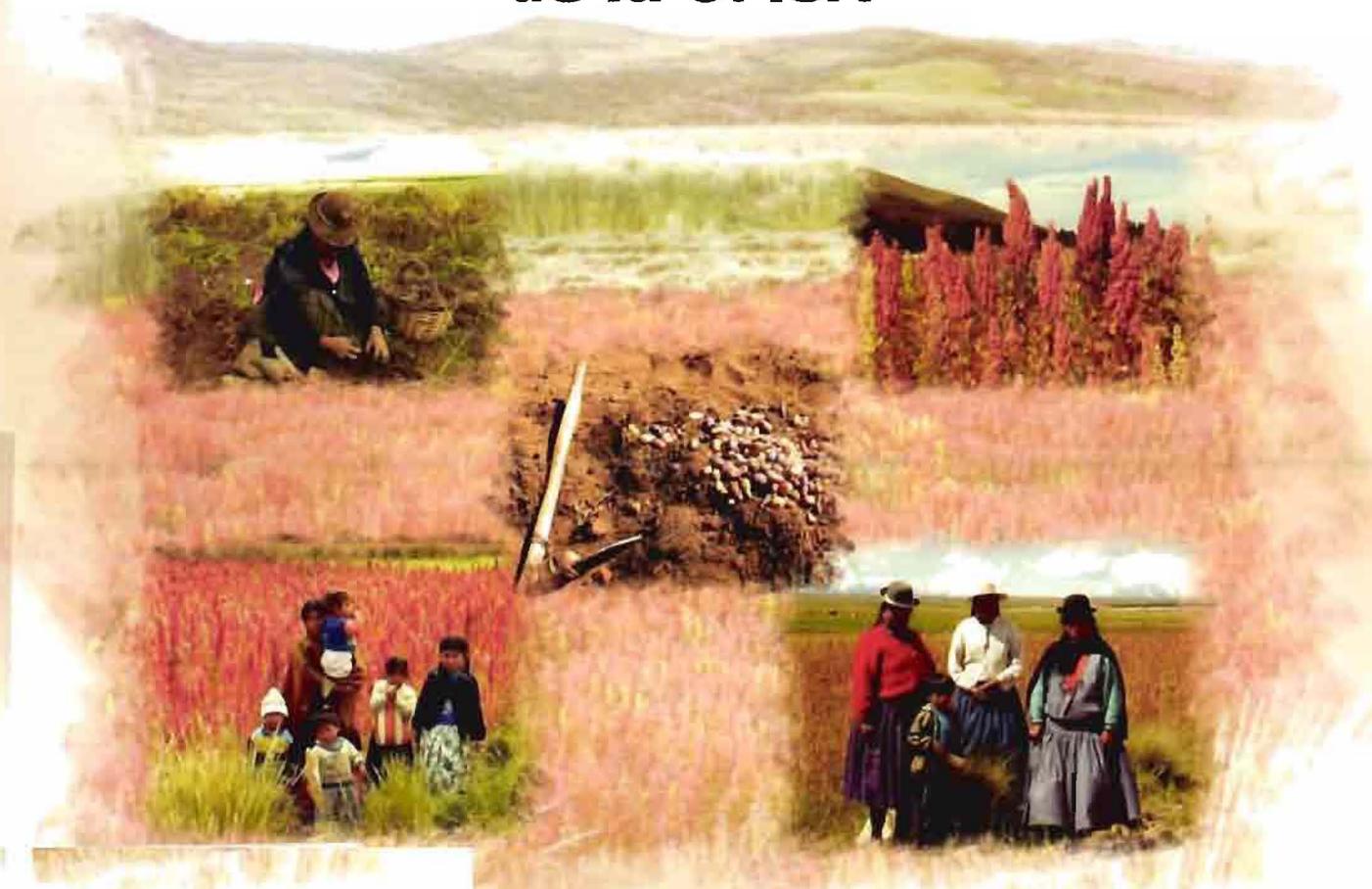




**Compendio de Resúmenes de  
Tesis de Grado e Investigaciones  
realizadas en  
Quinua, Cañahua, Amaranto y Papa  
en la Facultad de Agronomía  
de la UMSA**



**Bolivia - 2006**

**Compendio de Resúmenes de Tesis de Grado e  
Investigaciones realizadas en  
Quinua, Cañahua, Amaranto y Papa  
en la Facultad de Agronomía de la UMSA  
entre 1991 y 2006**

**EDITORES**

**Carmen DEL CASTILLO**

**Magaly GARCIA**

**Jean Joinville VACHER**

**Thierry WINKEL**

**INSTITUCIONES**

**Facultad de Agronomía - UMSA**

**Institut de Recherche Pour le Développement - IRD**

**Proyecto QUINAGUA - VLIR, KU Leuven**

**La Paz, Bolivia**

**2006**

# INDICE

Presentación	11
AGRADECIMIENTOS	12
<b>QUINUA</b>	13
<b>QUINUA Y AGRONOMÍA</b>	14
Estudio de características de calidad en la producción de semilla básica de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)	14
Efecto del subsolado en las propiedades físicas del suelo y el sistema radicular de los cultivos (Cebada y Quinua), en el Altiplano Central	16
Efecto de métodos y umbrales de riego en el desarrollo de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el Altiplano central	17
Comportamiento del nitrógeno proveniente de fertilizantes minerales en el cultivo de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) bajo condiciones de riego y seco	18
Estudio de la incidencia y severidad del mildiu (Peronospora farinosa Fr.) en nueve variedades de quinua en la estación experimental Belén	19
Introducción de variedades de quinua dulce (Chenopodium quinoa Willd.) en la localidad de Escoma-La Paz	20
Ciclo biológico, fluctuación poblacional e identificación de la Kcona Kcona, plaga del cultivo de la quinua	21
Semilla básica por selección masal estratificada en ocho variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)	22
Evaluación de la eficiencia de funguicidas en el control de mildiu (Peronospora farinosa Fr.) de la quinua en el Altiplano central y norte	24
Eficiencia y dosis de los extractos de piretro en el control de plagas en el cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el Altiplano sur	25
Comportamiento agronómico de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en asociación con cebada para ensilaje, en el Altiplano central	27
Evaluación preliminar in situ y ex situ de 131 accesiones del banco de germoplasma de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)	29
Estudio del efecto de dos bioinsecticidas sobre las principales plagas insectiles de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en la Provincia Nor Lipez de Potosí	31
Comportamiento agronómico de 8 líneas precoces de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) bajo tres épocas de siembra en el Altiplano central	32
Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la quinua en dos épocas y dos espaciamientos de siembra en el Altiplano Central	33
Control biológico en forma natural de la polilla de la quinua (Eurysacca melanocampta Meyrick) por parasitoides y perspectivas de cría para su manipulación en el Altiplano central	34

Evaluación comparativa del comportamiento agronómico entre cultivos asociados en el Altiplano norte	35
Evaluación del comportamiento agronómico de líneas y variedades de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en la localidad de Batallas Cantón Pariri	37
Comportamiento de dos variedades de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) con abonamiento de humus de Lombriz Roja Californiana ( <i>Eisenia foetida</i> ) y su efecto sobre las propiedades físicas del suelo en el Altiplano central	38
Comportamiento de dos variedades de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) bajo riego diferenciado por fases fenológicas en el Altiplano central	40
Interacción genotipo-ambiente de 18 variedades de quinua seleccionadas en ambientes del Altiplano boliviano	41
Evaluación de la resistencia de ocho accesiones de quinua a <i>Copitarsia turbata</i>	42
Dosis de Baculovirus <i>Phthorimaea</i> para el control biológico de <i>Eurysacca melanocampta</i> Meyrick en el cultivo de la quinua	43
Evaluación agroeconómica del cultivo de la quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) con niveles de fertilización de urea y riego por aspersión en el Altiplano norte	44
Análisis de la variabilidad genética del germoplasma de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) circundante al Lago Titicaca	45
Eficiencia del Success como alternativa en el control de la polilla de la quinua ( <i>Eurysacca melanocampta</i> Meyrick)	46
Evaluación de campo de la tolerancia al Mildiu ( <i>Peronospora farinosa</i> Fr.) en material seleccionado de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	47
Evaluación de la quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) a diferentes espaciamientos entre surcos y entre plantas en la comunidad de Mamani	48
Variabilidad genética de quinua silvestre que se conserva en Bolivia	49
Análisis de causa y efecto entre rendimiento y sus componentes en once variedades de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	50
Virulencia del virus de la Poliedrosis nuclear (VPN) en el complejo "Ticonas" ( <i>Copitarsia</i> sp., <i>Heliothis</i> sp. y <i>Spodoptera</i> sp.) en el cultivo de la quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	51
Distribución geográfica de la variabilidad genética del germoplasma de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) que se conserva en el banco nacional de grano Altoandinos	52
Variabilidad genética del grano de 190 accesiones de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) del banco nacional de granos Altoandinos	53
Validación de dos estrategias de control de plagas dirigido a la producción de quinua orgánica	54
<b>QUINUA Y FISIOLÓGÍA</b>	55
Análisis del comportamiento hídrico de dos variedades de quinua frente a la sequía	55
Cultivo en Suka Kollu de quinuas tolerantes a heladas en dos épocas de siembra	56

Evapotranspiración máxima (ETM) del cultivo de la quinua por lisimetría y su relación con la evapotranspiración potencial en el Altiplano boliviano	58
Efecto del déficit hídrico a marchitez intensa sobre el ritmo de crecimiento de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.)	59
Evaluación de la tolerancia a heladas de veinte genotipos de quinua en el Altiplano central	61
Estudio agrofisiológico de dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) bajo estrés térmico en la Estación Experimental de Choquenaira	62
Evaluación del ritmo de crecimiento y desarrollo de dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en la Estación Experimental de Choquenaira (Bolivia)	63
Curvas de crecimiento de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y avena (Avena sativa) en condiciones diferenciadas de alimentación hídrica y nutrición nitrogenada en la Estación Experimental de Choquenaira	64
El papel del tamaño de semilla de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el crecimiento y desarrollo de las plantas frente a diferentes profundidades de siembra	65
El desfase fenológico y la heterogeneidad de crecimiento: dos mecanismos posibles de tolerancia a las bajas temperaturas en el cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)	66
Estudio morfológico y fisiológico de los cultivos: quinua, cañahua, tarwi, oca, olluco, isaño y maca, para entender los mecanismos de adaptación a factores abióticos adversos	67
Dinámica de crecimiento del cultivo de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) con relación a su expansión foliar	68
<b>QUINUA Y ASPECTOS SOCIALES</b>	69
La agricultura ecológica de la quinua como alternativa a los impactos de desertización en el Altiplano sur	69
Dinámica socioeconómica y agrotécnica de las unidades familiares en los subsistemas de cultivo quinua y cañahua caso: Sub Central Tupajkatari	71
<b>CAÑAHUA</b>	73
Efecto de la densidad de siembra en cuatro variedades de cañahua (Chenopodium pallidicaule, Aellen)	74
Caracterización preliminar y evaluación agronómica de 480 accesiones de germoplasma de cañahua (Chenopodium pallidicaule, Aellen), en Patacamaya	75
Estudio del comportamiento agronómico de cuatro variedades de cañahua (Chenopodium pallidicaule Aellen), en diferentes densidades de población	76
Efecto de la densidad de siembra y la etapa de corte en el potencial forrajero de la cañahua (Chenopodium pallidicaule Aellen)	77
Efectos de niveles de fertilización orgánica en dos cultivares de cañahua (Chenopodium pallidicaule Aellen) en el Altiplano Central	78
Evaluación del comportamiento agronómico de tres cultivares de cañahua (Chenopodium pallidicaule Aellen) en dos épocas y formas de siembra en la comunidad de San José – Taraco	79

Estudio del valor nutricional del forraje de cañahua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) en tres épocas de corte en la alimentación de ovinos	80
Determinación de la época óptima de cosecha en tres cultivares de saihua de cañahua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	81
Evaluación del consumo humano y usos de la cañahua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) en tres comunidades de la segunda sección municipal de Caquiaviri	82
Distanciamiento entre surcos y plantas en dos ecotipos de Kañawa ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) en el Altiplano Norte	83
Efecto de la fertilización con abonos líquidos orgánicos fermentados en cañahua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	84
Evaluación de cuatro niveles de harina de cañahua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) en la alimentación de cuyes mejorados ( <i>Cavia porcellus</i> L.)	85
Evaluación agronómica preliminar de 20 accesiones de cañahua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) en el Altiplano Norte	86
Caracterización participativa sobre usos, restricciones, oportunidades en Cañahua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) con enfoque de género a nivel productores en cuatro comunidades del Altiplano Norte y consumidores, transformadores, en el Alto y La Paz	88
<b>AMARANTO</b>	89
Comportamiento agronómico de ocho cultivares de amaranto ( <i>Amaranthus</i> spp.) en la provincia Nor Yungas - Carmen Pampa	90
Comparación de tres cultivares de amaranto ( <i>Amaranthus</i> spp.) y maíz ( <i>Zea mays</i> ) en cuatro sistemas de cultivo en la provincia Nor Yungas	91
Introducción de seis variedades de millmi ( <i>Amaranthus</i> spp.), en tres localidades de la región de Yungas del departamento de La Paz, Bolivia	92
<b>PAPA</b>	93
<b>PAPA Y AGRONOMÍA</b>	94
Comparación de dos sistemas de tracción Agrícola Utilizados en el Altiplano Central (Provincia Pacajes) para la producción de papa	94
Efecto de los tirantes de agua en los sistemas de camellones y sobre el rendimiento del cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) en el Altiplano Central	95
Caracterización y determinación de asociaciones fenotípicas para 45 variedades de <i>Solanum</i> spp en condiciones del Altiplano Norte de La Paz	97
Diversidad de especies, daños ocasionados y algunos aspectos de la dinámica poblacional de áfidos en papa en Huaraco-Provincia aroma - La Paz	99
Incidencia y efecto del thrips en dos variedades de papa, en presencia de parasitoides y/o depredadores en provincia Aroma-La Paz	100

Evaluación de 40 cultivares de papas nativas para resistencia genética al nematodo rosario de la raíz <i>Nacobbus avernas</i> _____	101
Estudio poblacional y daño que ocasiona el gorgojo de los andes ( <i>Premnotrypes latithorax</i> ) en el cultivo de la papa_____	102
Fluctuación poblacional y control biológico de la pulguilla de la papa ( <i>Epitrix</i> spp)_____	103
Diagnostico de suelos para la detección de <i>Nacobbus aberrans</i> y <i>Globodera</i> spp. en la zona de Araca, Prov. Loayza del Depto. de La Paz_____	104
Caracterización preliminar del germoplasma de papa amarga ( <i>Solanum juzepczukii</i> y <i>Solanum curtilobum</i> ) de la Estación Experimental de Patacamaya_____	105
Identificación, multiplicación y elaboración del virus granulosis para el control biológico de la polilla de la papa en condiciones de almacenamiento_____	106
Densidad poblacional y métodos de control del gusano blanco de la papa ( <i>Premnotrypes</i> sp.)_____	107
Estudio sobre los factores bióticos y abióticos que influyen en los parasitoides endémicos de polillas de la papa y áfidos en el Altiplano Central_____	108
Efecto de la fertilización química y abonamiento orgánico en el comportamiento del "Laq'atu" ( <i>Anomala inconstans</i> ) en papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) en la Provincia Tomina-Chuquisaca_____	110
Épocas de incorporación y dosis de estiércol sobre la productividad de la papa ( <i>S. tuberosum</i> ssp. andigena) en zonas de altura de Cochabamba_____	113
Técnicas de propagación vegetativa para la producción de tubérculo-semilla de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) en camas protegidas_____	115
Manejo integrado del gorgojo de los Andes de la papa ( <i>Premnotrypes</i> spp.), en la zona de Araca-Provincia Loayza_____	117
Producción de tubérculos de semilla de papa por esquejes de brote en camas rústicas protegidas, en el Altiplano Norte_____	118
Efecto de la distancia de siembra y niveles de fertilización mineral de pequeños tubérculos semilla en el crecimiento y productividad del cultivo de papa_____	120
Dinámica poblacional del gorgojo de los Andes ( <i>Rhigopsidius tucumanus</i> ) en cinco variedades de papa y control biológico en laboratorio en Huaraco_____	121
Transferencia de tecnología del control biológico de la polilla de la papa ( <i>Phthorimaea operculella</i> ), utilizando ( <i>Baculovirus phthorimaea</i> ) en la comunidad de Huaraco_____	122
Niveles de fertilización mineral y densidades de transplante en plántulas obtenidas de cultivo in vitro para producción de semilla pre-básica de papa en invernadero _____	123
Evaluación de la eficiencia de dos tipos de insecticidas utilizando dos épocas de aplicación dentro del control integrado del gorgojo de los Andes ( <i>Premnotrypes latithorax</i> ) en papa <i>Solanum juzepczukii</i> en el Altiplano Norte_____	124
Evaluación de cultivares potenciales de papa resistentes al tizón tardío causado por <i>Phytophthora infestans</i> (Mont) De Bary en Coroico, La Paz_____	125
Análisis descriptivo de características agromorfológicas en 271 accesiones de papas nativas en la estación experimental belén_____	126

