leguminosas es una buena alternativa de producción.

La evaluación de las especies andinas, especialmente de los granos, debe incluir el valor nutritivo que estos aportan a la dieta, asimismo el mejoramiento de la fertilidad del suelo que propician leguminosas como el tarwi y que requieren además poca inversión de instalación.

La comprensión de los sistemas de rotación contribuyen a enfocar mejor los programas de fomento de la agricultura andina. En este sentido, experiencias anteriores como el proyecto "Lupino" en el Perú muestran que se debería estimular sobre todo la comercialización de los CAS, asegurando mercados en programas de alimentación infantil y escolar. Estos programas deberían a su vez incluir el desarrollo de procesos agroindustriales que permitan la presentación de productos de fácil y rápida utilización.

#### V. BIBLIOGRAFIA

BRACK, A. 1988. Ecología, tecnología y desarrollo. In: Tecnología y desarrollo en el Perú. Serie cuadernos de Debate y reflexión 2. CCTA, Lima-Perú.

CAMINO, A.; RECHARTE, J. y BIDEGARAY, P. 1981. Flexibilidad calendarica en la agricultura tradicional de las vertientes orientales de los Andes. In: La Tecnología en el mundo andino (Heather Lechtman y Ana María Soldi eds.) Tomo 1, Universidad Nacional Autónoma de México.

- CAMINO, A. 1963. Agricultura tradicional de los Andes y la Amazonía. Una aproximación comparativa y el factor tiempo en la diversificación de los sistemas agrícolas. In: Evolución y Tecnología de la Agricultura Andina. Cusco, IICA-CIID-III.
- CARDENAS, I. 1988. Caracterización de los sistemas de producción y rol de la mujer en la comunidad campesina de Jiscuani, Puno. Tesis, Facultad de Economía. UNMSM, Lima-Perú.
- GADE, D. 1975. Plants, man and the land in the Villcanota Valley of Perú. Dr. W. Junk B. v. Publisher, The Hague, NL.
- LEON, J., 1963. Plantas alimenticias andinas. Boletín No. 6, IICA, Zona Andina, Lima-Perú.
- MATOS, J. 1964. La propiedad en la Isla Taquile (lago Titicaca) In: Estudios sobre la cultura actual del Perú. Pg 64-142, Lima-Perú.
- MORLON, P.; ORLOVE, B. y HIBON, A. 1982. Tecnologías agrícolas tradicionales en los Andes Centrales. Perspectivas para el desarrollo. Cofide, PNUD/UNESCO, Lima-Perú.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989. Lost Crops of the Incas: Little-Known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. National Academy Press, Washinton, D.C.
- ORLOVE, B y GODOY, R. 1986. Sectorial Fallowing Systems in the Central Andes. J. Ethnobiology 6 (19): 169-204.
- PISCA, 1984. Diagnóstico Agro-Socio-Económico del distrito de Coparaque, Colca, Arequipa. IICA-CIID-Universidad San Agustín, Arequipa.
- PISCA, 1985. Informe Técnico Anual. Proyecto de Investigación de los Sistemas de Cultivos Andinos. IICA-CIID, Universidad del Cusco.
- PISA, 1988. Informe Técnico Anual. Proyecto de Investigación de los Sistemas Agrarios Andinos.
- PVTC, 1989. Consideraciones para la investigación participativa en comunidades campesinas altoandinas (M. Fernandez Ed.) Serie Comunidades. Proyecto Validación de Tecnologías en Comunidades. Huancayo-Perú.
- TAPIA, M. et al., 1979. Quinoa y kañiwa, Cultivos andinos. IICA-CIID, Serie: Libros y materiales educativos, No. 40, Bogotá, Colombia.
- TAPIA, M. 1988. Potencial productivo agropecuario en la Sierra y sus componentes para el desarrollo. In: Tecnología y desarrollo en el Perú. Serie Cuadernos de Debate y Reflexión 2, CCTA, Lima-Perú.
- TAPIA, M. 1989. Las Unidades de Investigación Agropecuaria, el caso de Puno. Revista del INIAA, Año 1 No. 1, Lima-Perú.
- TAPIA, M. 1990. Comunidades campesinas y desarrollo, In: Seminario nacional comunidad Campesina y Desarrollo. IEP-IIUN-Fomciencias, Cusco-Perú.
- TAPIA, M.; FRANCO, S.; ROSAS, A. 1990. Chamis, investigación agrícola campesina (en prensa).
- VAVILOV, N. I., 1951. Estudios sobre el origen de plantas cultivadas. Ed. ACME Agency, Buenos Aires-Argentina.
- YAMAMOTO, N. Papa, llama y chaquitacla. In: Recursos Naturales Andinos (Shodo Masuda Ed.). Universidad de Tokio.

## DETERMINANTES DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO A SECAÑO EN COMUNIDADES ORIGINARIAS

Dominique HERVE<sup>1</sup>, Efraín POZO<sup>2</sup>, Oscar ANGULO<sup>3</sup>

1: Ph. D. Convenio IBTA-ORSTOM

2: Encargado Sistemas de Producción. Estación Experimental Patacamaya. IBTA.

3: Tesista. Técnico PAC II-CEE. Patacamaya.

### I. INTRODUCCION

Varias comunidades originarias del altiplano boliviano mantienen en parte de su territorio cultivado a seco, un control colectivo de las tierras llamadas aynokas. Se caracterizan por seguir una norma de sucesión de cultivos: papa, quinua, cebada y luego entre 5 y 10 años de pastoreo. Se observa una tendencia a la reducción del tiempo de descanso y al abandono de estas normas tradicionales, optando por un manejo estrictamente familiar de las parcelas de cultivo (MAYER y FONSECA, 1979). Muchos estudios antropológicos describen estos aynokas que siguen vigentes en comunidades originarias alto andinas (ORLOVE Y CUSTRED 1974; ORLOVE y GODOY, 1986). Sin embargo en la actualidad se carece de referencias agronómicas que coadyuben a evaluar los cambios observados. No se puede explicar la variabilidad de afectación, por los agricultores, de los cultivos en cada una de sus parcelas, sino se estudia cada cultivo en su rotación y cada parcela en relación al conjunto de la finca (RELLIER, MARCAILLOU, 1990). Este trabajo busca definir y jerarquizar los factores determinantes de la decisión de sembrar quinua en los aynokas de Pomani.

Se supone que la pésima cosecha de la gestión agrícola 89-90 revelará estrategias específicas de cada sistema de producción. Nuestra hipótesis afirma que: las condiciones de instalación del cultivo de quinua (dónde, cuánto, cuándo y cómo) dependen en los aynokas, no sólo de la norma comunal, sino también de la serie secuencial de decisiones del agricultor, desde la roturación de las parcelas para papa, hasta la siembra y cosecha del cultivo de quinua.

### II. MATERIALES Y METODOS

Se escogió la comunidad originaria de Pomani, que consta de 195 familias, 5 zonas y 13 aynokas (FERNANDEZ, 1990). Su topografía es variada, plana "pampa", inclinada "ladera", cima "cumbre" y ondulada "hoyada"; sus suelos son francos, franco arenosos y franco arcillosos, pedregosos, con afloramientos de arcilla roja en laderas altas y de limo gris en hoyadas.

Los tres aynokas estudiados en 1990 (denominado año N), son:

- AI = Huarisuntisiña y Cañaviri, roturados y sembrados con papa (I año).
- AII = Irupata, sembrado con quinua y cebada (II año)
- AIII = Tuntachavi, sembrado con cebada y quinua (III año).

Los agricultores cultivan parcelas de aynokas y de sayañas; estas últimas localizadas cerca de las viviendas y manejadas de manera independiente por las familias, sin control comunal.

Para reconocer las prácticas de los agricultores, se realizó un inventario de la utilización de las parcelas, pre o post siembra, mediante transectos en los aynokas AI y AII (Figura 1), en base a una muestra de 100 parcelas en cada caso, o sea el 12% del total de parcelas existente en el aynoka (100 familias con 4 parcelas en promedio, por aynoka).

Se seleccionó a 5 agricultores conocidos con un total de 21 parcelas en AI y a 10 agricultores con un total de 19 parcelas con quinua en AII y AIII, con el objeto de seguir la instalación de los cultivos en sus parcelas aplicando una encuesta retroactiva sobre las razones de sus decisiones técnicas.