Producción de semilla de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ssp. <i>andigena</i> ), Var. Sani Negra por medio de selección positiva, testeo serológico y utilización de brotes en Araca, Prov. Loayza_____	127
Limpieza viral y conservación del germoplasma in vitro de papas amargas y dulces del Altiplano Norte y Central del departamento de La Paz_____	128
Riego en tiempo real para la producción de semilla pre-básica en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> ssp. <i>andigena</i> )_____	130
Introducción de cuatro variedades de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) bajo dos densidades de siembra en la localidad de Phusa-Ichoca provincia Inquisivi _____	131
Caracterización y evaluación agro-morfológica de 50 cultivares de papa ( <i>Solanum</i> ssp.) en la localidad de Viacha Dpto. La Paz_____	132
Evaluación de manejo del gorgojo de los Andes ( <i>Premnotrypes</i> spp.) por agricultores de cuatro comunidades del Altiplano Norte de La Paz_____	133
Desinfección de semilla, identificación e incidencia de pudrición vascular en papa amarga ( <i>Solanum juzepczukii</i> ), bajo el sistema de Suka Kollu_____	134
Introducción in vitro y conservación de cinco accesiones de papa phureja ( <i>Solanum phureja</i> Juz.et Buk.) del Altiplano Norte de La Paz_____	135
Fluctuación poblacional de áfidos en la producción tubérculo-semilla de papa en la Estación Experimental de Belén Altiplano Norte La Paz_____	136
Adaptabilidad de cinco variedades de papas amargas ( <i>Solanum juzepczukii</i> Buck.) en diferentes medios de introducción y conservación in Vitro_____	137
Efecto de las trampas de caída con insecto vivo, como atrayente para el control del gorgojo de los Andes en papa_____	138
Evaluación agroeconómica de especies nativas de papa ( <i>S. tuberosum</i> , spp. <i>andigena</i> y <i>Sx juzepczukii</i> ), bajo riego por aspersión y fertilización adicional, en el altiplano norte de La Paz_____	139
Identificación y control de la mancha foliar de la papa, causado por <i>Septoria</i> sp., en comunidades de las provincias Omasuyos y Larecaja del departamento de La Paz_____	140
Selección in vitro de genotipos mutantes de la variedad Waycha paceña de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. ssp. <i>andigenum</i> ) con tolerancia a la salinidad_____	141
Causas de erosión de las papas nativas desde la perspectiva de género en la comunidad de Ahyjadera de la provincia Loayza – La Paz _____	142
Recolección y caracterización morfológica de especies silvestres de papa del Altiplano Norte de La Paz_____	143
Evaluación de variedades de papas phurejas ( <i>Solanum phureja</i> ) para resistencia al tizón tardío causado por <i>Phytophthora infestans</i> (Mont) de Bary_____	144
Fluctuación poblacional de tres tipos de polillas de la papa, en la provincia Aroma (Centro Belén, Challapata y Tarakollu) del departamento de La Paz_____	145
Evaluación de accesiones de papas nativas del Altiplano para resistencia al nematodo <i>Nacobbus aberrans</i> Thoner & Allen_____	146

Control de babosa ( <i>Limex spp</i> ) con diferentes métodos en haba ( <i>Vicia faba</i> ) y papa ( <i>Solanum juzepczukii</i> ) bajo el sistema de Suka Kollus_____	147
Efecto de la aplicación de abonos orgánicos mejorados en el cultivo de la papa amarga ( <i>Solanum juzepczukii</i> ) en el Altiplano Central_____	148
Introducción de dos fuentes de explante in vitro para limpieza viral y dos concentraciones de ácido naftalenacético para cuatro accesiones de <i>Solanum tuberosum ssp andigena</i> del germoplasma de la Estación Experimental Belén_____	149
Influencia del riego por aspersión y la incorporación de estiércol en el efecto de heladas en el cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum L.</i> ) en la localidad de Belén del Altiplano Norte de La Paz_____	150
Utilización de tres diferentes almidones, como agentes de soporte, en medios de propagación in vitro de papas nativas ( <i>Solanum tuberosum subsp. andigena</i> , var. Waych'a paceña y <i>Solanum x juzepczukii</i> , var. Bola luk'i)_____	152
Evaluación de especies silvestres de papa para resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> _____	153
<b>PAPA Y FISIOLÓGÍA</b> _____	154
Evapotranspiración del cultivo de la papa en condiciones de campo y su respuesta a la sequía en el Altiplano Central_____	154
Comportamiento hídrico y fotosíntesis de variedades de papa amarga y dulce en el Altiplano Central_____	156
Efecto de las sales en el agua de riego sobre el desarrollo vegetativo de tres variedades de papa en condiciones semi controladas_____	157
Influencia de las características del suelo y la incorporación de materia orgánica en el Comportamiento térmico de los Suka Kollu_____	158
Evaluación de clones avanzados y variedades de papa amarga por su tolerancia a heladas en el Altiplano Central_____	159
Parámetros agrofisiológicos del desarrollo y crecimiento de los cultivos: papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ); Oca ( <i>Oxalis tuberosa Mol</i> ) e Isaño ( <i>Tropaeolum tuberosum R.</i> ) en Toralapa, Cochabamba_____	161
Vulnerabilidad y opciones de adaptación del cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) al cambio climático para condiciones de Altiplano y Valles utilizando modelos de simulación_____	162
Evaluación microclimática de tres métodos de protección contra heladas en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum L.</i> ) en el Altiplano Norte_____	163
Efecto de cobertor plástico en el cultivo de la papa en una comunidad de Corocoro, de la provincia Pacajes_____	164
Evaluación del uso de tubérculos pequeños como unidades de siembra en la producción de semilla de papa_____	165
Selección de cultivares nativos de papa de diferentes especies ( <i>Solanum x ajanhuiri</i> ; <i>S x juzepczukii</i> y <i>S. tuberosum ssp. andigena</i> ) por su respuesta a bajos niveles de fósforo_____	166
Caracterización preliminar del banco de germoplasma de papas nativas del Altiplano Norte en la Estación Experimental Belén_____	167
Evaluación de componentes para la implementación de un manejo integrado del nematodo quiste de la papa ( <i>Globodera spp.</i> )_____	168

Diseminación de nematodos en tubérculos semilla de papa de los agricultores, en el Altiplano Central del departamento de La Paz_____	169
Evaluación de tres tipos de cobertura para la producción de tubérculos semilla de papa en camas orgánicas protegidas en el Altiplano Central_____	170
Validación de estrategias de control químico del tizón de la papa ( <i>Phytophthora infestans</i> ) para cultivares susceptibles y resistentes en la región de los yungas de La Paz_____	173
Evaluación del comportamiento agronómico y de la absorción a bajos niveles de fósforo en variedades nativas de papa_____	174
Validación del modelo de simulación Lintul (Light interception and Utilization) para estimar el daño de las heladas en el cultivo de la papa ( <i>Solanum spp.</i> )_____	175
Evaluación de tres tipos de cobertores en fase de aclimatación de plántulas de origen in Vitro en la producción de semillas de papa pre-básica ( <i>Solanum tuberosum spp. Andigena y Solanum x juzepczuckii</i> )_____	176
<b>PAPA Y ASPECTOS SOCIALES_____</b>	<b>177</b>
Aspectos agroeconómicos del cultivo de la papa en comunidades productoras de la Segunda Sección de la Provincia Sud Yungas-La Paz_____	177
Factibilidad económica, técnica y social en la producción de papa ( <i>Solanum tuberosum L.</i> ) bajo invernaderos rústicos en la región del norte de Potosí_____	179
Percepción de los agricultores sobre el manejo integrado de la Polilla ( <i>Phthorimaea operculella Zeller</i> ) de la papa en la comunidad de Huaraco_____	181
Caracterización del sistema de comercialización de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) en el Municipiode Guaqui_____	182
Épocas de siembra y variedades de papas nativas ( <i>Solanum tuberosum subsp. andigenum y S. x juzepczukii</i> ) como alternativas de adaptaciones al cambio climático en la Provincia Manco Kapac, La Paz_____	183
<b><i>Investigaciones del Proyecto QUINAGUA</i>_____</b>	<b>185</b>
Limitaciones agroclimáticas del Altiplano boliviano_____	185
La producción de quinoa en el Altiplano boliviano: restricciones climáticas y modelización de la productividad de agua_____	196
Efecto del estrés hídrico en diferentes etapas fenológicas de la quinoa ( <i>Chenopodium quinoa Willd.</i> ) en el altiplano boliviano: hacia una estrategia de riego deficitario en una región seca_____	198
Cartografía agro-climática de conveniencia para la producción vegetal en el Altiplano boliviano: el caso de la quinoa_____	203

## PRESENTACIÓN

El Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD-cooperación francesa) y la Facultad de Agronomía de la UMSA van desarrollando desde hace varios años programas de investigación o de desarrollo en Bolivia. Trabajos que son planteados de manera independiente en función de percepciones, centros de interés y competencias propios a cada institución. Sin embargo, tienen un objetivo común: un mayor conocimiento de las condiciones de producción de vida y desarrollo de Bolivia en busca de alternativas para un desarrollo más armonioso de las regiones intervenidas por los científicos del IRD y de la UMSA. Por otra parte desde hace dos años, la Cooperación Interuniversitaria del Gobierno Flamenco del Reino de Bélgica se ha propuesto apoyar en la investigación de las posibilidades del riego en quinua contando con una de sus líneas de trabajo, la de difundir la información existente en quinua. La idea de este libro nació del interés por tener un documento de referencia que refleje el estado de la investigación científica desarrollada desde la creación de la Facultad de Agronomía en relación a la quinua, la cañahua, el amaranto y las papas, cultivos andinos representativos de nuestro Altiplano y valles andinos. En particular es que este compendio de resúmenes de trabajos de investigación realizados en los cultivos mencionados sirva de soporte para "animar" a continuar con las investigaciones en estos cultivos y que sea una relación de información primaria que nos oriente y guíe a estudiantes e investigadores de universidades e instituciones que trabajan con cultivos andinos. Todos los documentos presentados están disponibles en la Biblioteca de la Facultad de Agronomía – UMSA (base de datos AGROUMSA).

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), especie con alto valor nutritivo, se cultiva en la región andina desde hace miles de años, donde es uno de los cultivos más importantes como alimento de alta calidad y como recurso que da beneficios económico al agricultor andino y seguridad alimentaria. Además, es resistente a sequías, heladas y suelos salinos. Debido a su importancia, su valor alimenticio y su extraordinaria adaptabilidad a las condiciones del Altiplano boliviano, se ha visto la necesidad de hacer conocer el avance en cuestión a las investigaciones que se realizaron y desarrollan en la Facultad de Agronomía de la UMSA.

La valorización de otros cultivos importantes como son la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), el amaranto (*Amaranthus* sp.) y las papas (*Solanum* spp.), , implica darles su lugar y su importancia para la conservación de la gran agrobiodiversidad que existe en nuestra región alto andina y de valles. Por otra parte, el interés científico por estudios comparativos hace que, dentro de estos trabajos enfocados en seudocereales y papas, el lector encontrará también algunas referencias a otros cultivos como son cebada, avena, maíz, ollucu, tarwi, oca, isaño, etc. Asimismo cabe mencionar que la importancia del tema de las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos permite encontrar numerosas referencias sobre insectos y microorganismos patógenos.

Este compendio de resúmenes se apoya sobre el conjunto de investigaciones presentadas en la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, sobre los cultivos andinos como son la quinua, cañahua, amaranto y papa. El objetivo principal de la publicación, es dar a conocer la real dimensión de los estudios realizados en la Facultad de Agronomía desde su creación en 1986.

En resumen hemos tratado de compartir los conocimientos que hasta el momento se posee sobre los cultivos de la quinua, cañahua y amaranto, además de la papa. De un total de 139 tesis revisadas en los cultivos elegidos se cuenta con 48 tesis en quinua, 14 en cañahua, 13 en amaranto y 74 en papa, lo que demuestra que todavía tenemos mucho por conocer sobre estos cultivos tan importantes para la agrobiodiversidad boliviana.

Los editores asumen las correcciones de los resúmenes que fueron necesarias para una mayor homogeneidad. En cada resumen, la referencia alfanumérica que sigue a la lista de los autores permite ubicar el documento en la Biblioteca de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés (La Paz, Bolivia). En el caso de las investigaciones presentadas por el proyecto QUINAGUA estas muestran los esfuerzos de sus investigadores y pueden ser encontradas también en la Biblioteca de la Facultad de Agronomía.

En la presentación de los autores, el primero corresponde al autor principal (tesista) y los que siguen son los tutores y asesores respectivamente. Los errores de redacción son responsabilidad de los autores.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las personas que, de una u otra forma, han colaborado en la elaboración de este libro.

Expresamos nuestro alto reconocimiento y agradecimiento al IRD (Instituto de Investigación para el Desarrollo, Francia) y al Proyecto QUINAGUA (Proyecto de la Cooperación Interuniversitaria del Gobierno Flamenco de Bélgica), cuyo apoyo financiero hizo posible la publicación del presente compendio; en tal virtud la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés cuenta hoy con una base de información sistematizada y ordenada de los resúmenes de las investigaciones realizadas sobre cultivos andinos (quinua, cañahua, amaranto y papas).

Un reconocimiento especial a los investigadores formados en la Facultad de Agronomía por haber proporcionado sus conocimientos a través de los resúmenes de las tesis que les ha servido para optar sus títulos universitarios.

A Claudia ALCON y Juan Pablo RODRÍGUEZ CALLE por su colaboración desinteresada en la elaboración del compendio.

A Jean-Pierre RAFFAILLAC por el apoyo en generar conocimientos sobre el cultivo de la quinua.

Agradecemos profundamente a Thierry WINKEL por la oportuna crítica que ha sido la motivación para realizar este compendio y así como por la revisión general del documento.

Finalmente muchas gracias por el apoyo y confianza en el préstamo de las tesis al personal de la biblioteca de la Facultad de Agronomía, al Lic. Eugenio FLORES CALDERON, a Ana María GALLO y Elvira RAMOS.

***QUINUA***

---

# QUINUA Y AGRONOMÍA

## Estudio de características de calidad en la producción de semilla básica de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Nolberto CHIPANA SURCO, Ing. Agr. Alejandro BONIFACIO, Ing. Agr. M.Sc. David MORALES VELÁSQUEZ

T-12

1992

97 p

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una especie ampliamente cultivada por los agricultores del altiplano, destinándose el producto a la alimentación humana y animal; sin embargo, los excedentes son comercializados para generar ingresos económicos. En las condiciones de cultivo tradicional se ha observado variedades mezcladas, debido al descuido en la producción de semilla y al desconocimiento de algunas características relacionados con la calidad de semilla.

En la agricultura moderna la producción de semilla constituye una actividad especializada, puesto que implica mantener la calidad, pureza varietal y alto porcentaje de germinación, la combinación óptima de tales factores de calidad se expresará en el aumento de los rendimientos por unidad de superficie.

Considerando los aspectos señalados se ha propuesto estudiar las características de calidad inherentes a la producción de semilla básica. El ensayo se estableció en la Estación Experimental de Patacamaya, conduciéndose en dos campañas agrícolas desde octubre de 1989 hasta abril de 1991. El diseño estadístico empleado fue de parcelas divididas con arreglo sistemático en factor A, comprendió de seis variedades de quinua como tratamientos (Kamiri, Sajama amarantiforme, Chucapaca, Huaranga, Real Blanca y Sayaña) y seis épocas de cosecha como subtratamientos, constituyendo un total de 144 subparcelas experimentales distribuidas en 4 repeticiones.

Las labores de cultivo se han llevado de acuerdo a las necesidades del ensayo. La cosecha se efectuó en forma escalonada, atendiendo a los subtratamientos previstos cuyo intervalo fue de 14 días, iniciándose con los primeros muestreos a partir de los 122 días transcurridos; desde la siembra (1<sup>ra</sup> época de cosecha). Para determinar la madurez óptima del grano se consideró los indicadores externos del grano en proceso de maduración como ser:

Porcentaje de humedad del grano y tallo, materia seca del grano y peso hectolítrico. Para cuyo propósito se registró el peso húmedo de las muestras y luego el peso seco después de haber sometido al secado en horno eléctrico a una temperatura constante de 105 °C por un tiempo de 24 horas.

Para conservar la pureza varietal se procedió al aislamiento con barrera viva de cultivo de avena instalado en un espacio de 12 m de ancho entre tratamientos. Para determinar el porcentaje de cruzamiento natural se analizaron las características morfológicas distintivas y la frecuencia de los fenotipos ajenos al tipo en el interior de las progenies. En el material muestreado se determinó el poder germinativo, vigor de plántulas y sanidad de las semillas de quinua, realizándose las pruebas de germinación en cámara germinadora a una temperatura de 18 a 20 °C, por un tiempo de 48 horas, registrándose el crecimiento de plántulas en cm y observándose los síntomas de enfermedades con ayuda de un estereoscopio. Para la pureza física de grano seleccionado, se han fraccionado en semilla pura e impurezas y finalmente se registró el peso de 1000 unidades de grano.

Como resultado del presente trabajo se arribó a las siguientes conclusiones:

La madurez fisiológica de las variedades de quinua se presentó en el siguiente orden: Real Blanca, Sayaña, Sajama Amarantiforme, Kamiri, Chucapaca y Huaranga alcanzando la maduración a los 139, 141, 145, 147, 150 y 160 días respectivamente, puesto que en esas épocas se alcanzó valores máximos de materia seca de grano, peso hectolítrico, porcentaje de germinación y vigor de crecimiento de plántulas. El poder germinativo de seis variedades cosechadas en la fase de madurez fisiológica oscila entre 90-97 %, cuyas diferencias varietales son no significativas estadísticamente; sin embargo, en la madurez pasada, se constató una disminución en la germinación atribuible a la mayor respiración y otros daños provocados por el intemperismo in situ. El poder germinativo de las semillas guarda relación directa con el período de maduración, constatándose porcentajes menores en la fase de madurez lechoso (122 a 136 días), máximos valores a la madurez fisiológica (139 a 160 días) y un leve descenso en la madurez pasada (mayores a 178 días), observándose similar comportamiento para el vigor de las semillas.

El peso hectolítrico de semillas en proceso de maduración, relación con la maduración de los granos, siendo mínimo a los 122 días después de la siembra, valores máximos a 136-164 días y ligeros descensos a los 178-192 días, atribuyéndose este último aspecto a desprendimiento de pericarpio y embrión como consecuencia del intemperismo, de post-maduración. Este parámetro registró diferencias altamente significativas entre las distintas variedades, épocas de cosecha y están relacionados con la acumulación de reservas de nutrientes del embrión.