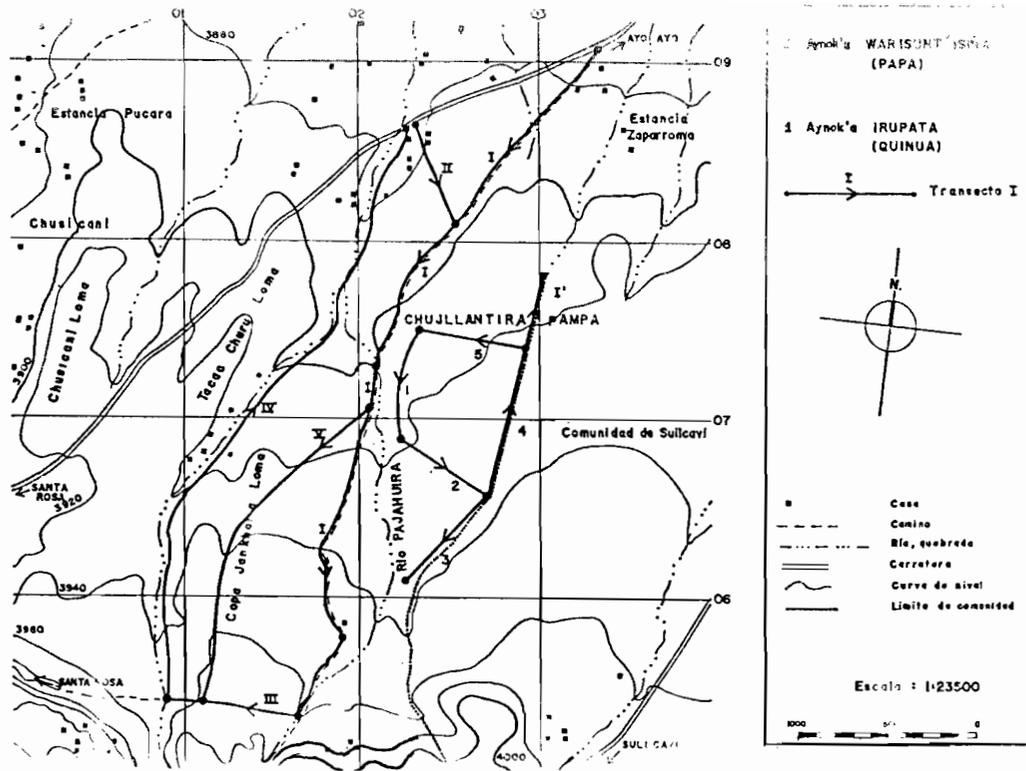


Figura 1. Ubicación de los transectos en los aynokas de Pomani

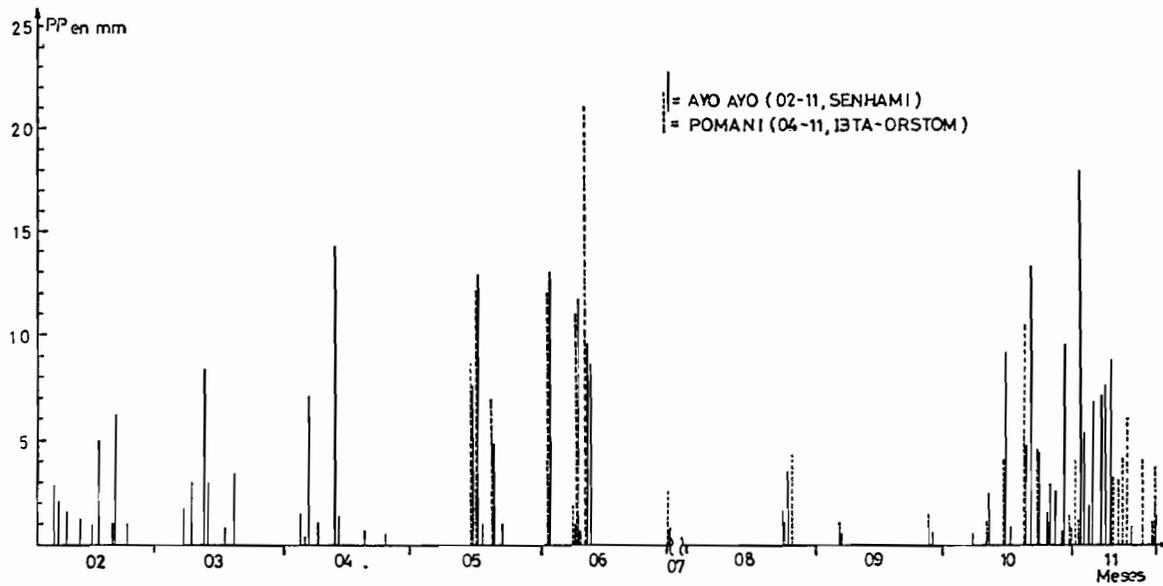


Figura 2. Precipitaciones diarias - 1990

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 1. Determinantes de la roturación en el aynoka destinado al cultivo de papa

##### 1.1. Inventario de parcelas

En el Cuadro 1, podemos apreciar cómo se respeta la norma comunal. El 48% de las parcelas no habían sido roturadas hasta noviembre de 1990 o sea que no estarán cultivadas durante el año agrícola 90-91, 30% fueron roturadas con arado de discos, un 22 % con arado de yunta, y 18% de las parcelas fueron sembradas con cebada. Estas modificaciones relativas a la norma comunal, se explican por la mayor superficie disponible (se roturaron dos sectores de aynokas), y por la escasez de semilla de papa debido a la mala cosecha en 89-90. En la primera época de roturación (febrero y marzo), pocos agricultores lograron roturar, debido al reducido número de días útiles; la mayoría roturaron con tractor y discos, aprovechando la fuerte nevada de junio (Figura 2). Este retraso puede explicar algunos casos de no roturación.

**Cuadro 1. Inventario pre (12-19/09) y post (19-20/11) siembra de parcelas en el aynoka de Pomani.**

Trabajo del suelo y cultivo sembrado	No. parcelas no roturadas	No. parcelas roturadas con discos	No. parcelas roturadas con yunta	Total
no sembrado	39	1	0	40
yunta- papa	5	18	18	41
yunta-cebada	2	6	3	11
rastra-cebada	2	4	1	7
rastra-quinua	0	1	0	1
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>100</b>

Además de la pendiente, otros factores intervienen en la decisión del agricultor de utilizar arado de yunta o arado de discos. La calidad de incorporación de la vegetación (80% de las parcelas tienen una cobertura de thola rala y baja) es mayor con arado de discos que con arado animal (Cuadro 2), en particular si la vegetación es densa, pero el disco no voltea totalmente la thola. El tamaño de los terrones, en su mayoría inferior a 10 cm

de diámetro, depende más de la profundidad de laboreo y de la textura; los dos casos en los cuales los terrones superan los 20 cm, corresponden a una roturación con discos en suelo arcilloso.

##### 1.2. Encuesta a 5 agricultores

El Cuadro 3 presenta los resultados de las encuestas retrospectivas a 5 agricultores. Se manifiestan diferencias en las decisiones de los agricultores de roturar o no hacerlo, aún cuando el número de parcelas en promedio es similar; lo cual confirma una cierta flexibilidad de las decisiones de los agricultores dentro de la norma comunal. Las razones expresadas por los mismos son también variadas, y muestran diferencias inclusive en la priorización de los factores limitantes. La no roturación puede deberse a la falta de semilla, escasez de mano de obra, falta de capital, falta de yunta, condiciones limitantes del medio, preferencia de roturar parcelas en sayaña, etc. El agricultor 3 es el único que ha roturado todas sus parcelas en el aynoka; tiene pocas tierras por la continua repartición de éstas dentro su grupo familiar numeroso. La superficie roturada para papa, servirá para el cultivo de quinua el año 91-92 (AII, N+1).

**Cuadro 2. Resultados de la roturación según el implemento - Aynoka de Pomani (A, I, N)**

Implemento	Vegetación	Grado de incorporación	Tamaño máximo de los terrones	No. parcelas	Total
Disco	Ninguna	--	> 10 cm	2	3 (3.5)
	Pasto ralo gramíneas	++	> 20 cm	1	
	kailla densa	++	< 10 cm	1	
	thola densa	++	< 10 cm 10 - 20 cm	3 1	5 (5.8)
		+	< 10 cm 10 - 20 cm	3 1	4 (4.6)
	thola rala	++	< 10 cm 10 - 20 cm > 20 cm	21 2 2	25 (29)
		+	< 10 cm 10 - 20 cm	1 2	3 (3.5)
					Total:40(46%)
Yunta	kailla densa	+	< 10 cm 10 - 20 cm	2 1	4 (4.7)
	thola densa	+	< 10 cm	1	
		0	< 10 cm	1	1 (1.2)
	thola rala	++	< 10 cm 10 - 20 cm	9 2	11 (12.8)
		+	< 10 cm	27	27 (31.4)
		0	< 10 cm 10 - 20 cm	2 1	3 (3.5)
					Total:46(53%)

## 2. Determinantes de la siembra de quinua en los aynokas AII y AIII

### 2.1. Inventario de parcelas

Al analizar el Cuadro 4, constatamos que el 10 % de las parcelas siguen con cobertura de thola, o sea que no han sido roturadas en el año N-1 (1989) y que 25 % de las parcelas están sembradas con cebada, 7 % con mezcla de quinua y cebada. En el segundo año de cultivo en aynokas, se siembra entonces ambos cultivos, pero con predominancia de quinua; sobresalen en proporción las variedades mejoradas Sajama y Chuapaca, difundidas por la Estación Experimental Patacamaya, y su mezcla. El Cuadro 5 muestra la heterogeneidad de los estados fenológicos encontrados, desde la brotación hasta la aparición de las panojas en quinua y de las espigas en cebada, sin relación aparente con las técnicas de siembra, también muy variadas. Pero no se puede sacar conclusiones por el reducido número de parcelas en cada caso y la interacción entre factores. Para el cultivo de quinua, el agricultor no tiene más opción que adaptar sus decisiones a la superficie limitada por la extensión roturada para el anterior cultivo (papa). Estas decisiones tácticas se refieren a la fecha, densidad y método de siembra, y al arreglo de cultivos.

**CUADRO 3**

Parcelas de 5 agricultores roturadas y no roturadas en (A I, N) razones de no roturación

Número de parcelas destinadas al cultivo de papa en el (A I, N)	Agricultores				
	1	2	3	4	5
parcelas roturadas (sup. ha)	3 (1.74)	2 (0.92)	4 (0.41)	2 (1.37)	1 (0.36)
parcelas no roturadas	4	3	0	3	2
total parcelas en AIN	7	5	4	5	3
parcelas roturadas para papa en sayaña	5	7	1	-	0

Razones de no roturación	Jerarquía de razones por agricultor *				
	1	2	3	4	5
Falta semilla	d			c	a
Falta dinero para roturación				a	b
Falta tiempo		b			
Falta mano de obra		a			
Falta yunta				b	
Humedad del suelo insuficiente				d	
Pendiente limitante	c				
Distancia de parcelas a la casa	a				c
Preferencia de sayañas	b	c			
Falta tierra			a		
Familia numerosa			b		

\* Las razones están clasificadas por orden de importancia = a, b, c, d.

**CUADRO 4**

Inventario de parcelas en el aynoka de quinua (A II, N)

Estado de las parcelas	n° parcelas	t	grado de crecimiento (altura y estado fenológico) * (27/12/90)			
No sembrado, no roturado en año N. cobertura total	10					
No sembrado, roturado en año N. malezas	7	17				
Quinua var. Sajama	17		2	6	5	4
var. Chucapaca	16	51	0	8	8	0
Mezcla var. Sajama, Chucapaca, local	18		2	6	9	1
Cebada	25	25	6	7	6	6
Mezcla de cebada y quinua cebada > quinua quinua > cebada	3 4	7				
TOTAL n° parcelas	100	100				

\* Grados de crecimiento

QUINUA	CEBADA
1 - Brotación - menos 4 hojas, menos 10 cm	Brotación - menos 2 hojas menos 10 cm
2 - Crecimiento, sin aparición de la inflorescencia - 5-15 cm	Inicio macollaje 3-4 hojas 10-15 cm
3 - Aparición panoja 10-40 cm	macollaje, inicio elongación 20-40 cm
4 - panoja - muy homogéneo 20-25 cm	elongación, salida espiga 40-50 cm

**CUADRO 5**

Métodos de siembra en el aynoka de quinua (A II, N)

Método de siembra	QUINUA	CEBADA	MEZCLA	TOTAL
Voleo en camellones de papa no cosechada	12	1	1	14 (174)
Voleo en terreno cosechado de papa, no trabajado	6	0	1	7
Voleo, luego surcado o surcado luego voleo	8	1	0	9
Surcado e hilera, con y sin voleo posterior	18	21	4	43 (521)
Surcado e hilera entre camellones de papa no cosechada	4	0	0	4
Rastrado y luego voleo, o voleo y rastrado	3	2	1	6
TOTAL	51	25	7	83

El 52 % de las parcelas están sembradas en hilera a chorro continuo aunque muy irregular, luego del surcado con yunta. Esta práctica generalizada para la cebada (86%) es aplicada sólo en una tercera parte de los casos para la quinua. La modalidad de siembra predominante es el voleo, debido a que ahorra tiempo y mano de obra -una sola persona puede echar la semilla y abrir el surco con la yunta o a la inversa-, en total, 18% de las parcelas han sido sembradas sobre camellones de papa no cosechada, revelando la particularidad climática del año agrícola 89-90. El uso de rastra en un terreno previamente removido es poco usual como método de siembra.

## 2.2. Encuesta a 10 agricultores

La encuesta a los diez agricultores, dinámica y retrospectiva, sirvió para detallar y caracterizar los parámetros de instalación del cultivo de quinua. Con la base de datos sobre fecha de siembra, superficie cultivada, textura y localización de las parcelas, modalidad y densidad de siembra, y arreglo de cultivos, la encuesta aclaró las dudas sobre el cómo cuándo, cuánto y dónde cultivar quinua. No aplican fertilizantes químicos, raras veces orgánicos. La decisión de sembrar quinua luego de la papa no fue influida directamente por las características climáticas del año 89-90, y más bien ratificó la norma comunal. Los agricultores optimizan el uso de mano de obra, son dos personas como promedio, usan poca semilla (4 a 4.2 Kg/ha), ahorran tiempo implantando el cultivo con bastante rapidez. La mayoría de los encuestados, señalan que su producción la destinarán a la comercialización, autoconsumo y semilla para el próximo año, en orden de prioridad.

Finalmente la encuesta resalta que el método de siembra: surcado y luego voleo, además de ser el más práctico y rápido, justifica la menor utilización de mano de obra, semilla y sirve para años "lluviosos", y el otro método del surcado hilera en chorro continuo sirve para años secos. Una manera de distribuir los riesgos, asegurar una producción o "corregir la siembra", como dijo un agricultor, es de combinar el surcado hilera con el voleo para que parte de la semilla este colocada al fondo de los surcos y parte más superficialmente. Pero algunos agricultores aplican su propio método de siembra a todas sus parcelas. Constatamos que los dos agricultores que practican el surcado en hilera y posterior voleo son los que tienen menos extensión de quinua y entonces más razones de garantizar su producción.

## IV. CONCLUSIONES

Las condiciones de cultivo de quinua en el aynoka dependen de decisiones estratégicas tomadas al momento de roturar las parcelas el año anterior, para la papa: en una área prefijada, le queda al agricultor tomar decisiones tácticas referidas a la fecha, densidad de siembra, modalidad de siembra y arreglos, para las cuales hemos encontrado algunas reglas de decisión.

En todo momento, para conseguir terreno, semilla, yunta, mano de obra, animal de carga, el agricultor puede proponer formas de arreglo recíproco. Se constata que es una minoría los agricultores que no practican alguna forma de reciprocidad. Esta posibilidad da bastante flexibilidad al sistema de decisión, sea al nivel estratégico, sea a nivel táctico.

La formalización de estas reglas de decisión en un diagrama de flujo podría ser el paso previo a una modelización. Las informaciones que faltan todavía conciernen los días hábiles de roturación o de siembra después de una precipitación de x mm y para diferentes texturas de suelo. Luego de un análisis frecuencial, se podría adoptar las reglas de decisión encontradas al tipo de año. Este modelo esta destinado a ayudar al agricultor a apreciar el riesgo inherente a cada una de sus decisiones.

Conocer los determinantes de las extensiones y fechas sembradas en diferentes cultivos resulta ser, para las instituciones de apoyo, indispensable para programar su disponibilidad de insumos o su oferta de crédito en cada campaña.

**V. BIBLIOGRAFIA**

- FERNANDEZ, D. 1990. Comunidad originaria Pomani "Manq'a Pomani". In: Agroecología y saber andino, Lima, AGRUCO-PRACTE, pp. 41-54.
- MAYER, E., FONSECA, C. 1979. Sistemas agrarios en la cuenca del río Cañete. Lima, ONERN, 46 p.
- ORLOVE, B., CUSTRED, G. 1974. Sectorial following and crop rotation systems in the Peruvian Highlands. 4th International Congress of Americanists, Mexico.
- ORLOVE, B., GODOY, R. 1986. Sectorial fallows systems in the Central Andes, mimeo.
- RELLIER, J. P., MARCAILLOU, J. C. 1990. Modeles de raisonnement en conduite des cultures et conséquences pour les systemes d'aide a la decisión. París, Agronomie 6, pp. 487-498.



## PROPUESTA PARA LA FORMACION DE UNA RED ANDINA EN RECURSOS FITOGENETICOS (REDARFIT)

Raúl CASTILLO T.  
Departamento Recursos Fitogenéticos INIAP. Ecuador

### I. INTRODUCCION

La Subregión Andina incluye países con áreas alto andinas, áreas tropicales y microclimas especiales; estas condiciones más las variadas culturas, han permitido el desarrollo y la evolución de varios cultivos, formando así uno de los ricos centros de dispersión de especies, algunas con amplia cobertura y fuente alimenticia mundial, regional y local.

La variabilidad genética derivada de este Centro no ha sido suficientemente aprovechada y preservada, por el contrario ocurren pérdidas por el manejo de áreas cultivadas y naturales, colectas e identificación de germoplasma y la falta de información y documentación adecuada. Además se requeriría hacer esfuerzos consistentes y concurrentes para la conservación, evaluación e intercambio de los recursos genéticos.

A la luz de esta situación, es importante que exista un sistema integral para el manejo de Recursos Fitogenéticos con proyección a largo plazo. Muchos ejemplos a nivel de los países Andinos muestran importantes éxitos en la preservación y aprovechamiento de estos recursos, como es el caso de los cultivos de maíz, papa y frijol, donde han estado involucrados los Centros Internacionales de Investigación Agrícola.

Sin embargo en otras especies, es inminente el liderazgo y compromiso institucional nacional e internacional que concerte los múltiples esfuerzos que se vienen haciendo hasta ahora para garantizar la preservación de estos recursos y utilizar sus beneficios en el mejoramiento de la agricultura. Es así que, varios reportes de organismos nacionales e internacionales muestran como aproximadamente el 40% de las colecciones de bancos de germoplasma han desaparecido, con intensidades variadas en los países.

Ante todos es conocida la importancia de los Recursos Fitogenéticos, como base del mejoramiento, para disponer de reservas de genes y semillas mejoradas en respaldo a una producción masiva de alimentos, atenuadora de los problemas del hambre y miseria que aquejan a los países subdesarrollados como es el caso de la subregión andina. Por su parte, el establecimiento de sistemas de conservación y manejo de germoplasma para su mejor aprovechamiento, mediante esfuerzos conjuntos de los países, derivará aportes significativos en este sentido.

Asimismo, las modernas técnicas de la Biotecnología y a través de la Ingeniería Genética, están rompiendo todas las barreras biológicas del uso de plantas y en pocos años, los recursos disponibles de plantas en la Zona Andina se verán seriamente amenazados y nuestros países tendrán que reintroducir nuevas semillas con patentes a costos quizás imposibles de cubrir.

En varios foros internacionales, diferentes organismos y mecanismos de cooperación técnica han mostrado interés en apoyar redes de investigación agrícola o de preservación de los recursos vegetales nativos. En los últimos años, mayor interés han tenido por las actividades en Recursos Fitogenéticos, organismos como FAO, CAF, BID y mecanismos de cooperación técnica e integración como IBPGR, SELA, PROCIANDINO, JUNAC entre otras, en el área Andina. Es pertinente por tanto, que la REDARFIT se forme para concertar esfuerzos técnicos y económicos de los países, complementados con el apoyo de la cooperación internacional.

## II. OBJETIVOS GENERALES DE LA RED

Crear un sistema de cooperación en Recursos Fitogenéticos Andinos que permita su conservación e intercambio, en resguardo de los beneficios que se derivan para los programas de mejoramiento genéticos y de la agricultura en general.

## III. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Constituir un foro de acción tecnológica para el apoyo de las políticas nacionales y subregionales en materia de Recursos Fitogenéticos.
- Promover proyectos de cooperación técnica entre los países andinos con el apoyo de las fuentes de financiamiento nacional e internacional, dentro del campo de la colección, evaluación, conservación e intercambio de germoplasma.
- Propiciar la instalación de bancos de germoplasma base y activos de cobertura subregional, manteniendo duplicados estratégicos en los países miembros.
- Sistematizar la evaluación de germoplasma y el intercambio de información y documentación, para su adecuada conservación y manejo.
- Fomentar la capacitación en el campo de los Recursos Fitogenéticos, especialmente en los aspectos de manejo bajo los métodos biotecnológicos modernos que involucran la conservación in vitro.
- Impulsar el intercambio de germoplasma en forma sistematizada entre los programas de los países y con los Centros Internacionales de Investigación Agrícola.

## IV. CONSTITUCION DE LA RED

La red estará conformada por un Comité Directivo y un Comité Técnico.

El Comité Directivo integrado por las más altas autoridades de las Instituciones de Investigación Agrícola de los países participantes de la Red, además representantes de los organismos y mecanismos nacionales e internacionales de cooperación técnica e integración; así como, los Centros Internacionales de Financiamiento. La función central será la definición de las políticas en el campo de los Recursos Fitogenéticos de la Red y aprobar los Planes e Informes Anuales de Trabajo.

El Comité Técnico, constituido por la representación de los países a través de los líderes de los Programas Nacionales de Recursos Fitogenéticos. El mismo que designará un Coordinador o Secretario Ejecutivo y un Coordinador Alterno, con una duración de tres años en sus funciones y con una alternancia entre los países.