En el proceso de maduración, el contenido de humedad en granos y tallos según el análisis estadístico fue altamente significativo. En el estado de madurez fisiológica, los granos presentan resistencia a la presión, las hojas presentan amarillamiento general, caída de hojas basales y tomando aspecto de planta senescente, por lo que atendiendo a criterios prácticos se sugiere cosechar cuando la humedad de la semilla se encuentre entre 15 a 20 %, en cambio en la madurez pasada, la humedad tiende a ser constante, dependiendo solo de la humedad del ambiente, puesto que los tallos, perigonio y grano constituyen material higroscópico.

El porcentaje de cruzamiento intervarietal reporta valores entre 0.026% y 0.36% a un distanciamiento de 38 a 66 m y 12 a 40 m respectivamente, siendo efectivo el aislamiento a distancias mayores de 40 m entre variedades y con barrera viva de avena.

Los granos beneficiado con la seleccionadora mecánica tienen menor a 1% de impurezas, considerándose semilla de buena calidad.

## **Efecto del subsolado en las propiedades físicas del suelo y el sistema radicular de dos cultivos (Cebada y Quinua), en el Altiplano Central**

*David Gregorio RAMOS CHAMBI, Ph. D. Dominique HERVE, Ph. D. Vladimir ORSAG*

T-50

1994

130 p

Se han realizado muy pocos estudios en lo que concierne a los suelos del Altiplano Central y sus características, así tenemos a Salm (1983) el cual señala que estos suelos son muy poco desarrollados ya que no se puede distinguir horizontes por la falta de humus. Por otra parte O'Connell (1975) citado por Quino (1991), reporta que el Altiplano Central en sus planicies es el más propenso a compactarse debido a las características físicas que posee (poca profundidad, densidad aparente elevada, materia orgánica escasa etc. Condori (1992) y Fernández (1993) en trabajos realizados por esta zona, reportan la presencia de piedras y grava en un porcentaje muy elevado (60%) a 20-40 cm con escaso porcentaje de arcilla el cual puede ser continuo a mayor profundidad, los cuales otorgan una elevada compactación ( $4.0 \text{ kg/cm}^2$ ) que impediría el desarrollo radicular y el intercambio de humedad.

Tomando como base estos aspectos, se llegó a plantear si el subsolado es una alternativa para romper estas capas duras y así ayudar a una mejor acumulación del agua, como a una mejor distribución del sistema radicular. Así como también, nace como una inquietud al preguntarnos si el subsolado que realiza el comunario con este implemento traído por CIPCA, en estos suelos es factible desde el punto de vista del suelo y la producción de cebada.

Es así que nos interesó el estudio del suelo como componente del sistema suelo-clima-planta, por lo tanto se propuso evaluar el efecto que ocasiona el subsolado en el suelo desde el punto de vista estructural y las modificaciones ocasionadas después del ciclo vegetativo de los cultivos (cebada y quinua), el efecto del subsolado en la distribución radicular, en las características agronómicas de los cultivos y por último en el costo que significaría esta labor para ver si esta técnica es asequible al campesino.

El presente estudio se realizó en un suelo representativo del Altiplano Central (Patacamaya), franco arenoso, en la cual se determinó la dinámica de la humedad en el suelo por efecto del subsolado con ayuda de técnicas nucleares (**sonda de neutrones**), a diferentes profundidades hasta donde llegó el implemento subsolador, comparado con un implemento que más es usado en esta zona **arado de discos**.

Además se hizo un estudio cualitativo del estado estructural del suelo mediante la metodología del **Perfil Cultural**. Antes de la Labranza Primaria. post-roturación y durante el ciclo vegetativo de los cultivos. Todo este ensayo, se acomodó a un diseño estadístico de Sub-parcelas con tres repeticiones.

Los tratamientos comprendieron dos cultivos **Cebada** y **Quinua** y dos subtratamientos arado con subsoladora y arado con discos.

Del análisis de la información recopilada durante la investigación se encontró:

- La labranza profunda no es recomendable para la acumulación de agua en los horizontes inferiores del suelo, donde el subsuelo tiene bajos porcentajes de arcilla y altos contenidos de grava y piedras los cuales le otorgan una baja capacidad de retención de agua. Se consideraría hasta peligroso el uso de este implemento ya que se incrementa las pérdidas por percolación.
- Los estados estructurales presentes en ambos subtratamientos tanto en cebada como en quinua, son fácilmente modificables en el tiempo ya que este llegó a su estado inicial (Antes de la labranza primaria), por la baja estabilidad estructural, escasa presencia de materia orgánica y la textura presente.
- No se presentan diferencias estadísticas significativas sobre las variables morfológicas y agronómicas tanto en cebada como en quinua por efecto de los subtratamientos arado de discos y arado subsolador, aunque se tiene un rendimiento del grano de quinua superior en las parcelas subsoladas.
- El costo de trabajo a nivel propietario es 70% mayor que cuando se alquila la maquinaria el cual es muy barato. Por las condiciones de textura que estos suelos presentan Franco arenoso-Franco arcillo arenoso, proclives a una erosión eólica cuando se trabaja con arado de discos, por su efecto que tiene el subsolado en la percolación, sería muy interesante hacer uso de un arado de cincel que no removería la superficie del suelo, en un plan de labranza mínima. Así como considerar lo que es la tecnología ancestral (uso del arado de palo, chaquit'ajlla).

## **Efecto de métodos y umbrales de riego en el desarrollo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Altiplano central**

Walter Jhonny ALBA VELASCO, Ing. David MORALES V., Ing. Jorge PASCUALI

T-80

1995

89 p

En los predios del Instituto Boliviano de Tecnología y energía Nuclear, ubicada en la localidad de Viacha durante la gestión agrícola 93-94, fue llevado a cabo el trabajo de Influencia del agua en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad Chucapaca a través de métodos y umbrales de riego.

Para tal efecto, en un área de 1348 m<sup>2</sup> se instalaron materiales y equipos que nos permitieron determinar la variación de humedad del suelo y realizar la aplicación de riego suplementario.

La producción de quinua fué evaluado en función de factores influyentes como: Variación de humedad del suelo, perdidas de agua por evapotranspiración y la aplicación de método de riego principalmente.

Los resultados obtenidos muestran que la quinua variedad Chucapaca tuvo un mejor comportamiento al factor de los umbrales críticos de humedad, alcanzando su mayor producción en los tratamientos que tuvieron una reducción de agua de solo el 30% (3216 kg/ha 2916 kg/ha).

Los valores de ETP fueron determinados por métodos indirectos en función de los valores climáticos obtenidos de la estación meteorológica que se encuentra en Viacha, mientras que las perdidas de agua por evapotranspiración obtenidas mediante el método gravimétrico estuvo basada en un balance hídrico.

El balance hídrico realizado mostró que la gestión agrícola 93-94 fue un año sin problemas de déficit hídrico.

## **Comportamiento del nitrógeno proveniente de fertilizantes minerales en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo condiciones de riego y secano**

Rafael Adolfo MURILLO GARCÍA, Ing. M.Sc. David MORALES, Ing. M.Sc. Jorge PASCUALI

T-98

1995

131 p

La quinua es un grano originario de los andes cuya distribución ecológica es bastante amplia, desde Colombia, Argentina, Chile, Bolivia, Ecuador y Perú. La inestabilidad climática así como otros factores afectan la producción llegando a 581 kg/ha a nivel agricultor, sin embargo es uno de los pocos alimentos en la región del Altiplano que puede ser una fuente de proteína para la población.

Con el fin de incrementar la producción se estudio la absorción de nitrógeno proveniente del fertilizante mineral (urea) bajo condiciones de riego y secano, además del efecto en el incremento proteico del grano, finalmente un análisis costo/beneficio de cada uno de los tratamientos. El nitrógeno es un elemento inestable y transformable, cuyo ciclo depende de varios factores como ser: temperatura, humedad, acción de los microorganismos, etc. y cuyas perdidas son difícilmente cuantificables. Varios son los trabajos sobre fertilización nitrogenada en quinua los cuales mencionan una respuesta favorable al incremento de nitrógeno, considerando el nivel 80-00-00 como el de mayores beneficios.

El trabajo se realizó en los terrenos del IBTEN, la textura en la capa arable va de franco arcilloso hasta arcilloso, el horizonte inferior es impermeable favoreciendo la retención de humedad. La variedad con la que se trabajo fue la Chucapaca la de mejores rendimientos en está zona.

Se tomaron muestras de hojas superiores, medias, inferiores, tallos y raíces en cuatro fases fenológicas: Panojamiento, Floración, Grano lechoso, Grano maduro de los cuales se realizó el análisis de nitrógeno total con el fin de conocer la cantidad absorbida por la quinua en cada uno de los tratamientos, llegando a la conclusión que la fase de panojamiento es la más representativa y la de mayor contenido de nitrógeno, especialmente en las parcelas con urea, el riego facilitó la absorción pero no fue determinante.

La fase de floración no sufrió ningún cambio substancial en relación a la fase de panojamiento.

En las fases de grano lechoso y grano maduro se noto una marcada disminución en el contenido de nitrógeno total debido a la translocación de nutrientes de la hoja al fruto.

El nivel 80-00-00 aplicado en el momento de la siembra fue significativo incrementando el rendimiento y la calidad proteica del grano la cual fue favorecida por las precipitaciones y el riego adicional, comprobando que la fertilización en el momento de la siembra da buenos resultados evitando la fertilización fraccionada.

El análisis de hojas superiores nos mostró que el contenido de nitrógeno es mayor en estas hojas hasta la fase de grano lechoso, posteriormente decrecen y son las hojas inferiores las de mayor contenido nitrogenado.

A nivel de costos, los de mayor costo/beneficio fueron los tratamientos a secano debido a que la gestión agrícola 93/94 fue bastante buena. Por los resultados obtenidos en laboratorio e incremento de proteína del grano es recomendable utilizar la urea en el momento de la siembra, sin descuidar el riego posterior o las precipitaciones que favorecerán la absorción durante las primeras fases.

## Estudio de la incidencia y severidad del mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.) en nueve variedades de quinua en la estación experimental Belén

Rocio BUTRON ALIAGA, Ing. Félix MAMANI REYNOSO, Ing. Mario COCA MORANTI

T-118

1996

88 p

En regiones del Altiplano Norte y Central principales zonas productoras de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es frecuente la presencia del mildiu (*Peronospora farinosa*), ocasionando pérdidas considerables en los rendimientos, dependiendo de las condiciones favorables para el desarrollo de la actividad parasítica del hongo.

Es necesario determinar cual es la incidencia y severidad de la enfermedad en variedades más difundidas, conocer la respuesta de las mismas frente al ataque del mildiu y su efecto sobre los rendimientos, por lo cual fue conducido el presente estudio.

El trabajo se realizó en la E.E. Belén dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicada en la Provincia Omasuyus del departamento de La Paz, con el empleo de variedades más difundidas en el Altiplano Central, liberadas por el Programa Quinua del Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, las cuales fueron: Sajama, Huaranga, Chucapaca, Sayaña, Samaranti, Kamiri, Ratuqui, Robura y Amilda

Para los parámetros a evaluar se empleo un diseño de Parcelas divididas con una parcela sometida a un control químico de la enfermedad y la otra como testigo sin la aplicación de fungicidas. Se realizaron observaciones y lectura de datos cada 12 días de plantas previamente identificadas.

En general la incidencia fue diferente en las variedades, presentándose variedades con mayor incidencia como son Sayaña y Kamiri, variedades con valores medios de incidencia como Sajama, Ratuqui, Huaranga, Chucapaca y Amilda; y con menor incidencia Robura y Samaranti. Este parámetro solo determina la presencia de la enfermedad; y no es dañina mientras no manifieste la agresividad expresada por la severidad.

En cuanto a la severidad que es el área afectada por la enfermedad se caracterizan variedades resistentes como son Sayaña y Robura, con menor superficie afectada que no influyó en la actividad fotosintética, ni en el área foliar, permitiendo el desarrollo normal de LP (longitud de panoja) y DP (diámetro de panoja) logrando los mejores rendimientos.

Cuando hablamos de moderadamente resistente nos encontramos con las variedades Samaranti, Kamiri, Ratuqui, Sajama y Huaranga, porque la superficie afectada por el mildiu no influyó en el crecimiento lento pero ascendente de la LP y DP componentes importantes del rendimiento, esto debido a que la actividad fotosintética fue regular y no existió una defoliación, logrando así buenos rendimientos.

Chucapaca y Amilda se comportaron con susceptibilidad frente al ataque del mildiu, porque presentaron la mayor superficie afectada por el hongo, existiendo una defoliación y reducción de la fotosíntesis, que influyó indirectamente en el rendimiento porque afectaron los caracteres de LP y DP, consiguiendo los menores rendimientos.

Con respecto a la incidencia, severidad y su relación con los factores climáticos cabe mencionar que ambas tienen una relación inversamente proporcional es decir que a mayor pp reduce su actividad parasítica el hongo y por consiguiente la incidencia y severidad; si es menor la pp estos parámetros elevan sus valores.

En forma general los rendimientos de la parcela con fungicida fueron superiores en comparación a la parcela que no tuvo control químico, pero cabe hacer notar que la superioridad no fue grande, esto debido principalmente a que el efecto de la enfermedad en los rendimientos no sobrepasó del 20% de reducción, en las nueve variedades. Este pequeño porcentaje de reducción puede deberse a dos factores principales: el primero es que el máximo de severidad se presentó en la etapa de finalización de floración lo cual no afectó el desarrollo de la planta y no redujo los rendimientos, el segundo factor fue que se presentó un descenso de temperatura, que influyó en la actividad parasítica del hongo manifestándose en la severidad

Con respecto al trabajo de laboratorio se observó las estructuras reproductivas del hongo *Peronospora farinosa*.

## **Introducción de variedades de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la localidad de Escoma-La Paz**

Alejandro CARLO QUENALLATA, Ing. René CALATAYUD VALDEZ, Ing. Mario COCA MORANTI,  
Ing. Adhemar SOLIZ SORIAGALVARRO

T-123

1996

89 p

El presente estudio titulado "Introducción de variedades de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la localidad de Escoma - La Paz", se estableció en el Centro de Extensión y capacitación Agropecuaria "CECAP DON BOSCO", durante la campaña agrícola 1994-1995; ubicada en la provincia Camacho del departamento de La Paz, a una altitud de 3.880 msnm y situada a 15°37' de latitud sud y 69°8' de longitud oeste.

La quinua es una especie ampliamente cultivada por los agricultores del altiplano, destinándose el producto a la alimentación humana y animal; sin embargo, los excedentes son comercializados para generar ingresos económicos.

En las condiciones de cultivo tradicional se ha observado el uso de semilla de variedades amargas, que limitan su mayor consumo por la población. Considerando fundamentalmente este aspecto, se ha propuesto introducir en la localidad de Escoma, las variedades dulces mejoradas procedentes de la Estación Experimental de Patacamaya.

El objeto principal fue evaluar agrónomicamente las variedades dulces mejoradas del Altiplano Central en la localidad de Escoma y que sean de buenas perspectivas económicas para el agricultor de la zona.

El diseño estadístico empleado fue de bloques completos al azar, considerando 10 variedades de quinua como tratamientos (Samaranti, Sajama, Chucapaca, Huaranga, Kamiri, Sayaña, Ratuqui, Imilla, Sorata y Wila), conformando un total de 40 unidades experimentales distribuidas en 4 repeticiones.

Las actividades durante el desarrollo vegetativo del cultivo, se realizaron de acuerdo a las necesidades del ensayo. La cosecha se realizó en forma manual y de acuerdo al ciclo vegetativo de cada variedad.

Para determinar las fases fenológicas de la planta se considerarán las siguientes: días a la emergencia, días a la floración y días a la madurez fisiológica. Para el propósito se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cada etapa fenológica correspondiente.

Para establecer el comportamiento agrónomico se procedió, evaluar las variables: altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de 1000 semillas y rendimiento. Para el efecto se tomó las mediciones correspondientes en la etapa de la madurez fisiológica de la planta y además se registró el peso de 1000 semillas y el rendimiento de grano.

La duración de las etapas fenológicas varió considerablemente entre cada variedad, así en la emergencia, se destacaron las variedades Ratuqui y Wila como las más precoces en alcanzar ésta etapa fenológica a 11.10 y 12.10 días. Mientras las más tardías fueron las variedades Huaranga y Sorata en 14 días.

En tanto en la fase de floración, la variedad Ratuqui alcanzó en 80.6 días, como la más precoz, y la más tardía en 95, días que correspondió a Wila. Por otro lado la madurez fisiológica de las variedades, varió entre 145 a 170 días, correspondiendo a las variedades Ratuqui y Wila respectivamente.

En cuanto al comportamiento agrónomico, las diferencias más significativas se registraron en la variable altura de planta donde se destaca la variedad Huaranga, superior a las demás con 120 cm, mientras que la menor altura correspondió a la variedad Sorata con 97 cm promedio.

Para el peso de 1000 semillas se registró el valor máximo 5.15 gr y el menor 3.40 gr correspondiendo a las variedades Sorata y Wila respectivamente.

El rendimiento mas elevado fue de 3030 kg por hectárea y el más bajo de 1810 kg por hectárea correspondiendo a las variedades Huaranga y Sorata respectivamente.

## Ciclo biológico, fluctuación poblacional e identificación de la Kcona kcona, plaga del cultivo de la quinua

Félix Luis AVALOS GUTIERREZ, Ing. M.Sc. Raúl SARAVIA

T-134

1996

96 p

La quinua es un cultivo nativo del altiplano boliviano que se desarrolla bajo condiciones climáticas adversas (heladas y sequía), pero se ve afectada por el ataque de plagas, de las cuales la "Kcona kcona" se constituye en la que mayor daño económico causa al cultivo. La información que se tiene acerca del ciclo biológico de esta polilla es muy general, y además, la confusión morfológica y comportamiento de estas especies no permite que se tenga una idea clara de la identificación de ésta plaga.