### 1. El Comité Técnico tendrá como funciones:

- Reunirse anualmente para evaluar los avances de la Red y planificar las acciones futuras.
- Seleccionar, con acuerdo del Comité Directivo cada tres años al Coordinador o Secretario Ejecutivo y al Colider de la Red.
- Apoyar los proyectos cooperativos multinacionales o nacionales en Recursos Fitogenéticos.
- Propiciar convenios de financiamiento externo a la Red.
- Promover las facilidades de capacitación y establecimiento de bancos base y activos de germoplasma.

- Introducir normativos procedimentales para el manejo de Recursos Fitogenéticos.
- Diseñar y auspiciar el uso de sistemas de información y documentación, a través de bases de datos que registren actividades de Recursos Fitogenéticos: Intercambio de Germoplasma, Directorio de Investigadores e Instituciones, Proyecto Cooperativos multinacionales y nacionales.
- Documentar mediante boletines informativos actividades técnicas en Recursos Fitogenéticos, bibliografías.
- Propiciar foros nacionales e internacionales en el campo de los Recursos Fitogenéticos: patentes, normativos procedimentales para el intercambio, información, documentación, etc.

## 2. Las funciones de los Miembros del Comité Técnico, serán:

- Coordinar a nivel nacional las acciones de la Red.
- Participar en la selección de proyectos cooperativos multinacionales y nacionales que serán apoyados por la Red.
- Apoyar con información del país a la formulación y mantenimiento de la base de datos de la Red.
- Asistir a las reuniones anuales de la Red.
- Otras que acuerde el Comité Técnico y el Comité Directivo.

## V. ACTIVIDADES DEL COORDINADOR O SECRETARIO EJECUTIVO

- Informar anualmente al Comité Directivo sobre los Planes Operativos y Ejecutorías técnico-administrativas de la Red.
- Coordinar conjuntamente con el Colíder las acciones del Comité Técnico. Este último lo asistirá permanentemente.
- Identificar y gestionar financiamiento para las actividades de la Red.
- Otras que el Comité Directivo y el Comité Técnico, acuerden.

## VI. RELACIONES DE LA REDARFIT

La Red mantendrá relaciones formales con los países participantes a través del Comité Directivo y el Comité Técnico.

Asimismo, la Red mantendrá relaciones técnico-administrativas con los organismos y mecanismos de cooperación técnica nacionales e internacionales, Centros Internacionales de Investigación Agrícola y Agencias Internacionales de Financiamiento.

## VII. APOYO INSTITUCIONAL

REDARFIT se formulará y operará con el respaldo político institucional de los países y el apoyo complementario de los organismos (FAO, CAF) y mecanismos internacionales (IBPGR, SELA, PROCIANDINO, JUNAC), Centros Internacionales de Investigación Agrícola (CIAT, CIMMYT, CIP) y Agencias Internacionales de Financiamiento (CIID, BID y CEE).



## **PROPUESTA PARA LA NUEVA ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE DOCUMENTACION DE GERMOPLASMA EN CULTIVOS ANDINOS**

A.C. AGUIRRE  
 Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial  
 Perú - INIAA

### **I. INTRODUCCION**

El trabajo con recursos genéticos implica el manejo de gran cantidad de información que se va generando en cada una de las etapas de este que hacer; por cada muestra de material genético se debe contar con datos de identificación, ubicación física, caracterización, evaluación, movimientos de ingresos y egresos y otros que reflejan su situación de viabilidad y disponibilidad. Ante tal situación, es prácticamente imprescindible disponer de un sistema de documentación de germoplasma, que sea ampliamente aceptado, estandarizado y auxiliado por el empleo de computadoras.

Por otro lado, en la mayoría de los cultivos, y en el particular caso de los andinos que conservamos y manejamos en nuestros países, es poco lo que se ha avanzado en pos de conseguir la concordancia mínima necesaria entre los sistemas de documentación que se emplean.

En el Programa de Investigación en Recursos Genéticos (PROIRGEN) de la EEA-Santa Ana-Huancayo; del Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA), se conserva germoplasma de oca, olluco, mashua, papa nativa, quinua, kiwicha, cañihua y tarwi, y se ha venido trabajando en base a diferentes sistemas que muy poca concordancia presentaban entre sí, complicando grandemente el trato computarizado de información; a pesar de ello, tales sistemas han significado una valiosa ayuda para la documentación de las diferentes accesiones con que cuenta nuestro Banco de Germoplasma. Sin embargo, considerando:

- Que en nuestro Banco se conservan colecciones de diferentes especies,
- Que el intercambio de germoplasma entre instituciones nacionales y/o internacionales se va intensificando día a día,
- Que para tales menesteres es de gran importancia estandarizar los descriptores y sus estados, principalmente en cuanto a pasaporte y colecta.

Se ha visto por conveniente emprender la reorganización de los sistemas actualmente empleados, conducente a la creación de uno solo y que en lo posible, no circunscriba su utilidad a una sola especie o Banco en particular.

Para que la información del germoplasma de cultivos andinos sea compartida también por otros investigadores dedicados a ellos, se propone una nueva estructura que deberían tener los datos de pasaporte y colecta en general.

### **II. DEFINICION DE DATOS PRELIMINARES DE PASAPORTE Y COLECTA**

Se consideran como datos preliminares el Código del Banco y el Número de Accesoión.

#### **1. Código de banco de germoplasma**

Se define un código con un máximo de 10 caracteres; en el caso de la EEA-Santa Ana, será:

## 2. Número de accesión

Se estructura este dato de modo que no haya diferencias marcadas para cada especie. Esta denominación de tipo único debe incluir 13 caracteres, según:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

**2.1 País donde se encuentra el Banco:** Con código de 3 letras estandarizados por la O.N.U. Posiciones 1,2,3.

Ej. PER -----> PERU: BOL -----> BOLIVIA

**2.2 Género y Especie:** Código o abreviaturas que normalmente serán las 2 primeras letras de cada nombre, salvo alguna duplicidad, en cuyo caso se deberá especificar claramente. Posiciones 4, 5, 6, 7.

Ej. TRTU -----> *Tropaeolum tuberosum*

**2.3 Procedencia del Material:** Código de 2 caracteres que especifican la procedencia de una accesión, lo que en última instancia puede reducirse a tres posibilidades: (Posiciones 8 y 9).

a) Material colectado en el País: En donde se pueden presentar los siguientes casos, identificados por los códigos indicados.

- Colección de lugar conocido, indicando sólo la primera sub división Política del País (Departamento, Estado, etc.).

Ej. En Perú, los departamentos se codifican por números así, 12 representa el departamento de Junín.

- Colección sin información exacta del lugar, se emplea código CX

b) Material no colectado en el País: En donde se tienen los siguientes casos:

- Donación de material mejorado o colecciones extranjeras donadas al país, se emplea código MD. (Esta condición se aclara con los datos de Pasaporte).

c) Material sin información exacta de su procedencia (colección o donación), se emplea código XX.

**2.4 Número de Accesión Propiamente dicho:** Con un mínimo de hasta 4 cifras, que empieza desde 0001 para cada código de procedencia del material, dentro de cada especie.  
Ej. En resumen

PER País donde está el banco

LUMU Género y especie: *Lupinus mutabilis*

\_03 Código 0.3, en Perú es Apurímac

0042 Accesión Número 42.  
Colectado en el departamento de

### III. DESCRIPTORES DE PASAPORTE Y COLECTA

A continuación se presentan los siguientes descriptores, que abarcan los aspectos identificatorios y de colecta de una accesión. En lo posible se ha tratado de seguir los lineamientos del IBPGR con ciertas modificaciones de acuerdo a las particularidades de nuestro trabajo.

#### 1. Datos de pasaporte

##### 1.1 Número de accesiones

Número que sirve como identificador para las accesiones y es asignado por el conservador cuando una accesión es introducida a una Banco. Una vez asignado, este número no debe ser re-utilizado por ningún motivo, ni re-asignado a otra accesión aunque la original se haya perdido. La estructura de este número sigue lo indicado en el acápite anterior.

##### 1.2 Origen de la accesión

1 Colección, 2 Donación, 3 No determinado (sin información)

##### 1.3 Nombre científico

Incluyendo el nombre de género y especie

##### 1.4 Nombre del donante

Nombre completo o código de la Institución o persona responsable de la donación del germoplasma, cuando éste ha sido su origen.

##### 1.5 Número de accesión

Número de accesión asignado por el donante en su Banco o colección, acompañado de su código de Banco.

##### 1.6 Duplicado en otros bancos

Sólo para material remitido por nuestro Banco; este dato incluirá el código del Banco receptor y la fecha en que se remitió una muestra de una accesión al mismo; para la fecha se considera mes/día/año.

##### 1.7 Otros números asociados con la accesión

Cualesquiera otros números con cuales una accesión está identificada en otros Bancos o Colecciones; sólo para material recibido como donación. Se sugiere que no sean más de dos, si hubiera, por que también se deberá incluir código del Banco.

##### 1.8 Fecha de la multiplicación o regeneración

Fecha actualizada de la última multiplicación o regeneración, considerando mes/día/año. Esto dará una idea de la antigüedad del material más fresco en el Banco.

**1.9 Tipo de mantenimiento**

1 Vegetativo, 2 Semilla botánica, 3 Ambos

**1.10 Situación de regeneración**

Número de veces que una accesión ha sido regenerada desde su inclusión en el Banco. Esto dará una idea del grado de endocria en el material regenerado.

**2. Datos de colecta**

Incluyen datos que son responsabilidad del organizador de la expedición de colecta, en que se recogió la muestra original; en el material donado estos datos deberán ser remitidos junto con la muestra por parte del donante.

**2.1 Institución colectora**

Institución o persona que organiza la expedición de colecta en que se recogió la muestra original.

**2.2 Número de colección**

Número original asignado por el colector de la muestra; este número debe componerse del nombre del colector o colectores, codificado, seguido del número propiamente dicho.

Para ello, al organizar una expedición de colecta, debe codificarse los nombres de los colectores y llevar un registro de ellos de modo que pueda recurrirse fácilmente a él. Esto es esencial como una primera instancia para identificar duplicados mantenidos en un mismo o diferentes Bancos o Colecciones.

**2.3 Nombre vernacular**

Nombre empleado por los agricultores de la región en la cual fue colectada la muestra original.

**2.4 Fecha de colección de la muestra original**

Como mes,día y año.

**2.5 País de colección**

Identificado por las abreviaturas oficiales de la O.N.U. (veáse IPPGR Nesletter - 49).

**2.6 Nombre de la primera sub división política del país de colección**

Ejemplo: Departamento, en Perú.

**2.7 Nombre de la segunda sub división política**

Ejemplo: Provincia, en Perú.

**2.8 Nombre de la tercer sub-división política**

Ejemplo: Distrito, en Perú.

**2.9 Localidad**

Nombre de una subdivisión adicional de la división del territorio, si hubiera; puede consignarse: caserío, anexo, paraje, etc., donde se colectó la muestra original.

**2.10 Latitud del lugar de colecta**

Grados y minutos, seguidos de N o S.

**2.11 Longitud del lugar de colecta**

Grados y minutos, seguidos de E u O.

**2.12 Altitud**

Elevación sobre el nivel del mar, en metros.

**2.13 Fuente de colección**

1 Habitat natural - silvestre, 2 Agricultor - multiplicador  
3 Mejorador, 4 Mercado, 5 Empresa semillera

**2.14 Estado de la muestra al momento de colecta**

1 Silvestre, 2 Cultivado

**2.15 Tipo de la muestra**

1 Ecotipo local, 2 Raza local, 3 Variedad primitiva o tradicional, 4 Material mejorado

**2.16 Variabilidad de la muestra**

Con escala de 1 a 9, con respecto a la variabilidad observable en general.

1 Muy uniforme, 2 Muy variable

**2.17 Material vivo colectado**

1 Semilla botánica, 2 Tubérculos u otra estructura vegetativa,  
3 Ambos

**2.18 Material no vivo colectado**

1 Especimen para herbario, 2 Fotografía, 3 Ambos

**2.19 Nombre del agricultor**

Para los casos en que ésta ha sido la fuente de colección; se constituye en otra instancia para identificar duplicados mantenidos en un mismo o en diferentes Bancos o Colecciones.

**IV. COMENTARIO FINAL**

Es de esperar que la presente propuesta permita abrir mayores posibilidades de intercambio no sólo de germoplasma sino también de su información básica de pasaporte y colecta almacenada en soportes masivos tales como cintas magnéticas o discos flexibles, lo cual en algunos casos es ya práctica común.

Una utilidad adicional de los presentes descriptores es que permitirán superar los problemas de interpretación de los datos intercambiados y disminuirán las dudas que siempre se pueden presentar al tener datos de colecta según fichas con tanto detalle que sólo pueden ser llenados adecuada y completamente por personal especializado, lo cual normalmente no es lo frecuente dentro de nuestra realidad, aunque sería deseable.

Obviamente, esta propuesta está abierta a las modificaciones que a sugerencia de otros investigadores se pueden hacer siempre buscando un mejor y más útil manejo de la información en Recursos Genéticos.

## LAS REDES DE RECURSOS GENETICOS POR CULTIVO DEL IBPGR

Katsuo OKADA  
Coordinador del IBPGR para América del Sur

### I. INTRODUCCION

Desde la creación del IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources) en 1974, las actividades en recursos fitogenéticos han crecido dramáticamente en todo el mundo. No sólo ha aumentado el número de especialistas en germoplasma sino también los proyectos y programas nacionales, regionales e internacionales sobre recursos genéticos.

Por esta razón ha surgido ahora la cuestión de cómo coordinar todos estos esfuerzos para evitar la duplicación innecesaria de actividades y asegurar una óptima complementariedad entre los especialistas e instituciones que trabajan con los recursos genéticos de un mismo cultivo.

En noviembre de 1988, el Comité de Programa del IBPGR decidió aplicar el concepto de red de recursos genéticos por cultivo mediante un estudio piloto que comprendió en principio las redes de ocho cultivos: banana, batata, cebada, maíz, maní, medicagos anuales, okra y remolacha azucarera. De éstas se encuentran en operación las siguientes:

REMOLACHA AZUCARERA, coordinada por el Centre for Genetic Resources (CGN), Holanda.

BANANO, coordinada por el International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP), Francia.

ARROZ, coordinada por el Centro Internacional del Arroz (IRRI), Filipinas.

Se encuentran en estudio la implementación de redes para la yuca, el maíz y el coco.

Los pilares de una red están formados por el cultivo y sus recursos genéticos asociados, y por el conjunto de especialistas en los distintos aspectos del mismo que se han puesto de acuerdo en un programa cooperativo de actividades.

Las redes se han concebido como una asociación para el aprendizaje, la solución de problemas, el intercambio de información sobre metodologías y resultados, y la definición de actividades prioritarias, para facilitar una utilización más eficiente de recursos ya existentes entre los miembros de la red. Los participantes deben asumir determinados compromisos, particularmente aquellos que están en mejores condiciones de prestar servicios a los demás, aunque todos los participantes de una red pueden contribuir a la red y ganar así acceso a una fuente ampliada de germoplasma e información.

La función, estructura y distribución de responsabilidades como la formulación de un plan de acciones conjuntas deberá ser definida por los participantes con el objetivo final de facilitar una utilización más eficiente de los recursos humanos y materiales de la red.

### II. OBJETIVOS

Las redes de recursos genéticos representan en consecuencia una estrategia fundamental para el logro de los siguientes objetivos:

Establecer un mecanismo de coordinación entre los especialistas e instituciones con actividades de recursos genéticos en un determinado cultivo.

Fomentar la cooperación sobre la base de la distribución de responsabilidades y la participación en la toma de decisiones.

- Identificar las prioridades regionales de investigación en germoplasma, conservación, utilización y entrenamiento, y asesorar donde los apoyos externos, técnicos y financieros, pueden ser aprovechados más eficientemente.
- Promover la utilización del germoplasma en el mejoramiento genético del cultivo.

### III. ACTIVIDADES DE UNA RED

Las actividades de una red de recursos genéticos se refieren fundamentalmente a las siguientes áreas:

- 1 Exploración/Recolección
- 2 Conservación integrada
- 3 Documentación
- 4 Utilización
- 5 Entrenamiento

#### 1. Exploración/Recolección

Se deberán definir las prioridades de recolección de la red según:

- a) Variedades cultivadas o especies silvestres que no estén adecuadamente representadas en los bancos de germoplasma, o que estén amenazadas de erosión genética o que tengan propiedades (genes) de especial interés en un programa de mejoramiento.
- b) Regiones cuya diversidad no esté suficientemente representada en los bancos de germoplasma o que contengan variedades/especies de particular valor en el mejoramiento genético.

#### 2. Conservación Integrada

- a) Racionalización de las colecciones. Por razones de economía y eficiencia, todas las colecciones de germoplasma existentes en una red deberían ser consideradas como una sola, eliminando duplicados y aplicando el concepto de colección núcleo. Se deberán establecer las responsabilidades de conservación, regeneración y distribución del germoplasma entre los participantes.
- b) Duplicación de las colecciones por seguridad. Una vez que las colecciones han sido racionalizadas, se deberían depositar duplicados en otros bancos ubicados fuera de la red. La duplicación de colecciones por seguridad comprende a las colecciones de semilla, in vitro y de campo.
- c) Integración de distintos métodos de conservación. Para cada acervo génico habrá que definir la combinación óptima de los distintos métodos de conservación de germoplasma: conservación en frío de semillas, conservación in vitro, conservación de colecciones de campo, conservación in situ, criopreservación. En cada método a su vez, es necesario definir las técnicas más apropiadas de manejo del material teniendo en cuenta la disponibilidad de personal, inversiones a realizar y los costos operativos. Para tomar decisiones fundamentadas se requieren aun muchas investigaciones básicas en ecogeografía, biosistemática y en biotecnología.

#### 3. Documentación

- a) Inventariar todas las colecciones existentes en la red. Estos inventarios deben reunir los datos mínimos de pasaporte de cada entrada y se irán completando a medida que se tengan otras informaciones. La información de los inventarios es esencial para planear las exploraciones, definir las necesidades de conservación y el potencial de utilización de las colecciones.

- b) Caracterizar las entradas mediante una lista de descriptores estandarizada para facilitar el intercambio de información.
- c) Formar una base de datos centralizada que contenga la información básica de cada entrada como también información referente al manejo de las colecciones y datos de caracterización y evaluación.
- d) Circular información a los participantes de la red, las redes de recursos genéticos deben prestar un servicio de distribución de información como bibliografía, resultados de investigación y noticias de interés.

#### **4. Utilización**

La utilización de la diversidad genética para el mejoramiento genético de los cultivos andinos es el objetivo final de todas las actividades de recursos genéticos que se propongan en la red. La evaluación e incorporación de caracteres útiles, como la resistencia a plagas y enfermedades o tolerancia a factores adversos del ambiente (sequía, frío, salinidad o acidez del suelo), en nuevas variedades es lo que justifica en última instancia todo el esfuerzo de colección y conservación de germoplasma.

Sin embargo, para poder utilizar efectivamente el germoplasma de las variedades folclóricas y de las especies silvestres emparentadas en los programas de mejoramiento, se deberá proporcionar a los fitomejoradores información sobre las características de este germoplasma (relaciones entre las especies, frecuencia de genes de resistencia y su herencia, etc) o germoplasma ya mejorado que facilite su incorporación a los programas formales de mejoramiento.

En este sentido la red puede jugar un papel crítico en la promoción de estudios fundamentales que faciliten la utilización efectiva del germoplasma almacenado en los bancos para resolver las problemas de producción de los cultivos andinos.

#### **5. Entrenamiento/Reuniones**

Indudablemente las actividades de mayor resonancia de la red serán la organización del entrenamiento a distintos niveles y de reuniones técnicas. El entrenamiento técnico y científico deberá cubrir los diversos campos de los recursos fitogenéticos y podrá comprender cursos de post-grado, cursos cortos especializados, programas de entrenamiento individuales en servicio, programas de intercambio de científicos y pasantías. La red habrá de fijar también un calendario de reuniones técnicas.

### **IV. CONDICIONES PARA FORMAR UNA RED**

1. Los participantes deben estar profundamente convencidos que la red los beneficiará concretamente a corto y mediano plazo.
2. Debe predominar un fuerte espíritu colaborativo entre los individuos e instituciones participantes, particularmente de aquellos/as que están en mejores condiciones de aportar servicios a los demás.
3. La red debe cubrir todas las actividades de recursos genéticos de un cultivo.
4. La participación en la red debe estar institucionalizada.
5. Se debe identificar un mecanismo de financiación.