Con las consideraciones mencionadas el presente estudio propuso los siguientes objetivos:

- Determinar el ciclo biológico de la "Kcona kcona" bajo condiciones de laboratorio
- Evaluar el efecto de las dietas en el ciclo biológico de la "Kcona kcona"
- Determinar la fluctuación poblacional parcial de la "Kcona kcona"
- Identificar y clasificar taxonómicamente la "Kcona kcona"

Este trabajo se realizó en la Estación Experimental Patacamaya. El estudio de laboratorio se dividió en dos etapas: en la primera etapa se estudió el efecto de la combinación dieta-variedad en la oviposición, período de oviposición, fertilidad de los huevos y longevidad del estado adulto de la "Kcona kcona"; las dietas estuvieron constituidas por miel de abeja, miel de caña y azúcar, y las variedades fueron Sayaña, Ratuqui y la accesión 213. Para su evaluación se empleó un diseño completamente al azar en arreglo factorial, donde el factor "A" fue conformado por las dietas y el factor "B" por las variedades. En la segunda etapa se estudió el efecto de las variedades (Sayaña, Ratuqui y la accesión 213), en la longevidad, tamaño al final del quinto estadio y cantidad de alimento consumido por el estado de larva de la "Kcona kcona"; la evaluación de la segunda etapa se realizó con un diseño completamente al azar con 11 repeticiones.

Para la determinación de la fluctuación poblacional se realizaron muestreos con una frecuencia de 15 días para el estado larval, y para la identificación se emplearon 2 métodos:

Se remitió muestras a instituciones especializadas en esta tarea y se hicieron comparaciones con especímenes ya identificados y clasificados del Instituto de Ecología – La Paz.

Los resultados obtenidos muestran que existe un efecto independiente de las dietas y las variedades. En la primera etapa las dietas son las únicas que causan efecto bajo condiciones controladas. El orden de importancia de las dietas según los resultados es: miel de abeja (Ma), miel de caña (Mc) y azúcar (Az). La oviposición promedio es 197.42 unidades con Ma, 154.48 con Mc. y 125.08 con Az. La fertilidad promedio de los huevos es 94.08% con Ma, 80.2 5% con Mc y 70,08% con Az. El periodo de oviposición no se ve afectado, obteniéndose un promedio general de 21 días. La longevidad de las polillas fue 64.2 días con Ma, 59.3 días con Mc y 588.1 días con Az. En la segunda etapa las variedades empleadas como dieta también producen un efecto en el estado larval. La longevidad larval es 23.06 días con Ratuqui, 26.44 días con Sayaña y 26.46 días con la accesión 213. El tamaño al final del quinto estadio no se ve afectado, obteniéndose un promedio de 10.24 mm para ingresar a la etapa de prepupa. El consumo larval es 1.61 g con Ratuqui, 1.51 g con Sayaña y 1.48 g con la accesión 213.

La fluctuación poblacional de la "Kcona kcona" es bimodal; el primer pico en la gestión agrícola 94/95 fue entre los meses de enero y febrero, y el segundo pico entre los meses de marzo y abril. La identificación realizada por el INIA del Perú da a conocer que el nombre científico de esta polilla es *Eurysacca melanocampta*, y por el método de comparación también se llega a identificar a la "Kcona kcona" como *E. melanocampta*.

## **Semilla básica por selección masal estratificada en ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)**

Marcelino BILBAO LÓPEZ, Ing. M.Sc. Gualberto ESPÍNDOLA, Ing. Yeris PERIC ALARCÓN,  
Ing. Jorge GUZMÁN CALLA

T-136

1997

101 p

En Bolivia las zonas de mayor producción de quinua están ubicadas en los tres altiplanos (Norte, Centro y Sur), sin embargo la mayor demanda se centra en el Altiplano Sur, considerada una zona de alta producción. No obstante, de ello los rendimientos observados son inestables de un año a otro como resultado de la presencia de ciertos factores bióticos, abióticos y genéticos que en definitiva repercuten en los bajos rendimientos.

Ante esta situación, y como un medio de lograr avances genéticos, se requiere discriminar (separar) genotipos superiores de los inferiores, a través de un método adecuado de selección para llegar a contar con poblaciones que presenten características agromorfológicas de alto rendimiento, ya que será la que presente una frecuencia mayor de genes favorables respecto a la población original no mejorada.

Se realizó el presente estudio, en la comunidad de Irpani, Salinas de Garci Mendoza, Departamento de Oruro, con la finalidad de aprovechar las ventajas que ofrece la Selección Masal Estratificada como método de mejoramiento en variedades locales de quinua.

Los materiales genéticos de estudio corresponden a 8 variedades: Achachino, Pandela, Rosa blanca, Real blanca, Toledo, Utusaya, Amarillo y Chillpi, y 2 generaciones por variedad: original o material base ( $C_0$ ) y material de primer ciclo de selección ( $C_1$ ).

La semilla utilizada, en el presente trabajo es el resultado de la Selección Masal Estratificada que realizó el IBTA-Programa Quinua en la gestión 1993/94, año en el que se establecieron parcelas de 625 m<sup>2</sup> subdivididos en 20 sub lotes. En una primera instancia se seleccionó 8 plantas/sublote  $k=7$  a 8%, en forma visual (selección fenotípica). En una segunda etapa se realizó una segunda selección de entre las 8 iniciales en base a su peso individual, previo de ser ajustados en su rendimiento de acuerdo a la metodología de Molina (mencionado por Márquez, 1988), para posteriormente discriminar fenotipos con pesos inferiores al promedio general del lote para finalmente formar el compuesto balanceado ( $C_1$ ).

El diseño estadístico empleado en la evaluación fue de bloques al azar, con 16 tratamientos y 14 repeticiones. La estimación de la ganancia genética se realizó en forma individual para cada una de las variedades en base a correlación y regresión lineal.

Los parámetros evaluados fueron: rendimiento, días a la floración, días a madurez fisiológica, altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, diámetro de tallo, peso de semilla e índice de cosecha. Entre otras, pureza varietal y tolerancia a heladas.

Los resultados del análisis de varianza para los caracteres agronómicos, muestra diferencias significativas en las variables: días a la madurez fisiológica, altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de panoja, peso de 1000 granos y rendimiento en grano. Lo que nos permite asumir que éstas diferencias son debidas a las características de cada variedad, es decir, a sus propiedades genéticas. Sin embargo, no se detectó similar comportamiento en las variables días a la floración, longitud de panoja e índice de cosecha.

En el análisis de varianza para rendimiento, expreso diferencias significativas entre tratamientos. Las variedades Achachino y Toledo obtuvieron los mayores rendimientos promedios 1702.98 y 1702.60 kg/ha siendo estadísticamente diferentes al resto de las variedades. Similar comportamiento mostraron las variedades Chillpi y Utusaya con rendimientos de 1555.42 y 1500.61 kg/ha respectivamente. En cambio la variedad Amarillo y Pandela de ciclo uno registraron rendimientos intermedios de 1390.54 y 1340.06 kg/ha respectivamente. Las variedades Real blanca para ambas generaciones registró los más bajos rendimientos con 1104.13 y 1013.07 kg/ha y la Rosa blanca con 1108.25 kg/ha.

Los resultados referentes a la estimación del avance genético en rendimiento en un ciclo de selección muestran respuesta positiva en las variedades Chillpi, Achachino, Amarillo, Toledo y Pandela con incrementos de 29.3%, 21.60%, 14.7%, 5.6% y 2.3%, respectivamente. Sin embargo en las variedades Rosa blanca, Real blanca y Utusaya la respuesta al método de selección fue negativa registrando descensos de -11.9%, -8.3% y -6.8%, respectivamente. El decrecimiento en estos últimos se atribuye a la baja varianza aditiva o la no existencia de la misma en los genotipos, principal factor de respuesta a la selección como señalan Falconer (1976) y Brauer (1981).

Por efecto de la selección también se incrementó la altura de planta en 5 de las 8 variedades, la Chillpi y Achachino incrementaron en mayor proporción 7.1% para la primera y 10% en la segunda. Para longitud de panoja se llega a incrementar en 7 variedades, la de mayor incremento fue la Real blanca con 6.2%. Para diámetro de panoja se obtiene respuesta positiva en 7 variedades, donde las variedades Toledo y Utusaya incrementaron en mayor proporción en relación a las demás variedades con 16.7% y 19.9% en relación a C<sub>0</sub>. El diámetro de tallo se llega a incrementar en 5 variedades, las variedades Toledo y Utusaya registraron mayor incremento en diámetro con 1.52 y 1.38 mm respectivamente y para peso de 1000 granos se obtuvo respuesta positiva en 4 variedades, la variedad Pandela registró el mayor incremento en 0.35 gramos.

Como efecto de la selección también se llegó a reducir la mezcla varietal en relación a sus poblaciones originales (C<sub>0</sub>), considerando como aspectos de evaluación plantas atípicas a lo seleccionado en los aspectos: color, forma de panoja y hábito de crecimiento. En el primer caso se registró valores entre 0.28% a 5.00% de mezcla. Para forma de panoja se registró valores que van de 0.90% a 20.00% de plantas glomeruladas, y en el último caso los valores observados van de 2.02% a 24.22% de presencia de plantas atípicas (ramificadas). Las variedades de estudio se caracterizan por presentar la panoja de tipo amarantiforme y de hábito de crecimiento simple.

Otro factor de evaluación fue la tolerancia a heladas. En el ciclo del cultivo se presentaron varias heladas, sin embargo, únicamente dos causaron pérdidas de plantas. La primera en la fase cotiledonar a dos hojas basales, donde se reporta una pérdida promedio para todos los tratamientos de 15.26% (temperatura -2.5°C). La segunda en la fase de floración a estado lechoso con un promedio de pérdida de 4.16% a una temperatura de -3.8°C. Las variedades más susceptibles resultaron Real blanca y Rosa blanca, las más tolerantes las variedades Utusaya, Pandela y Achachino.

## **Evaluación de la eficiencia de fungicidas en el control de mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.) de la quinua en el Altiplano central y norte**

Efrain SIÑANI APAZA, Ing. M.Sc. Gualberto ESPÍNDOLA CANEDO, Ing. M.Sc. David MORALES VELASQUEZ

T-156

1997

92 p

El mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.), es una enfermedad que ocasiona daños considerables a las plantaciones de la quinua, afectando la economía del agricultor. Las precipitaciones continuas y la humedad relativa alta son propicias para las manifestaciones del patógeno. El Altiplano Norte y en menor proporción el Altiplano Central son las zonas que reúnen condiciones para la actividad del hongo.

El presente estudio tuvo por finalidad determinar el desarrollo de la enfermedad y lograr el control químico del agente causal en el cultivo de la quinua, el cual se efectuó durante la gestión agrícola 94-95, en los predios de la Estación Experimental Patacamaya y en la Unidad Académica de Tiahuanacu que constituyen zonas eminentemente productoras de quinua y calificadas como regiones epifitológicas para la enfermedad.

El diseño experimental utilizado en ambas localidades fue el de parcelas divididas, con 4 repeticiones donde las parcelas principales fueron con los fungicidas: Ridomil, Fitoraz, Antracol, Cupravit y Folpan y las subparcelas estuvieron constituidas por las dosis d1, d2, d3 y el testigo (d0). Se utilizó como semilla la variedad de quinua "Sayaña", sembrada en surcos a distancias de 0.5 m a chorro continuo, a razón de 8 kg/ha.

Los parámetros evaluados fueron: Días al despunte de panoja y floración, incidencia y severidad del mildiu, rendimiento en kg/ha e indicadores económicos. Para el análisis de varianza individual de las variables se utilizó el modelo propuesto por Calzada (1982).

Para realizar las aplicaciones se tomaron en cuenta las condiciones climáticas de cada zona, especialmente temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa con observaciones diarias de los cinco meses lluviosos: noviembre, diciembre de 1994, enero, febrero y marzo de 1995, todo esto relacionado con el ataque del mildiu y con el desarrollo vegetativo de las plantas.

Los tratamientos fueron evaluados a las 72 horas de la primera y segunda aplicación de los productos, esto sucedió en la fase fenológica de despunte de panoja y pos floración respectivamente. Después de las dos fumigaciones se realizó la última evaluación (grano lechoso), para conocer el ataque final del hongo.

Las evaluaciones se basaron en una escala, dividiendo el porcentaje de incidencia y severidad en tres partes iguales, determinándose de esta manera el grado de infección que presentaba las parcelas. Las lecturas se hicieron en los surcos centrales de cada unidad experimental para determinar el grado de incidencia del patógeno, se escogieron plantas al azar para evaluar el porcentaje de severidad sobre las hojas de cada planta. Llegando a obtenerse el promedio de infección del cultivo y de estos el promedio de tratamiento.

Se observó que, cuanto más elevada es la humedad ambiental, el ataque del mildiu es más severo. La localidad con mayor incidencia y severidad fue Tiahuanacu, mientras que en Patacamaya fue menor por no presentar un ambiente óptimo para el desarrollo de esta enfermedad.

De acuerdo al análisis estadístico los fungicidas mostraron diferentes grados de eficacia en el control de la enfermedad. Ridomil, Fitoraz y Antracol, fueron los más eficaces en combatir al mildiu; asimismo los rendimientos fueron mayores. El Cupravit y Folpan reportaron baja producción de grano y menor eficacia. Los mayores rendimientos se relacionan con las dosis elevadas de cada producto.

La interacción de fungicida-dosis no presentó significancia para las variables de incidencia y severidad en Patacamaya; lo cual sugiere que cada factor actúa independientemente. Sin embargo fue altamente significativo en Tiahuanacu para ambas variables, donde se obtuvo un buen control con la dosis d3 del Ridomil, Fitoraz y Antracol más la dosis d2 del Ridomil. El mayor porcentaje y la ineficacia se registró en las parcelas tratadas con la dosis d1 del Folpan, Cupravit y Antracol y la dosis d2 del Folpan.

Con respecto al rendimiento no fue significativo para la interacción de ambos factores (fungicida-dosis), es decir que el uso de cualquiera de los fungicidas considerados a dosis similares darán resultados iguales en cada localidad.

Finalmente, efectuando el análisis económico se encontró las mayores tasas de retomo marginal con la aplicación de los tratamientos: Riomil en sus tres dosis, Fitoraz y Antracol en dosis d3 frente a los fungicidas Cupravit y Folpan.

## **Eficiencia y dosis de los extractos de piretro en el control de plagas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Altiplano sur**

Carmelo PUSARICO POMA, Ing. M.Sc. Raúl SARAVIA

T-172

1997

78 p

La presencia de plagas es un problema para la producción de quinua, relacionado con el uso indebido de maquinaria agrícola, el monocultivo además de otros factores climáticos que disminuyen el rendimiento del grano de quinua por unidad de superficie. Las plagas consideradas de mayor importancia económica son: las ticonas o ticuchis (*Heliothis sp.*, *Copitarsia sp.* y *Feltia sp.*) y kcona kconas (*Eurysacca melanocampta*).

Para controlar estas plagas los agricultores hacen uso indiscriminado de plaguicidas altamente efectivos pero prohibidos en el país como el tamaron, folidol y otros en dosis altas (dosis de 40 cc a 60 cc/20 lts. de agua), que posteriormente ocasionan graves problemas en la salud humana y en el medio ambiente.

Considerando los anteriores aspectos se ha propuesto estudiar y evaluar la eficiencia y dosis de los extractos piretro en el control de plagas insectiles en el cultivo de quinua.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Localidad de Irpani de la Provincia Ladislao Cabrera del Departamento de Oruro, en la campaña agrícola 1994-95. Ubicado geográficamente a 19°38' latitud Sur y 67°43' longitud Oeste a una altitud de 3700 msnm.

Los suelos de la comunidad de Irpani son de estructura franco arenosa a arenosa con pH que varían entre 7,5 a 8,5. Durante el estudio la temperatura máxima fue de 19°C en el mes de noviembre y mínima -2,5°C en el mes septiembre, con una precipitación anual de 178 mm.

En el trabajo de campo se utilizó la variedad real blanca como material vegetal y susceptible al ataque de plagas insectiles. Los extractos de piretro utilizados fueron: extracto de piretro concentrado, extracto de piretro decolorado, extracto de piretro desgrasado y extracto de piretro emulsificado, asimismo se utilizó insecticida sintético karate como testigo químico.

La siembra se realizó el 16 de septiembre de 1994, con una densidad de 8 kg/ha. La aplicación de extractos de piretro se efectuó en dos oportunidades en función a la densidad poblacional, también se realizó el sombreado y raleo de plantas de quinua. La cosecha se realizó manualmente, para luego efectuar el emparvado, trillado, venteado y embolsado.

El análisis estadístico empleado fue una combinación de dos factores arreglados en bloques completos al azar con 4 repeticiones; el factor A, estuvo constituido por los extractos de piretro y el factor B por las dosis de aplicación; asimismo se incorporaron dos testigos (absoluto y químico). Cada extracto de piretro se aplicó en dosis de 50, 100, 150 y 200 cc en 20 litros de agua.

Las evaluaciones se realizaron 24 horas antes y después de cada tratamiento. Para realizar los conteos del número de larvas de ticonas y kcona kconas se eligieron 10 hoyos de los surcos centrales de cada unidad experimental y en cada hoyo se muestreo una planta.

Se tomaron las siguientes variables de respuesta: eficiencia (extractos), dosis, rendimiento, relación entre la eficiencia y el rendimiento y los factores climáticos.

La población larval fue variable durante el ciclo de cultivo en función a los factores climáticos y fenología de la planta. Se observó 2 generaciones de ticonas y no así de kcona kconas que apareció solamente en la etapa de floración y la formación de granos.

Para el efecto de la interacción insecticida-dosis no presentan diferencias; esto significa que cada factor actúa en forma independiente.

El efecto de extractos de piretro no mostró diferencias significativas en la primera aplicación, pero sí en la segunda aplicación en el control de ticonas, siendo los más eficientes el extracto de piretro emulsificado y extracto de piretro desgrasado con 67,77 y 66,17% respectivamente. En cambio para el control de kcona kconas reportó diferencia, siendo los más eficientes fueron el extracto de piretro decolorado y el extracto de piretro emulsificado con 75,61 y 74,49% de eficiencia. El efecto de niveles de dosis resultó ser no significativo en la primera aplicación, pero sí en la segunda aplicación en el control de ticonas, los más eficientes fueron dosis de 200 y 150 cc mostrando eficiencia de 69,39 y 63,19% respectivamente, en cambio para el control de kcona kconas no reportó diferencias.