### **V. ¿COMO FORMAR UNA RED?**

1. Una de las maneras más adecuadas de estimular la formación de una red es convocar a un taller de inauguración que explore las modalidades y las propuestas preliminares para el establecimiento de una red, fije los objetivos prioritarios y acuerde un plan de acción mínimo.

2. Formación de una coordinación. Se debe designar una comité de coordinación para el seguimiento del plan mínimo acordado, la convocatoria a nuevas reuniones y la búsqueda de financiación.

## **VI. ROL DEL IBPGR**

El rol del IBPGR es promover la formación de estas redes dándoles el estímulo inicial y movilizando recursos para su implementación. Sin embargo, cada red se debería desarrollar finalmente en un sistema auto sostenible.

El IBPGR, espera dedicar más recursos al desarrollo de redes de recursos genéticos en todos los cultivos del mundo. Estamos firmemente convencidos que las distintas actividades de recursos genéticos exploración, conservación, documentación, caracterización/evaluación y utilización-concernientes a los cultivos andinos pueden alcanzar su máxima significación en el contexto de una red que coordine a todos los técnicos e instituciones de la región.

## **VII. BIBLIOGRAFIA**

PARRET, P. M. 1990. Actual and future concepts for collaboration on crop genetic resources. Eucarpia/IBPGR Crop Genetic Resources Symposium, Wageningen, Holanda. 3-6 December 1990.

## **ADAPTACION DE UN PROTOTIPO DE PELADORA DE SORGO A LA ESCARIFICACION DE QUINUA AUSPICIADO POR CIID-CANADA**

Carlos NIETO C.; Gonzalo MONTOYA; Nelly LARA  
Programa de Cultivos Andinos INIAP

### **I. INTRODUCCION**

Uno de los principales limitantes del consumo de la quinua es el contenido de un glucócido conocido como saponina, sustancia que se encuentra en la periferie del grano, (antes del episperma) y que le da un sabor amargo al grano, impidiendo su consumo. La eliminación de la saponina se puede realizar por lavado (método húmedo), por escarificado (método seco) o por combinación de los dos métodos. La aplicación de estos métodos depende de la cantidad de saponina contenida en el grano; si el producto es de alto contenido de saponina (quinuas amargas) será necesario aplicar el método combinado pero si se trata de quinuas de bajo contenido de saponina (quinuas dulces) será suficiente un lavado rápido o un escarificado.

Varios trabajos han demostrado que mediante el proceso de escarificado se podrían perder ciertos componentes nutricionales de la quinua, principalmente la proteína, que esta muy expuesta en los cotiledones que rodean al grano. Así Reichert y sus colaboradores (2), encontraron una reducción significativa de las cenizas en quinua por efecto del escarificado y además que los cultivares de bajo contenido de saponina fueron los que mejor respondieron al proceso de escarificado.

Mediante el convenio "Postproducción de Quinua" el CIID de Canadá, donó a Ecuador un prototipo de peladora de sorgo, con la finalidad de probar su funcionamiento en la escarificación de quinua. Dentro del Programa de Cultivos Andinos de INIAP, se realizaron las pruebas iniciales, luego los reajustes necesarios, con el objeto básico de utilizar esta máquina en la escarificación de quinua (eliminación de la saponina por vía seca). La descripción del trabajo realizado, así como los resultados obtenidos se presentan a continuación.

### **II. DESCRIPCION DEL PROTOTIPO**

Las características principales de la máquina son las siguientes:

- Una tolva, ubicada en la parte superior y sirve para receptar la materia prima a ser procesada.
- Una cámara de proceso, que alberga a 5 ruedas o discos abrasivos, montados sobre una eje con cierta separación entre ellos para permitir que el grano tenga mayor superficie de contacto durante el proceso de escarificado.
- Un sistema de vaciado, que no es más que la acción de hacer girar la cámara sobre su eje, para descargar el material escarificado. Luego queda la labor de separación de impurezas, que es un proceso independiente.

### **III. PRUEBAS INICIALES Y LIMITACIONES ENCONTRADAS**

Se realizaron varias pruebas iniciales de escarificación de quinua, utilizando diferentes cargas y velocidades angulares (rpm) y se encontraron los siguientes limitantes:

Un alto porcentaje de quinua se quedaba sin procesarse sedimentada en el fondo, en el espacio entre las piedras abrasivas y la base de la cámara.

- Luego del proceso, el resultado obtenido era una mezcla de quinua escarificada y polvo de saponina, lo que demandaba un proceso extra de separación, ya sea por tamizado o venteado.

#### IV. MODIFICACIONES REALIZADAS

Para solucionar el problema de sedimentación, se procedió a colocar unas bandas de hule en los espacios entre las piedras abrasivas. Estas bandas hacen una labor de remoción de la quinua a manera de barrido, impidiendo depósitos al fondo de la cámara.

Para solucionar la segunda limitante (separación del polvo de saponina del grano escarificado) se probaron varios sistemas, ya sea de absorción o venteado, tratando de que el proceso sea simultáneo; sin embargo se determinó que la mejor opción sería un sistema combinado, esto es: se instaló un sistema de aspiración de polvo en la parte superior de la cámara, mediante el cual se elimina alrededor del 70% del polvo. Luego se instaló un pequeño ventilador en la base, para que elimine el polvo restante al momento de la descarga, y de esta forma se obtiene los subproductos quinua limpia y polvo por separado.

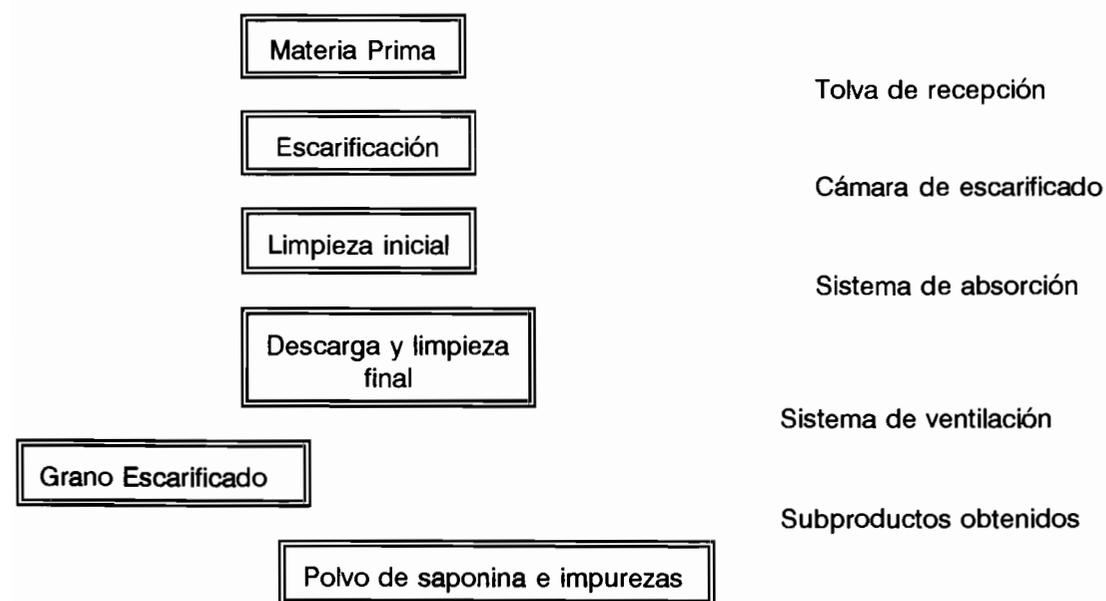
#### V. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS OBTENIDOS

Luego de las modificaciones efectuadas, el prototipo realiza la función de escarificación de quinua, mediante el siguiente proceso: (ver Figura 1)

Para evaluar el funcionamiento de la máquina se diseñaron varios experimentos en las cuales se probaron el efecto de: tiempo de escarificado, carga de quinua, velocidad del eje escarificador y variedades de diferente contenido de saponina. Todos los experimentos se realizaron bajo un diseño completamente al azar y con tres observaciones por tratamiento.

En el Cuadro 1, se presentan las características iniciales de las variedades de quinua utilizadas en las diferentes pruebas. El contenido de saponina de las variedades Imbaya y Cochassquí, analizado por métodos químicos es muy superior al presentado aquí, ya que el método de la saponina, aparentemente sub-valora el porcentaje de saponinas.

**Figura 1. Proceso de escarificación de quinua y subproductos**



**Cuadro 1. Características fisicoquímicas del grano de tres variedades de quinua (al 11 % de humedad)**

Característica	INIAP-Imbaya	INIAP-Cochasqui	ECU-0621*
Impurezas %	2.60	2.30	2.00
Saponinas %	1.43	1.18	0.16
Proteínas %	15.84	15.62	15.01
Fibra %	4.65	4.66	4.51
Peso hectolítrico,kg/Hl	67.00	68.00	66.00

\*Linea de bajo contenido de saponina

En los Cuadros del 2 al 4, se presentan los resultados de varios experimentos individuales, mediante los cuales se evaluaron la respuesta de los factores mencionados.

Así al analizar la respuesta de las dos variedades amargas (Imbaya y Cochasqui), bajo tres tiempos de escarificado (3,5 y 7 minutos) con velocidad al cilindro y carga constante (500 rpm y 4 kg respectivamente), se encontró diferencias significativas para el efecto de tiempos de escarificado en cuanto a peso hectolítrico, porcentaje de saponina en quinua escarificada y de saponina con un lavado adicional; no así en las variables porcentaje de grano extraído y porcentaje de proteína.

**Cuadro 2. Respuesta al proceso de escarificación de dos variedades de quinua bajo 3 tiempos de escarificación. Datos al 11 % de humedad**

Variedades	/Tiempos	Peso Hectolítrico	% grano escarif.	% de Saponina	% de Proteína	% de Saponina 1/
IMBAYA	3 minutos	68.7 b 2/	93.5 a	0.62 c	16.55 a	0.25 f
IMBAYA	5 minutos	71.7 a	92.4 a	0.49 a	16.68 a	0.22 e
IMBAYA	7 minutos	71.7 a	92.9 a	0.33 a	15.90 a	0.13 c
COCHASQUI	3 minutos	71.7 a	93.0 a	0.60 c	15.75 a	0.16 d
COCHASQUI	5 minutos	72.0 a	92.0 a	0.45 b	16.00 a	0.11 b
COCHASQUI	7 minutos	72.7 a	92.6 a	0.27 a	15.45 a	0.08 a
X. general		71.44	92.77	0.46	16.17	0.16
C.V. %		0.66	2.55	8.22	4.43	8.74

1/ Luego de un enjuague adicional

2/ Letras iguales expresan diferencias no significativas.  
Prueba de Tukey. (P<5 %)

**Cuadro 3. Respuesta al proceso de escarificación de dos variedades de quinua bajo dos cargas. Datos al 11 % de humedad**

Variedades	/Cargas	Peso Hectolítrico	% grano escarif.	% de Saponina	% de Proteína	% de 1/ Saponina
IMBAYA	4 kg	72.9 b 2/	90.2 a	0.16 a	16.26	0.07 a
IMBAYA	6 kg	71.3 b	90.7 a	0.37 c	15.71 a	0.18 c
COCHASQUI	4 kg	73.6 a	90.9 a	0.18 b	12.76 b	0.08 a
COCHASQUI	6 kg	73.3 a	93.0 a	0.38 c	12.90 b	0.11 b
X general		73.25	91.19	0.27	14.40	0.11
C.V. %		0.67	4.84	3.64	4.58	9.67

1/ Con un lavado adicional

2/ Letras iguales expresan diferencias no significativas  
Prueba de Tukey. P<5 %

**Cuadro 4. Respuesta al proceso de escarificado de una línea de quinua de bajo contenido de saponina, bajo 3 cargas. Datos al 11 % de humedad**

Cargas	Peso Hectolítrico	% grano escarif.	% de Saponina	% de Proteína	% de/1 Saponina
4 kg	72.3 b <u>2/</u>	91.9 b	0.005 a	16.1 a	0.0
5 kg	73.0 a	93.4 a	0.005 a	15.7 b	0.0
6 kg	70.0 c	92.4 b	0.039 b	15.5 b	0.0
X general	71.7	92.6	0.017	15.7	0.0
C.V. %	1.4	2.7	7.4	3.7	--

1/ Con un lavado adicional

2/ Letras iguales expresan diferencias no significativas.

Prueba de Tukey.  $P < 5\%$ .

El efecto de variedades fue estadísticamente significativo para peso hectolítrico, porcentaje de proteína y porcentaje de saponina, no así para porcentaje de grano extraído.

Se encontró que la variedad Imbaya presentó mayor resistencia al proceso de escarificado, tanto por el menor peso hectolítrico final, como por los mayores porcentajes de saponina.

También se encontró que a medida que aumentó el tiempo de escarificado, el proceso fue más eficiente; así, el peso hectolítrico subió de 67.0 a 68.7, 71.7, con: 3.5 y 7 minutos de escarificado en la variedad Imbaya y de 68 a 71.7, 72.0 y 72.7 kg/Hl para la variedad Cochasqui. El porcentaje de saponina bajó en proporción inversa al tiempo de escarificado, así en la variedad Imbaya se llegó hasta 0,33% y en la variedad Cochasqui hasta 0,27% con 7 minutos de escarificado, desde 1,43 y 1,18% inicialmente respectivamente. Pero al aplicar un lavado adicional estos porcentajes fueron reducidos hasta 0,13 y 0,08% de saponina respectivamente. El porcentaje de proteína, también disminuyó en forma inversa al tiempo de escarificado, lo que podría sugerir que no es conveniente el exceso de exposición al escarificado.

En el Cuadro 3, se presentan los resultados del efecto de variedades y cargas (4 y 6 Kg de grano), bajo velocidad del cilindro y tiempo de escarificado constante (800 r.p.m. y 5 minutos respectivamente). Se aplicó 800 r p m, en razón de que se observó en las pruebas iniciales que con más de 4 kg de carga era necesario aumentar la velocidad del cilindro. Se encontró que tanto el efecto de variedades como de cargas fueron significativos. Así, la variedad Imbaya presentó nuevamente mayor resistencia al escarificado, tanto por el menor peso hectolítrico como por los mayores porcentajes de saponina finales; sin embargo la variedad Cochasqui a pesar de presentar mayor peso hectolítrico y menores porcentajes de saponina finales, bajó su contenido de proteína, en forma drástica, desde 15,62% inicial hasta 12,76 y 12,90% respectivamente con cargas de 4 y 6 kg. Esto es una evidencia de que hay un efecto negativo de la velocidad del cilindro. Parece que esta variedad a mayor velocidad sufre destrucción del grano y por lo tanto eliminación de proteína.

Se observó claramente que hubo mayor eficiencia con 4 kg. de carga, pues los porcentajes de saponina fueron de apenas 0,07 y 0,08% para Imbaya y Cochasqui, luego del escarificado y lavado adicional.

En el Cuadro 4, se presentan los resultados del escarificado de una línea de bajo contenido de saponina, bajo el efecto de 3 cargas (4-5-6 kg de grano) y con tiempo y velocidad del cilindro constante (5 minutos y 800 r p m respectivamente). Se encontró que el escarificado fue más eficiente con las cargas más baja, tanto por mayores valores de peso hectolítrico y porcentajes de proteína como por los menores porcentajes de saponina finales. Se observó que tanto con 4 como con 5 kg. de carga el producto final fue prácticamente libre de saponina incluso antes del lavado adicional.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se encontró que hay variedades amargas de alto contenido de saponina, que presentan mayor resistencia al escarificado que otras. La variedad Imbaya resiste más que la variedad Cochasquí.
2. El efecto de tiempo de escarificado fue notorio para las dos variedades evaluadas; se encontró mayor eficiencia con 5 y 7 minutos de escarificado.
3. El efecto de cargas fue significativo, mayor eficiencia se obtuvo con 4 kg para variedades amargas y con 4 y 5 Kg para la variedad dulce.
4. Hubo un efecto negativo de la alta velocidad del cilindro sobre todo en la variedad Cochasqui, pues se observó destrucción del grano y eliminación de hasta 2,96% de proteína.

En base a lo anterior se puede recomendar lo siguiente:

1. Utilizar la carga de 4 Kg, la velocidad de 500 rpm y el tiempo de 5 minutos para escarificar variedades amargas.
2. Utilizar las cargas de 5 Kg, la velocidad de 800 rpm y el tiempo de 5 minutos para las variedades dulces

## VII. BIBLIOGRAFIA

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Ecuador. Reunión Nacional sobre Producción, Uso y Comercialización del cultivo de Quinoa. Memoria. INIAP-CIID. Quito, Ecuador 1987.

REICHERT, R. D., TATARYNOVICH, J. T. y TYLER, R. T. Abrasive dehulling of quinoa (*Chenopodium quinoa*): Effect on saponin content as determined by an adapted hemolytic assay.

TORRES, H. y MINUYA, I. Escarificadora de quinoa, diseño y construcción. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Lima, Perú. 1980. 27 p.



## LOS CONGRESOS SOBRE CULTIVOS ANDINOS A TRAVES DEL TIEMPO Y SU EVOLUCION

**Ing. Julio Rea, Vicepresidente Honorario del  
VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos**

Estamos a 14 años del 1er Congreso de Ayacucho, Perú y algunos de sus organizadores nos encontramos en este evento. En ese momento, dentro de la Visión Andina del Desarrollo y por ser sensibles a la problemática socio/cultural y económica en que están inmersos los actores originales, que viven de estos y para estos cultivos, peyorativamente llamados "secundarios", perfilamos algunas concreciones en la esperanza de que estas reuniones sean evolutivas en calidad, dando pautas para políticas nacionales y regionales. Esto no ha ocurrido y es todo lo contrario para mí.

Las innovaciones en cada evento expresan el nivel de sus organizadores y son más de forma. Se incluyen otros productos, otras disciplinas incluyendo las de ganadería y forrajes; además se tornan multitudinarias en que las participaciones son fugaces en la exposición sin mayor tiempo para los análisis, que involucren avances tecnicistas. No se da un entendimiento internacional - a pesar de los auspiciadores - para los seguimientos pedagógicos, menos para llegar de una vez, al fondo socio - cultural, económico y político que tendría que ser el gran marco para la tecnocracia. A este ritmo intuyo una decadencia creciente de los eventos, que pueden correr la misma suerte, que los Congresos Latinoamericanos de Fitotecnia de la ALAF.

Para que se me interprete, deseo señalar dos ejemplos de este encuentro de La Paz. Uno se dió en torno a los Sistemas de Producción campesina en el Altiplano del Perú, en los que el campesino "interactúa" marginado; aquí se da una concepción y prácticas eminentemente tecnicistas, de ejercicios y simulaciones matemáticas digitadas, sin ninguna consulta ni participación de los agricultores; son ejercicios operando por años donde no puede aparecer un crecimiento económico campesino, pero sí para el existencialismo institucional insensible pero satisfecho. Nosotros proponemos que el sistema debe responder a las estrategias naturales de sobrevivencia de los pequeños agricultores cercados por las leyes del neocolonialismo, que los pone en la miseria y lo que significa armar y ejecutar un proyecto con los que hacen el rol protagónico productivo. En este contexto, no se nos entendió desde posiciones puramente occidentalistas, antiandinas y hasta racistas y eso fue a cualquier nivel académico. Por lógica concluimos que si en quinientos años no nos entendemos, menos lo haremos en una de estas sesiones así de fugaces.

El segundo ejemplo dice relación con el probable establecimiento de una unidad de cultivos andinos en Bolivia para la Zona Andina. El esquema organizativo propuesto por el consultor occidental es copia de lo clásico sea del CIP, CIMMYT, CIAT, y nosotros le observamos que ese camino no es conducente para lo creativo, porque se soslaya la Visión Andina para que funcionen con originalidad esta clase de unidades atípicas, tal como puntualizamos en el ejemplo anterior. Para justificar nuestro criterio damos el resultado de investigaciones y estudios sobre el cultivo de la papa durante un cuatrenio conducidos en 72 comunidades de 4 ecologías de Bolivia y realizado con los mismos comunarios, hombres y mujeres y concluimos así sobre la vigencia de las papas nativas en Bolivia. Aquí se da un análisis en profundidad sobre la inviabilidad de los paquetes tecnológicos generados en el CIP, osea que no funcionan a nivel de miles de chacras campesinas y de sus economías. A este nivel se impone la lógica y racionalidad de las estrategias del agricultor que asegura sus cosechas. Con estos y otros resultados damos nuestras propuestas para reexaminar esta clase de proyectos.