Los rendimientos en grano de quinua de las parcelas tratadas con los diferentes formas de extractos de piretro no mostraron diferencias. Asimismo no hubo diferencias significativas entre el testigo absoluto y químico frente a los tratados con extractos de piretro.

Existe una relación lineal y correlación positiva entre la eficiencia (en el control de ticonas y kcona kconas) y el rendimiento de grano de quinua, el resultado indica que a mayor eficiencia se incrementara el rendimiento en grano de quinua.

El análisis económico realizado reporto mayores tasas de retomo marginal con la aplicación de los tratamientos de 50 cc de extracto de piretro emulsificado, 50 cc de extracto de piretro concentrado, 200 cc de extracto de piretro emulsificado, 50 cc de extracto de piretro desgrasado y 100 cc de extracto de piretro desgrasado, comparados con el testigo absoluto (sin aplicación). En cambio los tratamientos con extractos de piretro comparados con el testigo químico (karate) reportaron menores beneficios económicos.

## Comportamiento agronómico de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en asociación con cebada para ensilaje, en el Altiplano central

Cecilio Marcos MAMANI COCHI, Ing. M.Sc. Gualberto ESPÍNDOLA CANEDO, Ing. René CALATAYUD VALDEZ

T-175

1997

112 p

El ensayo se condujo en la gestión agrícola de 1995 - 1996, en la zona del Altiplano Central, es decir en la Estación Experimental de Patacamaya. La zona de experimentación esta ubicada en la Provincia Aroma del Departamento de La Paz; geográficamente situada a 17° 15' de Latitud Sur y 68° 55' de Longitud Oeste y a una altura de 3769 msnm.

Los objetivos de este estudio son: determinar la capacidad competitiva de la asociación quinua y cebada frente a sus cultivos puros, determinar su ritmo de crecimiento y la rentabilidad económica.

En el experimento se utilizó material genético, el cual consta de dos especies: quinua (var. Kamiri) y cebada (var. IBTA-80). Los tratamientos fueron: T1 (Q12-C100), T2 (Q12-C75), T3 (Q12-C50), T4 (Q00-C100), T5 (Q12-C00), los cuales fueron sometidos a un diseño de bloques completamente al azar, en cuatro repeticiones.

Se evaluaron las variables agronómicas: altura planta, longitud de panoja/espiga, diámetro de panoja/espiga, número de plantas, número de macollos, rendimiento en materia verde, rendimiento de ensilaje; las variables fisiotécnicas: área foliar y materia seca. Se analizaron los índices: tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa de crecimiento relativo (TCR), tasa de asimilación neta (TAN), relación de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), relación de peso foliar (RPF), índice de área foliar (IAF). También se realizó un análisis económico, para determinar cual tratamiento tiene una mayor tasa de retorno marginal y determinar cual es el más económico y rentable.

En los resultados de las variables agronómicas, la de mayor altura es la quinua Q12-C00 (grano lechoso) con 51.56 cm y en cebada el Q00-C100 llega a 72.5 cm. El número de plantas en quinua Q12-C50, es de 52 plantas por m<sup>2</sup>, pero en cebada contrariamente a la quinua, el cultivo puro tiene un mayor número de plantas, siendo 118 ptas/m<sup>2</sup>. Los rendimientos máximos en materia verde de quinua se dio en floración, donde Q12-C50 tiene 6992 kg/ha. Pero la cebada (Q00-C100) obtiene 8899.5 kg/ha al momento del corte.

El rendimiento del ensilado obtenido al momento del corte es por parte del asocio Q12-C75 con 8,719.0 kg/ha, seguido por el Q12-C75. con 8,386.0 kg/ha y Q12-C100 con 7,956.0 kg/ha. Con relación a los cultivos puros, la cebada superó a la quinua con 7,387.0 kg/ha de ensilado y la quinua (Q12-C00) con 3,908.0 kg/ha.

Con relación a los resultados de área foliar, la quinua obtiene su mayor expresión en floración, ya que Q12-C00 y Q12-C50 tienen 69.12 y 66.02 dm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>; mientras que la cebada (Q00-C100.) en espigamiento alcanza 192 dm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. En relación a materia seca (MS) la quinua (Q12-C00) obtiene 1759 y su asocio Q12-C50 se destacó por tener 1,572.19 kg/ha; pero la cebada (Q00-C100) alcanzó un rendimiento de MS 4,630 kg/ha.

La tasa de crecimiento del cultivo (TCC), es influenciado negativamente por la poca precipitación que se dio en las primeras fases fenológicas, y también se observa un incremento lineal durante el desarrollo de los dos cultivos a medida que mejoran las condiciones de humedad, los cuales influyen en la tasa de ganancia de materia seca. Por su parte la tasa de crecimiento relativo (TCR), expresó su mayor valor (0.049 g/g/día) en la fase de panojamiento (Q12.-C00) y la cebada en embuchamiento con 0.098 (Q00-C100). Es en panojamiento/embuchamiento donde tienen mayores tasas de ganancia en materia seca.

Las densidades de siembra Q12.-C00, Q00-C100, Q12-C50, Q12-C75 y Q12-C100 no parecen tener efecto significativo sobre la TCR y TAN; las tendencias de crecimiento son muy similares; ya que la tasa de asimilación neta (TAN), expresó su valor máximo en quinua con 0.011 mg/dm<sup>2</sup>/día y la cebada con 0.0077 en floración, en los cultivos puros respectivamente.

En la relación de área foliar (RAF), se observa que en las primeras fases tienen valores altos, pero por la caída de sus hojas basales, en las posteriores fases tiende a decaer en el valor de RAF. Similar ocurre con la relación de peso foliar (RPF) y el área foliar específica (AFE); pero en el índice de área foliar (IAF) se tienen incrementos ascendentes hasta la floración en quinua y espigamiento en cebada.

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el ensayo experimental, tanto de las variables agronómicas y fisiotécnicas, se puede formular las siguientes conclusiones:

Los cultivos puros de quinua y cebada son los que obtienen alturas de planta superiores a los de sus socios, la quinua en asociación a cebada reduce su altura de planta, a medida que se aumenta la densidad de siembra de cebada; mientras que la cebada en asociación a quinua, obtiene una mayor altura de planta a mayores densidades de siembra de cebada.

El mayor área foliar de quinua fue observada en el cultivo puro de quinua y entre los asociados: el asocio Q12-C50, siendo el Q12-C100 que obtiene un bajo valor en la fase de floración. Mientras que en la cebada, también el que tiene un mayor área foliar es su cultivo puro y entre los socios, es Q12-C100.

Los incrementos de materia seca, tanto en función de masa y área foliar, son bastante similares en las dos especies (quinua y cebada) a lo largo de su ciclo biológico siendo que al momento del corte, en la quinua se caracterizó Q12-C00 y su asocio Q12-C50, pero en cebada también su Q00-C100 y Q12-C100 tienen altos rendimientos en materia seca.

Se obtuvo rendimientos altos de ensilaje, por parte del asocio Q12-C75 en relación a los cultivos puros de quinua y cebada, siendo el cultivo puro de quinua (Q12-C00), que obtiene un bajo rendimiento.

Los tipos de siembra, tanto en cultivos puros y socios, influyen en los índices fisiotécnicos, el efecto de este aspecto, desde un punto de vista agrícola se traduce a través de la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) en mayor productividad para la cebada y en parte para la quinua, las cuales son influenciadas negativamente por la falta de humedad adecuada en las primeras fases fenológicas.

Las tendencias de crecimiento en las diferentes densidades de siembra Q12-C00, Q00-C100, Q12-C50, Q12-C75 y Q12-C100 son muy similares, y no parecen tener efecto significativo sobre la tasa de crecimiento relativo (TCR) y la tasa de asimilación neta (TAN); con relación a la tasa de crecimiento relativo (TCR), se tiene mayores tasas de ganancias de materia seca en panojamiento y embuchamiento (quinua y cebada).

La relación de área foliar (RAF), muestra valores altos en las primeras fases de los dos cultivos, pero por la caída de sus hojas basales en el transcurso de su crecimiento, tienden a decaer en su RAF. Similar ocurre con la relación de peso foliar (RPF) y el área foliar específica (AFE); pero en el índice de área foliar (IAF) se tiene incrementos ascendentes desde las primeras fases, hasta la floración y espigamiento (quinua y cebada).

La cebada por su rusticidad y agresividad mostró mayor capacidad competitiva que la quinua, tanto como cultivo puro y en asociación, en las variables agronómicas y fisiotécnicas.

En el análisis económico, el asocio Q12-C75 brinda una tasa de retorno (TRM) óptima, superior a los otros socios, desde un punto de vista económico, permitiendo así ganancias seguras; ahora bien con relación a los cultivos puros, el ensilaje de cebada (Q00-C100) también tiene un beneficio neto alto con relación al Q12-C00, lo cual significa un mayor ingreso.

De acuerdo a los porcentajes de infestación de malezas en las diferentes parcelas, se observa que en los cultivos puros (Q12-C00 y Q00-C100) es mayor la incidencia de estos, sobre todo del "Reloj-reloj" y "Pasto bandera", pero esta incidencia se reduce en las parcelas de los socios, más aun en la parcela de Q12-C100.

## **Evaluación preliminar *in situ* y *ex situ* de 131 accesiones del banco de germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)**

*Ruben LIMACHI QUISPE, Ing. M.Sc. Gualberto ESPÍNDOLA CANEDO*

T-194

1998

96 p

Los términos de variabilidad y diversidad genética se utilizan para representar a la variación genética de las especies. La variabilidad puede encontrarse en condiciones naturales o en condiciones artificiales, como es el caso del germoplasma preservado.

Inicialmente, para conocer el universo de variabilidad fitogenética es necesario someter a las colecciones a estudios de orden fenotípico, y en ello, una evaluación preliminar está orientada, entre otras, a su agrupamiento en base a características de utilidad y uso potenciales, como también selección de material promisorio para posteriores evaluaciones puntuales.

Aprovechando la información disponible de 131 accesiones de quinua de Nor Lipez en Patacamaya, se planificó el trabajo de evaluación preliminar en Mañica comparada con la Base de Datos de la Estación Experimental Patacamaya (BDEEP). El propósito ha sido contribuir, en forma preliminar, al conocimiento de la variación y comportamiento agronómico de las colecciones de Nor Lipez para las zonas de Mañica y Patacamaya, como también las relaciones de variables y la selección de germoplasma promisorio de manera que, posteriormente, se realicen evaluaciones más puntuales para trabajos de fitomejoramiento.

Para el análisis de la variación se utilizaron trece descriptores agronómicos (variables) que se estudiaron con polígonos de frecuencia y estadísticos, los que fueron empleados en la prueba de "t" para diferencia de medias. También se realizó un análisis de correlación lineal. Al mismo tiempo se hizo un análisis de agrupamiento a través de dos técnicas de análisis multivariado (análisis por componentes principales ACP, y por conglomerados en CJA). El estudio se llevó a cabo en la Sub Estación Experimental Mañica, Potosí.

En la interpretación de los polígonos de frecuencia, estadísticos y la prueba de "t", para cada una de las variables en estudio, se observó tres características. Una referida a la interacción genotipo ambiente, observada en la prueba de "t", para la mayoría de los caracteres, que se expresa en la no manifestación del potencial genético en Mañica respecto de la BDEEP (en éste mayor variación fenotípica), por efecto del medio ambiente de las gestiones agrícolas (1993-94) para la BDEEP y (1994-95) en Mañica.

Y finalmente, en Mañica los caracteres longitud y ancho de hoja, madurez fisiológica, diámetro y espesor de grano y peso de 100 granos, fueron menos variables; mientras que en Patacamaya (BDEEP), fueron diámetro de tallo, madurez fisiológica y diámetro y espesor de grano, hechos que indican la menor adaptación de las accesiones a condiciones de Patacamaya. Es de destacar que el carácter índice de cosecha no muestra diferencias significativas en ambas localidades lo que significaría que es altamente heredable y en consecuencia importante para trabajos de fitomejoramiento.

El análisis de correlación en Mañica mostró similitudes con la BDEEP observando correlaciones positivas significativas entre diámetro de tallo, longitud y ancho de panoja, altura de planta, número de ramas primarias y rendimiento, con la particularidad de que en la BDEEP, el rendimiento no presenta correlación con el número de ramas primarias, probablemente debido a una menor eficiencia en la trilla. Sin embargo la matriz de correlación combinada solo indica correlaciones significativas para ancho de hoja, altura de planta, madurez fisiológica y peso de 100 granos, lo que evidencia la influencia del medio ambiente de ambas localidades. En la misma comparación de las matrices de correlación, prácticamente no existe correlaciones significativas entre: diámetro y espesor de grano, peso de 100 granos, índice de cosecha, diámetro de tallo, longitud y ancho de panoja, altura de planta y madurez fisiológica.

El ACP en Mañica dio a conocer que los cinco primeros componentes explican el 73.01% de la variación total, mientras que en la BDEEP explican el 74.83%. Los vectores propios de ambas localidades no son coincidentes en la ubicación y sentido de sus coeficientes, lo que significó que las observaciones en el multi espacio generan planos con variables y accesiones en diferente ubicación. Esto quedó demostrado representando los componentes 1 y 2 de Mañica y la BDEEP, donde los planos formados muestran dispersión de variables diferentes.

Sin embargo, los caracteres diámetro de tallo, altura de planta, longitud y ancho de panoja, precosidad, ramificación, índice de cosecha y rendimiento, se encontraron en los mismos semiplanos, lo que significó la existencia de observaciones, en alguna medida, similares. Lo anterior se verificó con la representación de las accesiones en los mismos componentes 1 y 2. Se concluyó que si bien los resultados de evaluación en Mañica comparadas con la BDEEP son diferentes por efecto ambiental, el ACP, señala la existencia de

accesiones de comportamientos proporcionales a esas condiciones ambientales, es decir que si las accesiones de un grupo de accesiones presentaron, por ejemplo los mayores rendimientos para condiciones de Patacamaya (BDDEP), lo serían también para las condiciones de Mañica.

El ACP en las accesiones de Nor Lipez presentó limitaciones para delimitar los agrupamientos. Se procedió entonces a realizar el análisis por conglomerados en CJA. Los resultados indicaron, en cuanto a procedencia de las accesiones dentro de la Provincia de Nor Lipez, que los agricultores mantienen variabilidad en las plantas de quinua y en consecuencia, la recolección en algunas de las localidades permitiría ahorro de esfuerzos para representar la variabilidad de quinua de Nor Lipez, para el conjunto de caracteres en estudio.

En el agrupamiento en Mañica se observaron dos grupos de 45 y 86 accesiones. El primero presentó accesiones con el mayor rendimiento, de madurez tardía y mayor vigor respecto al promedio general, mientras que el segundo presentó lo contrario. Para el agrupamiento de la BDEEP también con dos grupos, 65 y 66 accesiones, se observó que en el primero las accesiones presentaron longitud y ancho de hoja, menores a la media general, mayor rendimiento, madurez tardía, plantas altas y de grano pequeño. El segundo, presentó características contrarias. En la BDEEP el rendimiento asociado inversamente con el tamaño de hoja, podría explicarse por algún efecto fisiológico del ambiente. También las condiciones de suelo y clima para la BDEEP, indican que de las accesiones de Nor Lipez se esperaría solo al 50% como de buena producción.

Se evidenció que las accesiones evaluadas en ambas localidades no se corresponden para rendimiento y caracteres involucrados con el vigor de la planta lo que se confirmó con la prueba de Ji-cuadrado de independencia. Se concluyó que el comportamiento de las accesiones de Nor Lipez en Mañica respecto de la BDEEP, es diferente por efecto de condiciones medio ambientales involucradas en las dos gestiones agrícolas. En consecuencia, el manejo del germoplasma de Nor Lipez para fitomejoramiento en la zona, en lo que se refiere a selección de progenitores, seguimiento de generaciones, interacción genotipo-ambiente y validación, tendrá respuestas más confiables cuando se realicen en su ambiente natural.

En el agrupamiento en Mañica se observó 8 subgrupos y el agrupamiento en la BDEEP, 7 subgrupos. En cada localidad el análisis de varianza indica diferencias significativas y altamente significativas para el juego de variables, confirmadas por la prueba Duncan. Estos resultados indican que en las accesiones de Nor Lipez existe diferenciación agronómica.

## Estudio del efecto de dos bioinsecticidas sobre las principales plagas insectiles de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la Provincia Nor Lipez de Potosí

Alfredo MARQUEZ MACHACA, Ing. M.Sc. Raúl SARAVIA, Ing. M. Sc. Wilfredo ROJAS

T-222

1998

76 p

El cultivo de la quinua, influye positivamente en la economía de las familias asentadas en el Altiplano Sud boliviano y se constituye en la principal fuente de ingreso económico, sin embargo la producción de quinua tiene factores limitantes, que afectan directamente en su rendimiento. Uno de estos factores constituyen las plagas insectiles, que causan la reducción en los rendimientos de un 20 al 45% (Saravia y Aroni, 1992).

Considerando los anteriores aspectos se ha propuesto estudiar, la eficiencia de dos bioinsecticidas y cuatro dosis en el control de las principales plagas insectiles de la quinua.

El presente estudio se realizó en las cercanías de la localidad de Mañica del Departamento de Potosí; ubicada geográficamente a 20 47' Latitud Sud, 67° 41' Longitud oeste y una altitud de 3700 m.s.n.m..

Se utilizó como material genético la variedad local Real blanca, los bioinsecticidas empleados fueron: Baculovirus, contenidos en larvas infectadas de la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), las cuales se prepararon en una formulación líquida, variando el número de larvas para las cuatro dosis consideradas. Así mismo se utilizó la bacteria *Bacillus thuringiensis* existente comercialmente en forma de DIPEL 2X (Polvo humectante), pesando las cantidades requeridas en gramos para las mismas dosis.

La siembra del cultivo se realizó el día 19 de septiembre con una densidad de 8 Kg/Ha, posteriormente la aplicación de los dos bioinsecticidas se efectuó en dos oportunidades, tomando en cuenta el número de ticonas y kconas presentes en las parcelas.

De acuerdo al planteamiento del experimento, se empleo una combinación de dos factores distribuidas en bloques al azar con cuatro repeticiones, siendo el factor A= tipo de bioinsecticida y el factor B= dosis de aplicación, además de la incorporación de dos testigos, el primero sin el uso de ningún producto y el segundo con la aplicación del insecticida químico Ambush, a una dosis de 4 ml./20 lts. H<sub>2</sub>O.

Se consideraron las siguientes variables de respuesta: variables entomológicas, referidas al número de larvas antes y después de la aplicación y la variable agronómica de rendimiento de grano. Se realizó el análisis económico de los tratamientos con las tasas de retomo marginal y comparando los mismos frente a los testigos 1 y 2.

Después de realizar el análisis estadístico de los datos de campo se obtuvieron los siguientes resultados.

Los mayores porcentajes de mortalidad en larvas de ticonas se obtuvieron con el insecticida químico seguido por las dosis altas del Baculovirus para la primera época de aplicación. En la segunda aplicación nuevamente el insecticida químico produce el mayor porcentaje de mortalidad, esta vez seguido por las dosis altas del Dipel en las larvas de ticonas y kconas.

En la primera aplicación es mas eficiente el uso del Bioinsecticida Baculovirus frente al Dipel para el control de larvas de ticonas, en cambio en la segunda aplicación no existen diferencias significativas en la eficiencia del control para ambos bioinsecticidas. Para las larvas de kconas es mas eficiente el uso del Dipel que el Baculovirus.

Los altos porcentajes de eficiencia se relacionan con las dosis altas de los dos bioinsecticidas. La interacción bioinsecticida dosis no presenta diferencias significativas; del análisis global de los tratamientos incluido el testigo 2, se encontró que el insecticida químico es el que logra la mayor eficiencia en el control de los insectos defoliadores como de los insectos moledores del grano.

Para el rendimiento, los bioinsecticidas no muestran diferencias significativas, no así para las dosis, siendo la dosis alta 1 y la dosis alta 2 las que registran los mayores valores de rendimiento. Del análisis global de los tratamientos incluidos los testigos, el testigo 1 alcanzó un valor de 509.69 Kg./ha, siendo esta cifra la más inferior con relación a los demás tratamientos. El mayor valor de rendimiento corresponde al testigo 2 que logro 1134.09 Kg./Ha.

En el análisis económico, se encontró la mayor tasa de retomo marginal con la dosis alta del Baculovirus (1318%) y la dosis media del Dipel (1157%); sin embargo económicamente no es más conveniente que la utilización del insecticida químico ambush.

## **Comportamiento agronómico de 8 líneas precoces de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo tres épocas de siembra en el Altiplano central**

Cristóbal RIQUELME MOLINA, Ing. M.Sc. Alejandro BONIFACIO, Ing. René CALATAYUD VALDÉZ

T-225

1998

103 p

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) se encuentra adaptada a las condiciones del altiplano, pero en los últimos años no es posible asegurar una producción constante debido al retraso de las precipitaciones pluviales, el acortamiento del periodo agrícola y al uso de variedades de ciclo largo que no logran completar en forma óptima la madurez. En este marco en un proceso de mejoramiento genético, se han seleccionado líneas precoces promisorias que requiere de un seguimiento y evaluación para determinar su potencial productivo tanto en siembras tempranas y tardías

En la Estación Experimental Patacamaya dependiente del Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (I.B.T.A.) situada en la Provincia Aroma, Departamento de La Paz se ha evaluado ocho líneas precoces en tres épocas de siembra, estableciéndose el ensayo en un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones. El material genético estuvo constituido por las líneas 26(85), 12 g (87), 30 (89), 28 g (88), 26 g (86), 8 g (85), 27 (88) y Sayaña. Los genotipos fueron ubicados en la parcela grande y las épocas de siembra (de 11 de noviembre, 28 de noviembre y 13 de diciembre) en las subparcelas.

Durante el experimento se evaluaron los días a la floración y madurez fisiológica, altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja, rendimientos de grano, grano comercial y "jipi", índice de cosecha, índice de grano comercial e índice de "jipi", peso de 100 gramos, diámetro y espesor de grano y peso hectolítrico.

Los resultados para las variables fisiotécnicas muestran su mayor expresión en la primera época de siembra con descenso a la tercera época de siembra. A pesar de que el material estudiado es precoz sin embargo, existen diferencias en días a la floración como a la madurez fisiológica; así las líneas 12 g( 87) y 30 (89) resultaron como las precoces con 71 y 70 días a la floración y la madurez se produce a los 125 y 126 días respectivamente, en cambio las líneas 26 (85) y 27 (88) resultaron como las tardías con 92 y 86 días a la floración y la madurez se produce a los 150 y 144 días respectivamente. El rendimiento de grano producto de las potencialidades genéticas de las líneas, ha sido superior en la primera época de siembra con 2216.53 kg/ha; las líneas más rendidoras fueron 26 (85), 28 g(88) y 8 g(85) con 1442.32. 1311.32 y 1308.63 kg/ha respectivamente. Por su parte, la calidad de grano económicamente comercial fue superior para las líneas 28 g(88) y 8 g(85). En cuanto a los componentes de rendimiento y otras variables agronómicas se han encontrado diferencias altamente significativas, alcanzaron valores mayores en la primera época de siembra. La relación de producción o índice de cosecha ha sido superior en las líneas 30 (89) y 27 (88) con (0.44) como en la Sayaña y los menores índices en la 12 g( 87) con (0.39), en cambio, en índice de "jipi", la mayor relación corresponde a la línea 12 g( 87) con (0.50). El peso hectolítrico como característica de la calidad de la semilla mostró diferencias altamente significativas para las épocas de siembra, la línea de mayor relación fue la 12 g(87) con 67.747 de carácter precoz. Por lo tanto, la siembra para genotipos precoces es la primera quincena de noviembre.

## **Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la quinua en dos épocas y dos espaciamientos de siembra en el Altiplano Central**

*Susana ALEGRIA BLANCO, Ing. M.Sc. Gualberto ESPÍNDOLA CANEDO, Ing. Yákov ARTEAGA GARCÍA*

T-233

1998

99 p

En la actualidad la quinua ha incrementado su demanda a escala nacional e internacional por lo que es considerado como uno de los cultivos más importantes en la zona del Altiplano. Entre los factores que influyen en el rendimiento y que pueden ser controlados están: la fertilización nitrogenada, épocas y espaciamientos de siembra; entre estos factores no se conoce la combinación más óptima para obtener los mayores rendimientos.

Por las razones mencionadas anteriormente el presente trabajo tiene como objetivo: determinar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la quinua en dos épocas y dos espaciamientos de siembra.

El estudio se llevó a cabo en la localidad de Patacamaya ubicada en la provincia Aroma del Altiplano Central. Se utilizó como material genético la variedad Ratuqui cuya característica es su precocidad.

Para el análisis de resultados se aplicó un diseño de Bloques completamente al azar con arreglo en parcelas sub-sub divididas. Se tomó como factores de estudio a la fertilización en cinco niveles: a0 (0 kg de N/ha), a1 (60 kg de N/ha), a2 (120 kg de N/ha), a3 (180 kg de N/ha) y a4 (240 kg/ha); épocas de siembra b0 (10 de diciembre) y b1 (18 de diciembre) y espaciamientos de siembra en dos niveles c0 (25 cm) y c1 (50 cm).

El rendimiento de grano presenta un efecto significativo de fertilización nitrogenada, épocas y espaciamientos de siembra, en el caso de fertilización nitrogenada el rendimiento aumenta a medida que se incrementan los niveles de fertilización, obteniendo un rendimiento de 1242,2 kg/ha cuando se aplica 240 kg de N/ha, el cual no presenta diferencias significativas con 180 kg de N/ha, con el que se obtiene un rendimiento de 1210,4 kg/ha.

Entre las épocas de siembra se observa que el rendimiento de grano presenta mejores resultados con la primera época de siembra, alcanzando un rendimiento de 818,08 kg de grano/ha. Mientras que con los espaciamientos de siembra se registran rendimientos mayores cuando se siembra a 25 cm, obteniéndose un valor de 966 kg de grano/ha. Las interacciones de estos factores indica que cuando se combina a4 y b0 el rendimiento es igual 1339,61 kg de grano/ha. Este comportamiento señala que la fertilización nitrogenada es fundamental para incrementar los rendimientos.

Las variables agronómicas como altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja y peso de 100 granos, tienen un efecto directo de parte de la fertilización el cual determinó un incremento en el crecimiento de estas variables, mientras que no ocurrió lo mismo con los factores épocas y espaciamientos de siembra los cuales tuvieron un menor efecto en las variables agronómicas.

La proteína en los granos se incrementa a medida que se aumenta el nitrógeno en el suelo, obteniéndose los mayores porcentajes de proteína con el nivel de 240 kg de N/ha.

El análisis de crecimiento indica que la planta tiene un crecimiento muy irregular para todos los índices fisiotécnicos (TCR, TAN y RAF), este es atribuida a las condiciones climatológicas de la gestión agrícola.

El análisis marginal de costos variables indica que según los beneficios netos, la dosis más recomendable sería el nivel 180 kg de N/ha con el que se obtuvo (506,46 \$us), mientras que la tasa de retomo marginal presenta al nivel a2 (120 kg de N/ha) como los de mejor comportamiento por alcanzar una tasa de retorno marginal de 315,7%.

## **Control biológico en forma natural de la polilla de la quinua (*Eurysacca melanocampta* Meyrick) por parasitoides y perspectivas de cría para su manipulación en el Altiplano central**

Danny Adalid MAMANI MAMANI, Lic. Raúl ALTAMIRANO, Ing. Raúl SARAVIA, Ing. David MORALES

T-234

1998

103 p

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Patacamaya, ubicada en la provincia Aroma del Departamento de La Paz a una altitud de 3789 m, bajo condiciones de ambiente natural y controlado desde noviembre de 1994 hasta octubre de 1996.

La investigación se llevó a cabo con los siguientes objetivos: Identificar taxonómicamente a los parasitoides de la polilla de la quinua, determinar los porcentajes de parasitismo natural en larvas de polilla de la quinua, determinar proporción sexual de parasitoides emergidos de estados inmaduros de la polilla de la quinua, observar la influencia de los factores abióticos en los porcentajes de parasitismo y estudiar la cría de los parasitoides de la polilla de la quinua bajo condiciones controladas.

Para esto se realizaron muestreos de larvas de *Eurysacca melanocampta* Meyrick durante el ciclo del cultivo, las que fueron criadas en laboratorio hasta la obtención de pupas, cocones y adultos de los parasitoides; determinando así su identificación, porcentajes de parasitismo, proporción sexual y cría bajo condiciones controladas.

Durante el trabajo se registraron siete especies de parasitoides para *Eurysacca melanocampta*, siendo estas: *Meteorus sp.*, *Deleboea sp.*, *Copidosoma sp.*, *Venturia sp.*, *Phytomyptera sp.*, *Apanteles sp.* y *Diadegma sp.*, además de 2 hiperparasitoides *Zoophthorus sp.* y *Oaxa albiclava* Boucek.

El porcentaje de parasitismo total promedio en la gestión agrícola 1994-1995 y 1995-1996 fue de 45.76% y 46.82% respectivamente, asimismo estos porcentajes varían a través del desarrollo del cultivo y especie de parasitoide; siendo *Venturia sp.* la que alcanzó el mayor valor con 13% y *Apanteles sp.* el menor valor con 0.84% durante 1994-1995, mientras que en 1995-1996, *Phytomyptera sp.* causó el mayor porcentaje con 12.03% y *Diadegma sp.* registró el menor valor con 0.31%.

Por otra parte la proporción de hembras fue mayor que la de machos en los parasitoides obtenidos de larvas de polilla muestreadas en cultivos de quinua. Solo en el caso, de la especie *Phytomyptera sp.* la proporción de hembras fue similar a la de machos durante la gestión agrícola 1994-1995.

De acuerdo con las correlaciones de los factores climáticos con los porcentajes de parasitismo, se observó un contraste entre los resultados de la gestión 1994-1995 frente a la gestión 1995-1996.

Con respecto a la cría de la polilla, se encontró una diferencia estadística significativa al 1%, obteniéndose el mayor resultado promedio de 619.5 larvas/jaula con 45 machos : 30 hembras Vs. accesión 1473, y 93.25 larvas/jaula como el menor valor promedio con 10 machos : 20 hembras Vs. variedad Sayaña.

La longevidad de los adultos de *Venturia sp.*, *Meteorus sp.* y *Deleboea sp.* fue mayor cuando son alimentados con una solución de miel de abeja, sobresaliendo *Meteorus sp.* con 48.5 días promedio.

Asimismo *Venturia sp.* fue capaz de parasitar un promedio de 40.50 larvas en 15.75 días, que es el promedio de vida que mostró esta especie.

En cuanto a la cría de *Venturia sp.* en laboratorio e invernadero, se encontraron una diferencia estadística significativa al 1%; obteniéndose en laboratorio el mayor resultado promedio de 44.68 larvas parasitadas/frasco con 15 machos : 5 hembras y 15.33 larvas parasitadas/frasco como menor valor con 4 machos: 2 hembras, mientras que en invernadero se consiguió 80.25 larvas parasitadas promedio/jaula siendo el mayor dato con 10 machos: 5 hembras y 12.75 larvas parasitadas promedio/jaula como menor valor con 5 machos: 8 hembras.

Finalmente, se observó que exista la posibilidad de criar en laboratorio a *Venturia sp.*, *Meteorus sp.* y *Deleboea sp.*, de las cuales *Venturia sp.* presentó mayor aptitud.

## Evaluación comparativa del comportamiento agronómico entre cultivos asociados en el Altiplano norte

*Eduardo Melesio LOZA BUSTAMANTE, Dr. Benjamín JARA GUILLÉN, Ing. Félix MAMANI REYNOSO*

T-289

1999

119 p

El presente trabajo de investigación agrícola experimental, se ha desarrollado durante la campaña 1995-1996, en la Estación Experimental de Belén, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, localizada en la comunidad Belén de la provincia Omasuyos del departamento de La Paz, a una distancia aproximada de 3 km al Norte de la población de Achacachi, ubicada geográficamente a una latitud sur 16°3'25" y longitud oeste 68°41'45" con una altura promedio de 3.820 metros sobre el nivel de mar. Las condiciones climáticas del área se manifiestan con precipitaciones anuales a un promedio de 416 mm, temperaturas medias de 8°C y presencia de heladas en el periodo comprendido entre los meses de junio a noviembre. Se considera necesario desarrollar investigaciones sobre sistemas de cultivos asociados, por su importancia como medios naturales de protección al ataque de plagas y enfermedades, como sistemas productivos que permiten soportar los efectos de las condiciones adversas edafoclimáticas del altiplano, diversifican al mismo tiempo dos cultivos asociados que posibilitan incrementar los ingresos económicos y mejoran la calidad de la dieta alimenticia variada.

En el presente estudio fueron evaluados los rendimientos agronómicos comparativos de producción y fitomasa de cultivos asociados con respecto a cultivos puros y empleando el índice Uso Equivalente de la Tierra fue posible evaluar el aprovechamiento del recurso tierra por cada tratamiento, finalmente se realizó el análisis económico de costos parciales de producción a fin de estimar el beneficio neto de cada cultivo componente del ensayo experimental. Los cultivos del estudio, fueron seleccionados de acuerdo a sus características agronómicas de buena productividad, por ser los más representativos para el consumo alimenticio del hombre y constituir como los principales componentes del sistema tradicional de producción de alimentos en la población del altiplano. El material genético utilizado se compone de: papa-variedad Sani Imilla, tarwi-variedad Local, oca-variedad Local, haba-variedad Pairumani 5, quinua-variedad Ratuqui y kañahua-variedad Sahuá Rosada.

La metodología agronómica aplicada, en el ámbito de campo consiste en: la preparación del terreno para ponerlo en condiciones óptimas; muestreo de cuatro tomas de suelo para análisis físico químico antes de la siembra y establecimiento del ensayo: el diseño experimental fue de bloques al azar, cada bloque compuesto de 21 tratamientos o unidades experimentales en 4 repeticiones, los tratamientos representan una amplia gama de asociación de 2 cultivos, bajo el sistema mixto, dichos cultivos se componen de: dos tubérculos (papa y oca), dos leguminosas (haba y tarwi) y dos cereales (quinua y kañahua), muestreo de 21 tomas de suelo para análisis de laboratorio después de los tratamientos; aplicación del índice Uso Equivalente de la Tierra para evaluar la eficiencia de los rendimientos del cultivo asociado respecto a los del cultivo puro en la misma unidad experimental.

Del ensayo experimental, es posible mencionar las siguientes apreciaciones:

1) en el suelo se han registrado incrementos del pH en los tratamientos **T-Q, H-T, P-T, P-K, O-T, T-K, P-H y T**, incrementos de Nitrógeno en los tratamientos **T** y **H-T**, incremento de Fósforo en el tratamiento **T**, 2) influencia de los cultivos asociados sobre las propiedades químicas del suelo principalmente en Nitrógeno y Fósforo respecto a los cultivos puros, 3) la papa en condiciones de cultivo puro y en condiciones asociadas con la kañahua y el tarwi supera estadísticamente los bajos rendimientos logrados en forma asociada con la oca, quinua y haba 4) el rendimiento de la oca asociada con haba es superior significativamente al de los demás tratamientos, 5) los mejores rendimientos de tarwi se lograron en condiciones asociadas con el haba y también el haba asociado con el tarwi, 6) el rendimiento de la quinua como cultivo puro se presenta como la mejor alternativa, 7) la kañahua en condiciones asociadas con la quinua en promedio muestra el mayor rendimiento de grano, 8) la fitomasa obtenida de los cultivos, tarwi, quinua, kañahua en los tratamientos asociados muestran diferentes niveles de rendimiento, en el caso de la fitomasa del haba, muestra su rendimiento no con diferencias significativas entre tratamientos.