Al paso deseo sugerir que para el próximo Congreso se seleccionen nacionalmente los trabajos a fin de dar tiempo para exámenes más fructíferos de los temas y nominando moderadores con anticipación.

Tenemos más elementos de análisis, algunos exhaustivos en lo específico, pero el tiempo no da para comunicaciones más extensas. Estamos concientes que algunas tecnocracias están exhaustas para lo original andino, pero nuestra esperanza está en las inteligencias jóvenes que puedan emerger y que sean capaces de alguna cosecha útil luego de una reflexión al modo andino.



**LISTA DE AUTORES**

<b>NOMBRE</b>	<b>DIRECCION</b>	<b>Pag.</b>
Achata A.	INIAA - PISA. Puno - Perú	345
Aedo M.	Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga Apartado # 243 - Perú	135
Aguilar P.	PIWA - PELT - INADE/IC. Jr. Villa del Lago # 109 Puno - Perú	203, 331
Aguirre G.	PROINPA Casilla # 4285. Cochabamba - Bolivia	207
Aguirre A.	INIAA - Perú	407
Aiza E.	Universidad Tomas Frias. Potosí - Bolivia	97
Alvarado J.	Universidad Tecnica de Ambato. Casilla # 334. Ambato - Ecuador	185
Amesquita M.	Facultad de Ciencias Agrarias. Puno - Perú	193
Amusquivar F.	Facultad Nacional de Ingeniería. Oruro - Bolivia	85
Andrade P.	QUINUASA S.A. - Ecuador	125
Andrade A.	Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi # 47. Jujuy - Argentina	139, 149
Andrade B. de	Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi # 47. Jujuy - Argentina	139, 149
Angulo O.	PAC II - CEE. Casilla # 4063. Patacamaya - Bolivia	395
Antezana A.	UMSS. Casilla # 992. Cbba - Bolivia	353, 377
Ballón E.	U.S.D.A Brighman Young University - EEUU. Española, Nuevo Mexico # 87532.	19, 37
Barrantes del Aguila F.	Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga Apartado # 243 - Perú	135, 163
Becerra E.	COPACA GTZ. Casilla # 807. Cuzco - Perú	79
Bonifacio A.	Estación Experimental Patacamaya. Casilla # 5783. IBTA - Bolivia	3, 11, 15, 69, 97, 101
Bouysse T.	CNRS - CREDAL, 12 rue d'Hennemont, 78100 St. Germain - Francia	383
Callañaupa J.	COPACA GTZ. Casilla # 807. Cuzco - Peru	79
Canahua A.	PIWA - PELT - COTESU Casilla # 804. Puno - Perú	47, 53 297, 331
Cari A.	PIWA. Casilla # 804 Puno - Perú	341
Castellón S.	UMSS. Casilla # 992. Cbba - Bolivia	353, 377
Castillo R.	INIAP. Casilla # 340 Quito - Ecuador	105, 259, 403
Catacora P.	INIAA - PIWA. Casilla # 172 Puno - Perú	53
Ccama F.	INIAA - PISA. Casilla # 388 Puno - Perú	345
Claure T.	U.S.D.A Brighman Young University - EEUU	37
Concha L.	COPACA GTZ. Casilla # 807. Cuzco - Peru	183
Condori D.	ORSTOM C.P. 9214 La Paz - Bolivia	311, 319
Contreras A.	PAC. Calle Vicuñas y Catacora # 1423. Oruro - Bolivia	85
Cutipa Z.	PIWA - PELT - INADE/IC. Casilla # 804. Puno - Perú	337
Chevalier Ph.	ORSTOM - IBTA. C.P. 9214. La Paz - Bolivia	367
Chipana N.	Estación Experimental Patacamaya. Casilla # 5783 IBTA - Bolivia	101
Choquecallata J	IBTA-SENAMHI C.P. 9214 La Paz - Bolivia	63
Choqueticlla F.	UMSS. Casilla # 2352. Cochabamba - Bolivia	367
Defaz M.	INIAP. Casilla # 340. Quito - Ecuador	75

Diaz C.	PIWA - PELT - INADE/IC. Puno - Perú	331
Dizes J.	ORSTOM C.P. 9214. La Paz - Bolivia	69
Eguiguren R.	INIAP. Casilla # 340 Quito - Ecuador	75
Eldin M.	ORSTOM C.P. 9214 La Paz - Bolivia	287
Estrella J.	INIAP. Casilla # 340 Quito - Ecuador	105
Fairbanks D.	Brigham Young University. Provo. Utah # 84602 - EEUU	19
Fellmann T.	ORSTOM C.P. 9214 La Paz - Bolivia	63, 197
Franco S.	Jr. Julio Guerrero # 123. Cajamarca - Perú	277
Gandarillas H	IBTA CIID - Canadá. La Paz - Bolivia	3
Garay O.	Apartado # 411, Huancayo - Perú	281
Garcia M.	ORSTOM C.P. 9214 La Paz - Bolivia	57
Godomar R.	COPACA GTZ. Cuzco - Perú	373
Gomez L.	Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú	43, 131, 153
Gonzalez T.	Ministerio de Agricultura. Lima - Perú.	219
Guerrero G.	INIAP. Casilla # 340 Quito - Ecuador	113
Gutierrez G.	Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú	131
Haaber J.	The Royal University of Copenhagen, 1871. Frederiksberg - Denmark	109
Haupaya M.	COPACA GTZ - Perú	153
Herve D.	ORSTOM C.P. 9214 La Paz - Bolivia	311, 319, 395
Hidalgo J.	SENAMHI C.P. 10993. La Paz - Bolivia	57
Hitzel M.	COPACA GTZ. Casilla # 807. Cuzco - Peru	79
Huarcaya C.	Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú	363
Huaman M.	Estación Experimental Agropecuaria Canaan. INIAA - Perú	179
Imaña E.	SENAMHI C.P. 10993 La Paz - Bolivia	63, 287
Jacobsen S.	The Royal Veterinary and Agricultural University - Denmark	91
Jayansinghe U.	CIP. Lima - Perú	243
Jeri A.	Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga Apartado # 243 - Perú	159
Jhonson D.	U.S.D.A Brighman Young University - EEUU	33, 37
Jokela P.	University of Turku. SF - 20500. Turku - Finland	235, 239
Kietz R.	Iniciativa Pro Amaranto. Casilla 6546. La Paz - Bolivia	169
Lara N.	INIAP. Casilla # 340. Quito - Ecuador	357
Le Tacon Ph.	ORSTOM C.P. 9214 La Paz - Bolivia	287
Lescano L.	PISA. Puno - Perú	173
López D.		19
Lovon M.	COPACA GTZ. Casilla # 807. Cuzco - Perú	373
Llajaruna A.	Cajamarca - Perú	277
Maldonado R.	SENAMHI C.P. 10993 La Paz - Bolivia	197
Mendez A.	SENAMHI C.P. 10993 La Paz - Bolivia	197
Molina P.	IBTEN. Casilla # 4821. La Paz - Bolivia	325
Montoya G.	INIAP. Casilla # 340 Quito - Ecuador	119
Morales D.	Estación Experimental Patacamaya. Casilla # 5783. IBTA - Bolivia	101
Morlon P.	INRA-SAD. 26 Bd Dr Petitjean. 21100 Dijon - Francia	293, 383
Mourguiart P.	ORSTOM 213 Rue Lafayette 75013 Paris - Francia	383
Muñoz L.	INIAP. Casilla # 340 Quito - Ecuador	105, 259
Navarrete A.	Universidad Nacional Agraria La Molina.	

	Casilla # 456. Lima - Perú	219
Nelson S.	U.S.D.A. Brigham Young University - EEUU	37
Nieto C.	INIAP. Casilla # 340 Quito - Ecuador	113, 119, 125, 225, 247, 357, 417
Nuñez E.	Estación Experimental Agropecuaria Canaan. INIAA - Perú	143, 179
Okada K.	IBPGR. Casilla # 6713 Cali - Colombia	413
Orsag V.	IBTEN. Casilla # 4821. La Paz - Bolivia	303
Ortiz R.	Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú	349
Paredes S.	Casilla # 388. Puno - Perú	215
Paredes M.	Facultad de Ciencias Agrarias. Puno - Perú	193
Pari G.	INIAA - PISA. Casilla # 388. Puno - Perú	345
Peña R.		19
Peralta E.	INIAP. Casilla # 340. Quito - Ecuador	247
PICASA	Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa - Perú	27
Pietila L.	University of Turku. SF 0- 20500. Turku - Finland	235, 239
Pozo E.	Estación Experimental Patacamaya. Casilla # 5783 IBTA - Bolivia	395
Rea J.	Casilla # 13357. La Paz, Bolivia	423
Robison L.	U.S.D.A Brigham Young University - EEUU	19, 37
Saravia R.	Estación Experimental Patacamaya. Casilla # 5783. IBTA - Bolivia	23
Sarmiento J.	Universidad Nacional Agraria La Molina. Casilla # 456. Lima - Perú	381
Serruto C.	Facultad de Ciencias Agrarias. Puno - Perú	193
Tapia C.	INIAP. Casilla # 340 Quito - Ecuador	105, 259
Tapia M.	INIAA CIID. Lima - Perú	389
Toledo J.	Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Casilla # 5969. Lima - Perú	243
Tupa J.	Sub Estación Experimental Mañica. Casilla # 5783. IBTA - Bolivia	97
Ubillus C.	Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú	43
Uceda J.	Cajamarca - Perú	277
Vacher J.	ORSTOM C.P. 9214 La Paz - Bolivia	57, 63, 197, 287, 293
Valdivia R.	INIAA. Jr. 28 de Julio # 161. Casilla # 172. Puno - Perú	173
Valverde M.	COPACA GTZ. Casilla # 807. Cuzco - Perú	373
Vallenas R.	Puno - Perú	255
Veizaga E.	AGRUCO. Carretera antigua Santa Cruz Km 5. UMSS. Cochabamba - Bolivia	271
Vilca J.	Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. Apartado # 243 - Perú	159
Villafuerte M.	COPACA GTZ. Casilla # 807. Cuzco - Perú	373
Vimos C.	INIAP. Casilla # 340. Quito - Ecuador	225
Ward S.	Colorado State University - EEUU	33
Wirrmann D.	ORSTOM 213 Rue Lafayette 75013 París - Francia	383
Yanque A.	COPACA GTZ. Casilla # 807. Cuzco - Perú	183
Zuñiga E.	INIAA. Puno - Perú	173