Los mayores índices UET hallados corresponden a los tratamientos **P-O, O-H, T-H, H-T, Q-K y K-Q**, posiblemente, por que las diferentes asociaciones se comportaron en forma satisfactoria en el aprovechamiento del recurso tierra. El cultivo asociado de dos especies, ofrece diversas ventajas, entre ellas el control de malezas, reduciendo aproximadamente un 60% de incidencia con relación al cultivo puro.

En el análisis económico, al asignar precios y valores de costos y beneficios, es posible determinar cuales de los tratamientos, se pueden aceptar y cuáles rechazar, por principios contables, corresponde aclarar dos

aspectos importantes: 1<sup>o</sup>, no hay una técnica que sea la mejor para estimar el valor económico de un tratamiento y 2<sup>do</sup>. no debe olvidarse que las medidas financieras y económicas de la inversión, son solo instrumentos estimados para la adopción de decisiones, es claro, que en la realización del presente estudio experimental, es absolutamente esencial el análisis económico, por ello, a efectos de estimar el beneficio neto de cada cultivo aplicando cierta técnica económica sencilla, se ha complementado con dicho análisis que consiste en hallar la diferencia entre el valor actual de los costos incurridos menos el valor actual de la corriente de beneficios. En términos monetarios los tratamientos que lograron los mejores beneficios netos son: la papa como cultivo **P** puro con 26.733 Bs/ha, la oca asociada con el haba **O-H** con 3.532 Bs/ha, el haba asociado con el tarwi **H-T** con 14.299 Bs/ha, el tarwi asociado con el haba **T-H** con 2.926 Bs/ha, la quinua como cultivo puro **Q** con 1.069 Bs/ha y la kañahua **K** como cultivo puro con 1.212 Bs/ha.

## **Evaluación del comportamiento agronómico de líneas y variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la localidad de Batallas Cantón Pariri**

*Clemente Ivan MORALES MAIGUA, Ing. José CORTÉS GUMUCIO*

T-320

2000

66 p

De acuerdo a los resultados del estudio de evaluación del comportamiento agronómico de la quinua en la localidad de Batallas, se tienen las siguientes conclusiones:

- 1) El comportamiento de las líneas y variedades de quinua liberadas por la Estación Experimental de Patacamaya sometidas al presente estudio no ha sido uniforme debido a la influencia del medio ambiente y la variabilidad genética; por consiguiente se observa que las líneas y variedades introducidas, la duración de las fases fenológicas resultaron ser variables, es así que la fase de emergencia favoreció a la línea (85) y a la variedad Sayaña que lograron emerger en un promedio de 6.50 días respectivamente, mientras la línea 35 (86) y la variedad Samaranti registraron 8 días como promedio esta etapa fenológica, razón por el cual se rechaza la primera hipótesis planteada en el estudio.
- 2) El promedio más bajo de la fase de floración, correspondió a la variedad Kamiri con un promedio 81.25 días considerada la más precoz para esta etapa fenológica, el menor promedio fue 92 días que responde a la variedad Ratuqui resultando la más tardía en florecer.
- 3) La madurez fisiológica de las Líneas y variedades varia entre 151.25 a 141.25 días como promedio. La línea (89) y la variedad Kamiri se destacaron por su precocidad, alcanzando esta etapa fenológica de 141.25 días respectivamente, mientras que la variedad Ratuqui resulto ser la más tardía, llegando a la etapa de madurez fisiológica de 151.25 días como promedio después de la siembra.
- 4) Entre los caracteres agronómicos más significativos se dieron en la altura de planta donde la línea 57(86) alcanzó un promedio de 71.74 cm, mientras que la variedad Ratuqui registró solo 39.56 cm promedio final de la madurez fisiológica.
- 5) Con respecto al diámetro de tallo el promedio más alto correspondió a la Variedad Samaranti con 1.347 cm mientras que el menor diámetro, obtuvo la variedad Ratuqui con 0.777 cm respectivamente.
- 6) En lo que se refiere a la longitud de panoja, la línea 85 (1/24) desarrollo la mayor longitud con 28.770 cm, siendo está una característica sobresaliente de la línea; mientras que la menor longitud, lo obtuvo la variedad Ratuqui alcanzando un promedio solo 19.29 cm.
- 7) El mayor diámetro de panoja se obtuvo con la Línea 35 (86) que alcanzó un promedio de 5.550 cm. Mientras que en menor diámetro correspondió a la variedad Sayaña con 3.215 cm.
- 8) El promedio de peso de 1000 semillas se registra el valor máximo 0.295 gr y el menor de 0.130 gr correspondiente a la variedad Samaranti y Ratuqui respectivamente, donde la primera mostró mejor calidad en grano, pero su comportamiento agronómico general se vio bastante afectado por las condiciones medio ambientales.
- 9) En cuanto al rendimiento más elevado, se obtuvo con la Línea 57 (86) con un rendimiento promedio de 1295 Kg/ha. Probablemente por ser la Línea más adaptada a la zona; no así la variedad Samaranti que logro un rendimiento más bajo con 795.00 Kg/ha. Estos resultados nos señalan que se puede rechazar la segunda hipótesis, en sentido de que los materiales en estudio tienen el mismo rendimiento en grano.
- 10) Los caracteres agronómicos como la germinación, floración, maduración y tolerancias a enfermedades, dependen básicamente de la influencia de las condiciones medio ambientales; humedad del suelo, profundidad de la napa freática, en época de lluvias y también de las características genéticas de las variedades y líneas.
- 11) Las medias de peso de 100 semillas, los diámetro de tallo y la longitud de panoja, son los caracteres botánicos que expresan alta sensibilidad al efecto medio ambiental.
- 12) La precocidad que se observa en las condiciones medio ambientales de Batallas (altiplano norte) se presenta en las líneas y variedades como un carácter que actúan en sentido contrario al aumento del rendimiento.

## **Comportamiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con abonamiento de humus de Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) y su efecto sobre las propiedades físicas del suelo en el Altiplano central**

Edgar Santiago QUINO ZEBALLOS, Ing. M. Sc. Eduardo CHILÓN CAMACHO,  
Ing. M. Sc. Alejandro BONIFACIO<sup>3</sup> Ing. Agr. Eloy AQUINO CRUZ

T-350

2000

173 p

El presente estudio titulado "Comportamiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con abonamiento de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y su efecto sobre las propiedades físicas del suelo en el Altiplano Central" se estableció en dos localidades; la primera en la Estación Experimental de Patacamaya I.B.T.A y la segunda réplica en la localidad de Vilaque, ambas ubicadas en la Provincia Aroma del Departamento de La Paz.

La introducción de nuevas variedades de quinua para las condiciones del altiplano, si bien consideran factores abióticos como las heladas y las sequías, también se debe tomar en cuenta la fertilidad de suelos, factor preponderante en la producción de quinua.

Si se observa la baja fertilidad de los suelos del altiplano se encuentra que, básicamente, ello se debe a la escasa capa arable, bajo contenido de materia orgánica, suelo de textura muy suelta (o en otros casos muy pesada), escaso periodo de humedad en el suelo; la quinua es exigente en nitrógeno aunque también requiere fósforo y calcio, por tanto su cultivo supone la extracción de nutrientes del suelo en cantidades variables, si no se considera la reposición de estos elementos extraídos con la aplicación de fertilizantes orgánicos o químicos, la fertilidad del suelo será cada vez menor y los rendimientos irán disminuyendo.

El uso de materia orgánica tal como el humus de lombriz conjugado con el adecuado uso del suelo, permite buscar alternativas de aumentar la fertilidad de los suelos del altiplano, su incidencia en el rendimiento del cultivo así como los cambios físicos químicos suelo.

Los objetivos propuestos fueron los siguientes:

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de la quinua como efecto del abonamiento orgánico de los suelos en dos localidades del Altiplano Central.
- Evaluar los componentes de rendimiento en dos variedades de quinua a diferentes niveles de abonamiento con humus de lombriz en dos localidades del Altiplano Central.
- Determinar el efecto del humus de lombriz sobre algunas propiedades físicas del suelo en dos localidades del Altiplano Central.
- Realizar el análisis económico del cultivo de la quinua con aplicación de humus de lombriz en dos localidades del Altiplano Central.

El material genético empleado en el presente estudio fueron las variedades semiprecoces de quinua Ratuqui y Sayaña procedentes de la Estación Experimental de Patacamaya, y diferentes niveles de humus de lombriz roja californiana *Eisenia foetida*.

Por tratarse de un experimento en el espacio se utilizó Experimentos en Series para dos localidades en Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo en parcelas divididas para cada localidad Steel *et al.* (1985), con niveles en parcela principal y variedades en sub-parcelas. Asignando dos localidades, cuatro niveles de abonamiento y dos variedades en cuatro repeticiones, dando un total de 64 unidades experimentales.

La siembra se efectuó el 8 y 10 de diciembre en Vilaque y Patacamaya respectivamente, en la campaña agrícola 96-97, con una densidad de siembra de 10 kg/ha la semilla se distribuyó a chorro continuo en surcos.

Los parámetros agronómicos evaluados fueron: días a la floración, días a la madurez fisiológica, rendimiento en grano, materia seca, altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de 100 semillas de quinua e incidencia de mildiu.

Los parámetros edáficos evaluados fueron: densidad aparente, porosidad, agregados, índice de inestabilidad estructural, retención de humedad, capacidad de campo y punto de marchitez permanente.

El análisis económico se realizó considerando las dos localidades.

En las variables agronómicas: Rendimiento en grano, materia seca, altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja y diámetro de panoja, peso de 100 semillas e incidencia de mildiu, presentan diferencias altamente significativas entre localidades, obteniéndose mayores promedios en la localidad de Patacamaya en comparación a la localidad de Vilaque donde fue menor.

La incorporación de abono orgánico en diferentes niveles de abonamiento en el suelo para el rendimiento en grano por hectárea y materia seca fue positiva para la localidad de Patacamaya por los incrementos significativos que se obtuvo con los niveles 40 y 80 kg N/ha, mientras que en la localidad de Vilaque no fue significativa para ninguno de los niveles en ambas variables.

Los niveles apropiados que permiten obtener un mayor diámetro de tallo en ambas localidades son 20, 40 y 80 kg N/ha cuyos diámetros fueron de 7.32, 7.51 y 7.72 mm respectivamente en comparación al testigo que alcanzó un menor diámetro de 6.87 mm.

La variedad Ratuqui fue la que más diámetro de panoja presentó, con un promedio de 26.02 mm con relación a la variedad Sayaña de 24.81 mm. La que más peso de 100 semillas presentó fue la variedad Sayaña con 0.340 gr y la Ratuqui con menor peso de 0.323 g.

La aplicación de humus de lombriz tiene influencia directa en los componentes de rendimiento del cultivo de la quinua en ambas localidades de Patacamaya y Vilaque.

Las variables edáficas % de agregados, índice de inestabilidad estructural, retención de humedad, capacidad de campo, y punto de marchitez permanente presenta diferencias altamente significativas entre localidades; en Vilaque se observó promedios mayores en comparación a Patacamaya donde los promedios fueron menores.

En las propiedades físicas de suelos de densidad aparente, % de porosidad se recomienda la utilización de 40 y 80 kg N/ha niveles con los cuales se obtuvieron respuestas significativas a la disminución de la densidad aparente de 1.43 a 1.41 gr/cc; además de un aumento en el % de porosidad de 46.13% a 46.89% en comparación al testigo que es de 43.77%.

El efecto de aplicación de humus de lombriz incide en los cambios de algunas propiedades físicas en ambas localidades de Patacamaya y Vilaque.

Según el análisis económico, el nivel 0 kg N/ha es el que presenta el mejor beneficio neto en la localidad de Patacamaya con la variedad Sayaña, en comparación a Vilaque donde fue menor. Los tratamientos con niveles 0,20 y 40 kg N/ha de humus lombriz en el cultivo de la quinua en el primer año son rentables para Patacamaya excepto para el nivel 80 kg N/ha, mientras que para Vilaque no es rentable excepto para el nivel 0 kg N/ha, lo que origina bajos ingresos por el costo del abono húmico; pero a partir del segundo año en los tratamientos con los diferentes niveles de abonamiento los rendimientos se incrementan en un 10%, a su vez que mejoran las características físicas del suelo esto por el efecto residual de la aplicación de humus y el aporte de nitrógeno que será aprovechado por el cultivo de la quinua.

## **Comportamiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo riego diferenciado por fases fenológicas en el Altiplano central**

Mario Esteban RAMOS FLORES, Ing. M. Sc. Gualberto ESPÍNDOLA CANEDO

T-374

2000

112 p

En la Estación Experimental de Patacamaya, ubicada en la provincia Aroma del departamento de La Paz, Bolivia, se llevó a cabo un ensayo, en el cual se estudiaron dos factores: dos variedades de quinua (factor A), Chucapaca de ciclo tardío y Jiskito de ciclo precoz, y supresiones de riego en diferentes fases fenológicas (factor B); 5 hojas alternas, 13 hojas alternas, floración, grano lechoso, grano masoso y madurez fisiológica (Testigo)

Los objetivos fueron: 1) Determinar el comportamiento de dos variedades de quinua bajo supresiones de riego en diferentes fases fenológicas; 2) Determinar la variación de los componentes de rendimiento, debido a las supresiones de riego en diferentes fases fenológicas con respecto a los testigos.

Las variables de respuesta fueron; altura de planta, diámetro tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja, rendimiento de grano, peso de 1000 grano y diámetro de granos, complementados con análisis de crecimiento.

Considerando variedades, los resultados muestran que en los componentes de rendimiento altura planta (79.93 cm), diámetro tallo (3.34 mm), longitud panoja (30.48 cm) y diámetro panoja (38.92 mm) la variedad tardía Chucapaca obtuvo los mayores valores. En cuanto a rendimiento, peso de 1000 granos y diámetro de grano los mayores valores se presentaron en la variedad precoz Jiskito (743.23 kg/ha, 3.93 gr y 1.58 mm respectivamente).

A madurez fisiológica, considerando los diferentes tratamientos de supresiones de riego, en los componentes de rendimiento altura planta, longitud panoja y diámetro panoja, el cultivo a secano (71.60 cm, 28.12 cm, y 38.17 mm) y las supresiones de riego suplementario en las fases fenológicas de 5 hojas alternas (73.81 cm, 29.58 cm y 38.78 mm, 13 hojas alternas (71.10 cm, 28.72 cm y 39.47 mm, floración (75.51 cm, 29.08 cm y 38.37 mm), grano lechoso (74.82 cm, 29.12 cm y 38.17 mm) y grano masoso (71.17 cm, 28.31 cm y 36.32 mm respectivamente, no presentaron efectos negativos en dichos componentes, puesto que tuvieron valores similares al Testigo (76.17 cm, 28.93 cm y 39.11 mm), esto debido a la plasticidad de crecimiento fenotípica que posee ésta especie. Sin embargo, la variable rendimiento de grano fue la que mostró los efectos de las supresiones de riego en diferentes fases fenológicas. Las supresiones de riego en las fases fenológicas de 13 hojas alternas, floración y grano lechoso, tuvieron reducciones del 29.34, 29.60 y 27.31% respectivamente, frente al Testigo (riego suplementario continuo hasta madurez fisiológica).

En cuanto a las variables fisiotécnicas a madurez fisiológica, en la tasa de crecimiento absoluto los tratamientos a los cuales se les suprimió riego suplementario en las fases fenológicas de 5 hojas alternas, 13 hojas alternas y grano lechoso (2.273, 2.281 y 2.462 gr/día respectivamente) presentaron las menores ganancias de peso frente al Testigo (3.270 gr/día).

En la tasa de crecimiento relativo, el Testigo presentó las mayores tasas de ganancia de materia seca (0.019 gr/gr/día).

Finalmente para la tasa de asimilación neta, en la fase de grano masoso el tratamiento a secano (0.233 gr/dm<sup>2</sup>/día) y supresión de riego en la fase fenológica de 5 hojas alternas (0.211 gr/dm<sup>2</sup>/día) presentaron las mayores ganancias de peso por unidad de área foliar, en comparación al Testigo (0.080 gr/dm<sup>2</sup>/día).

## **Interacción genotipo-ambiente de 18 variedades de quinua seleccionadas en ambientes del Altiplano boliviano**

*Julián Raúl LÓPEZ QUENTA, Ing. Ph.D. Sven E. JACOBSEN, Ing. M.Sc. Alejandro BONIFACIO, Ing. M.Sc. Yakov ARTEAGA*

T-381

2000

101 p

El presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de determinar el efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre el rendimiento en grano de 18 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), provenientes de diferentes países de América del Sur y Europa, en condiciones ambientales existentes en localidades del altiplano central y norte del departamento de La Paz (Patacamaya, Choquenaira y Belén), bajo condiciones de riego suplementario y a secano.

El experimento fue distribuido bajo el diseño de bloques al azar con 18 tratamientos y tres repeticiones por localidad tanto en condiciones a secano como bajo condiciones de riego suplementario. El material genético estuvo conformado por 18 genotipos: 4 bolivianos: Chucapaca, Huaranga, Real y Kamiri; 4 peruanos: 03-21-072, LP-4B, 03-21-079, 04-02-641; 5 ecuatorianos: Ecu-420, Ecu-405, Ecu-527, Ecu-508 e Ingapirca y 5 europeos UK-5, UK-2 (Inglaterra), E-DK-4, G-205-95 (Dinamarca) y NL-6 (Holanda). Se evaluaron las variables: días a la floración (50%), días a la madurez fisiológica, altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, rendimiento en grano, peso de 100 semillas y diámetro de grano.

Los genotipos provenientes de Europa demostraron mayor precocidad al completar su ciclo reproductivo entre 117 a 125 días, los peruanos y bolivianos fueron considerados como genotipos intermedios (132 a 160 días), mientras que los genotipos ecuatorianos fueron los más tardíos con 170 a 185 días de ciclo reproductivo. Los genotipos registraron variaciones para las diferentes variables de estudio: altura de planta, longitud y diámetro panoja, rendimiento en grano, peso de 100 semillas y diámetro grano, donde los tratamientos bajo condiciones de riego suplementario fueron ligeramente superiores con relación a los tratamientos a secano.

Los genotipos bolivianos y peruanos, expresaron mayores rendimientos de grano en condiciones ambientales existentes en el altiplano central y norte del departamento de La Paz, tanto en condiciones a secano como bajo condiciones de riego suplementario. El análisis de varianza combinado para la interacción genotipo-ambiente determinó significación estadística para el rendimiento de grano, debido a causas de origen genético así como a factores ambientales. Asimismo, en la localidad de Belén los rendimientos de los genotipos decrecieron en forma ostensible debido al retraso en época de siembra y a causa de factores climáticos adversos como las heladas que afectaron en forma negativa la producción de grano.

El análisis de estabilidad para el rendimiento de grano, se realizó por el método de Eberhart y Rusell (1966) y la interpretación se lo efectuó según Vencovsky y BARRIGA (1992). Bajo condiciones de riego suplementario los genotipos más estables fueron LP-4B y 04-02-641 con rendimientos promedios de 705.81 y 627.63 kg/ha; mientras que en las condiciones a secano el más estable fue el genotipo LP-4B con un rendimiento promedio de 586.25 kg/ha, estos genotipos demostraron mayor estabilidad ante los cambios de la calidad ambiental, razón por la cual se recomienda su multiplicación masiva en estas áreas geográficas.

Este material genético debe ser probado en un mayor número de localidades, para así contar con más información acerca de su estabilidad fenotípica, asimismo, debe aprovecharse la precocidad expresada por los genotipos provenientes de Europa, para poder realizar cruces con el fin de obtener genotipos que presenten un menor periodo reproductivo. De la misma manera, este experimento debe ser ejecutado en otros ambientes durante los próximos años para confirmar la estabilidad demostrada por los genotipos seleccionados.

## Evaluación de la resistencia de ocho accesiones de quinua a *Copitarsia turbata*

Juan Carlos OSCO CASTILLO, Ing. Tereza RUÍZ DÍAZ LUNA PIZARRO, Ing. M.Sc. Raúl SARAVIA ZURITA

T-439

2001

74 p

En el presente estudio se evaluó la resistencia de ocho accesiones de quinua al ataque de la especie *Copitarsia turbata*, conocido comúnmente como "ticonas", que es una de la plagas locales más importantes del cultivo de la quinua. Siete de estas accesiones de quinua fueron seleccionados de un trabajo realizado por Saravia (1995), quien evaluó la resistencia de 80 accesiones de quinua al ataque de *Spodóptera frugiperda*. La octava accesión de quinua se seleccionó del trabajo efectuado por Avalos (1995) quien reportó resistencia a *Eurysacca melanocampta*.

El trabajo se realizó en la Estación Experimental "Patacamaya", en condiciones de laboratorio. El material vegetal estuvo compuesto de las accesiones de quinua, 213, 601, 700, 1487, 1596, 1758 y 2044. La población de insectos utilizados fueron larvas recién eclosionadas y de cuarto estadio de la especie *Copitarsia turbata*.

Para obtener hojas y panojas frescas, se sembró las ocho accesiones de quinua en tres épocas bajo condiciones de invernadero. A fin de contar con la población suficiente de larvas se capturó insectos adultos en campo y se los crió en laboratorio a una temperatura de 20+/-4°C y humedad de 60+/-10% HR.

Los métodos empleados para evaluar la resistencia de las accesiones de quinua fueron aquellos conocidos como prueba sin opción a elegir y prueba con opción a elegir.

La prueba sin opción a elegir se empleó para determinar los efectos que cada una de las accesiones de quinua produce sobre la biología de la plaga. Las variables que se registraron son mortalidad de larvas, peso de larvas, duración del estado larval, peso de pupas, tiempo requerido por las larvas para alcanzar el estado de adulto, emergencia de adultos y número total de insectos muertos.

La prueba con opción a elegir se empleó para determinar la preferencia o no-preferencia de las larvas entre las diferentes accesiones de quinua. La variable registrada en esta prueba fue el área foliar consumida en cada accesión.

Las pruebas con opción a elegir y sin opción a elegir, se realizaron bajo un diseño completamente al azar, la primera prueba contó con 24 repeticiones y la segunda con 18 repeticiones.

En la prueba sin opción a elegir, se presentaron diferencias significativas en las variables: peso de larvas, duración del estado larval, peso de pupas, y el tiempo requerido por las larvas para alcanzar el estado adulto. En la prueba con opción a elegir también se encontraron diferencias significativas en el área foliar consumido por las larvas entre las diferentes accesiones de quinua.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las accesiones 688, 1596 y 700 muestran resistencia a *Copitarsia turbata*. Entre estas, las accesiones 700 y 1596 presentan el mecanismo de resistencia conocido como antixenosis o no-preferencia, pues tienen los niveles más bajos de consumo foliar. La accesión 688 presenta el mecanismo de resistencia conocido como antibiosis, pues influye negativamente sobre el peso de larvas y alarga significativamente el tiempo de desarrollo que requiere el insecto para alcanzar el estado adulto. Además esta accesión al igual que, la 1758, también presenta el mecanismo de resistencia conocido como no-preferencia o antixenosis aunque en menor grado.

Las accesiones 2044, 1487, 601 y 213 resultan susceptibles a la especie *Copitarsia turbata*, puesto que presentan altos niveles de consumo foliar en comparación a las restantes accesiones de quinua: por otro lado, estas accesiones no causan efectos adversos significativos sobre la biología de la plaga.

## Dosis de Baculovirus *Phthorimaea* para el control biológico de *Eurysacca melanocampta* Meyrick en el cultivo de la quinua

Reinaldo QUISPE TARQUI, Ing. M.Sc. Raúl SARAVIA, Ing. M.Sc. Alejandro BONIFACIO,  
Ing. M.Sc. Wilfredo ROJAS

T-536

2002

77 p

En este estudio se evaluó la eficiencia de cuatro dosis de *B. phthorimaea* para el control biológico de la polilla de la quinua (*E. melanocampta*), una plaga de importancia económica del cultivo de la quinua. El trabajo se dividió en dos partes: En la primera se evaluó la eficiencia de *B. phthorimaea* en parcelas de quinua de la localidad de Jalsuri. Y en la segunda, se planteó evaluar la eficiencia de *B. phthorimaea* en condiciones de laboratorio de la Estación Experimental de Choquenaira (UMSA).

En el trabajo de campo se monitoreo la población de larvas de la polilla de la quinua, mediante muestreos periódicos. Cuando las larvas llegaron a un promedio de 10.35 larvas/planta se aplicaron cuatro dosis de *B. phthorimaea* (5, 20, 35 y 50 larvas infectadas) y un testigo químico (Ambush). La preparación de las dosis del entomopatógeno se realizó empleando larvas de *Phthorimaea operculella* infectadas con el virus (*B. phthorimaea*), las cuales se molieron, filtraron y diluyeron en litro de agua. Para determinar el % de eficiencia de los tratamientos se realizó evaluaciones del número de larvas vivas 2 días antes de la aplicación de los tratamientos y 7, 14, 21 y 28 días después (periodos de evaluación). La formula empleada para calcular el % de eficiencia fue la propuesta por Anderson y Tillton (1985). Los datos de eficiencia de las dosis en los cuatro periodos se analizaron bajo un diseño completamente al azar con un arreglo en parcelas divididas en el tiempo. También se describió los síntomas que presentaron las larvas infectadas por el virus mediante observaciones con lupa de aumento en campo y estereoscopio en laboratorio.

De acuerdo a los resultados, se encontró una interacción significativa entre los factores periodos de evaluación y dosis, donde la eficiencia del *B. phthorimaea* se incremento a medida que sus concentraciones iban creciendo. Y en función a los periodos de evaluación, presentó un incremento gradual en sus valores hasta la tercera evaluación pasado este periodo la eficiencia se reduce, a diferencia del testigo químico (insecticida Ambush) cuyos porcentajes de eficiencia van disminuyendo con el tiempo. Registrándose las mayores eficiencias del *B. phthorimaea* a los 21 días con 18.86, 43.38, 53.60 y 59.41%, a una dosis de 5, 20, 35 y 50 larvas/l, respectivamente, siendo este el periodo de máximo control de *E. melanocampta* con el virus. Concluyéndose que el patógeno necesita de este tiempo para desarrollar la enfermedad y provocar la muerte a las larvas de *E. melanocampta*, al igual que en la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*).

En cuanto a la sintomatología, las larvas enfermas cambian de color a un blanco cremoso opaco y de aspecto lechoso, son lentas en sus movimientos, dejan de alimentarse y se toman flácidas.

Para el trabajo de laboratorio se recolectó insectos adultos y larvas de *E. melanocampta* de parcelas de quinua de la localidad de Jalsuri, los adultos fueron criados utilizando dos métodos de cría, el método de la jaula y el método del frasco. En cambio las larvas se criaron en cámaras de alimentación larval y empupamiento.

Según los resultados obtenidos, en laboratorio no se logró la cría masiva de la polilla de la quinua por las bajas tasas de oviposición que se registraron, lo que no proporciono la cantidad necesaria de larvas para la aplicación y posterior evaluación de los tratamientos (dosis de *B. phthorimaea*) en laboratorio. En cambio, se logró criar las larvas de *E. melanocampta* en laboratorio hasta que alcanzaron el estado de pupa, de las cuales el 48.46% presentó parasitismo natural, que fue el producto de la acción de tres especies de parasitoides: *Venturia sp.*, *Copidosoma sp.* y *Phytomyptera sp.*; las dos primeras pertenecen al orden Hymenóptera y la ultima al orden Díptera

## **Evaluación agroeconómica del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con niveles de fertilización de urea y riego por aspersión en el Altiplano norte**

*Ines Gladys ALANOCA CONDORI, Ing. M.Sc. Jorge PASCUALI CABRERA, Ing. M. Sc. Félix MAMANI REYNOSO*

T-570

2002

95 p

La quinua es un grano originario de los andes cuya distribución ecológica es bastante amplia, desde Colombia, Argentina, Chile, Bolivia, Ecuador hasta Perú. La inestabilidad climática, así como otros factores afectan la producción a nivel agricultor; sin embargo, es uno de los pocos alimentos en la región del altiplano que puede ser una fuente de proteína para la población.

El presente trabajo tiene como objetivo: determinar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la quinua bajo riego por aspersión en dos cultivares.

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental de Belén en la localidad de "Achacachi" altiplano norte de La Paz.

Para el análisis de resultados se usó un diseño estadístico de bloques al azar con arreglo factorial en parcelas divididas. Se tomó como factor de estudio la variedad Robura y la Accesión 1595, y niveles de fertilización nitrogenada 0, 40, 80 y 120 kg urea/ha. Posteriormente, se ha realizado el análisis económico financiero de la aplicación de fertilizante nitrogenado (urea) bajo condiciones de riego y un análisis costo/beneficio de cada uno de las variedades y niveles de fertilización.

El nitrógeno es un elemento inestable y transformable, que influye en el rendimiento de un cultivo. Varios son los trabajos sobre fertilización nitrogenada en quinua en los cuales se mencionan diferentes niveles, pero una respuesta favorable al incremento de nitrógeno, considerándose el nivel óptimo de 80 kg urea/ha como el de mayores beneficios.

El nivel 80 kg Urea/ha aplicado en el momento de la siembra fue significativo, incrementando el rendimiento y la calidad en el grano la cual fue favorecida por riego adicional, comprobando que: la fertilización en el momento de la siembra produce buenos resultados, evitando la fertilización fraccionada y así evitar mayores gastos en la producción.

Las variables agronómicas como altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de 100 granos y diámetro de grano, sufren un efecto directo por la fertilización, el cual determinó un incremento en éstas variables.

En la comparación económica realizada, comprueba los resultados estadísticos y trabajos anteriores: El nivel 80 kg urea/ha. Por otra parte, el cultivo con riego es el que obtiene mayor beneficio en relación al costo de producción.

Por ello se recomienda que en cultivos extensos de quinua se use un sistema de riego.

## **Análisis de la variabilidad genética del germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) circundante al Lago Titicaca**

Milton Víctor PINTO PORCEL, Ing. M.Sc. Wilfredo ROJAS, Ing. M. Sc. Alejandro BONIFACIO

T-587

2002

97 p

Con el propósito de analizar la variabilidad genética del germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) circundante al lago Titicaca, que se conserva en el Banco Nacional de Granos Altoandinos a cargo de la Fundación PROINPA Regional Altiplano, se caracterizó y evaluó el comportamiento agromorfológico de 432 accesiones de quinua provenientes del área circunlacustre, tanto de territorio boliviano como peruano. Esta actividad se desarrolló la gestión agrícola 99/2000 en la Estación Experimental Belén (16°1' LS y 68°42' LW) dependiente de la Facultad de Agronomía UMSA, que por su proximidad al lago representa las condiciones edafoclimáticas de los lugares de origen del material estudiado.

Para determinar los patrones de variación genética, identificar las variables cuantitativas más discriminantes y clasificar grupos de accesiones de diferente variabilidad genética, se aplicaron dos métodos multivariados sobre 17 variables cuantitativas: 5 fenológicas, 10 morfológicas, rendimiento e índice de cosecha.

El análisis estadístico descriptivo permitió evidenciar una amplia variabilidad genética en cuanto al ciclo fenológico y al tamaño de las quinas principalmente. De acuerdo al análisis de correlación simple, se determinó que las asociaciones más importantes entre variables fenológicas correspondieron al 50% de floración con el inicio de floración y fin de floración; en las variables morfológicas se destacan las asociaciones entre el ancho de hoja con la longitud de hoja y longitud de pecíolo, también, el diámetro de tallo con la longitud de panoja y altura de planta. Asimismo, son significativas las asociaciones entre el rendimiento con el diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja y altura de planta. A todas ellas se asociaron positivamente las demás variables fenológicas y de arquitectura de planta, en cambio, en forma negativa lo hicieron el rendimiento y el índice de cosecha.

Con el Análisis de componentes principales se identificó a 4 componentes significativos que contribuyeron con más del 69% de la varianza total. Así, el primer componente principal identificó a quinas altas de tallos gruesos, con hojas y panojas grandes pero de ciclo fenológico tardío y que a su vez, registran bajos índices de cosecha.

El segundo componente principal identificó a quinas precoces de porte mediano y que a su vez tienden a desarrollar tallos relativamente gruesos, hojas y panojas medianas con buena cantidad de grano, consecuentemente presentaron los mejores rendimientos.

Asimismo, se determinó la proporción de la varianza total contribuida por cada variable original sobre los 4 componentes significativos, encontrando que las variables más importantes y discriminantes fueron el 50% de floración, inicio de floración y fin de floración, seguidas del peso de 100 granos, el diámetro de grano, rendimiento y finalmente se encontraron la longitud de panoja, longitud de hoja, diámetro de tallo y ancho de hoja.

La técnica de agrupamiento no jerárquico k-medias, permitió clasificar a las accesiones de quinua circundantes al lago Titicaca en dos grupos; el Grupo 1 formado por 161 quinas tardías de porte alto con panojas grandes e índices de cosecha bajos; el Grupo 2 formado por 271 quinas precoces de tamaño mediano con hojas y panojas medianas, grano pequeño y que a su vez presentan altos índices de cosecha.

## **Eficiencia del Success como alternativa en el control de la polilla de la quinua (*Eurysacca melanocampta* Meyrick)**

Luis Bérnabé AZTURIZAGA ARUQUIPA, Ing. M.Sc. Alejandro BONIFACIO, Ing. M. Sc. Raúl SARAVIA ZURITA

T-589

2002

66 p

La quinua es uno de los cultivos más importantes del altiplano boliviano, el mismo se desarrolla bajo condiciones climáticas adversas (heladas y sequías), también se ve afectada el ataque de plagas, de las cuales la "Kcona kcona" (*Eurysacca Melanocampta* Meyrick) es la más perjudicial, porque influye en los rendimientos del cultivo. Una alternativa de control de la plaga esta representada por el empleo de bioinsecticidas entre los cuales el Success se constituye una nueva alternativa de control, razón por el cual el presente trabajo evaluó al Success (producto de metabolismo bacteriano) planteándose los siguientes objetivos:

- Determinar la eficiencia del producto en el control de la polilla de la quinua en el altiplano central de La Paz.
- Determinar la selectividad del producto en el control de la polilla.
- Conocer el comportamiento del Success en el control de la polilla
- Estudiar la relación costo- eficiencia.

El trabajo fue realizado en las localidades de Letanías y Jalsuri, las mismas se hallan localizadas en la provincia Ingavi del departamento de La Paz. Para determinar la eficiencia del producto se evaluaron 4 dosis de Success, un testigo químico (Ambush) y un testigo absoluto. Las dosis se establecieron tomando como base las recomendaciones de los fabricantes, se propuso una dosis alta (20% mayor a la dosis recomendada), media (dosis recomendada), baja 1 (40% menor a la dosis recomendada) y baja 2 (20% menor a la dosis recomendada). Para su evaluación se empleo el diseño de bloques completamente al azar. Las aplicaciones de las dosis fueron realizadas una vez comprobada la presencia de la plaga (conteo de individuos 24 horas antes de la aplicación), en las localidades de Letanias y Jalsuri. Se evaluó el número de larvas muertas a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación de las dosis, con estos datos se determinó la eficiencia de los tratamientos, empleando la formula de Henderson y Tilton (CIBA GEIGY 1987). Para determinar la selectividad del producto se registraron a los insectos presentes en el cultivo, agrupándolos en insectos benéficos, plagas e inofensivos, para esto se utilizaron 3 trampas de agua las mismas que fueron instaladas en ambas localidades. El comportamiento de Success en el control de la plaga se estableció en laboratorio con los mismos tratamientos del experimento en campo, se evaluó el desenvolvimiento del producto las primeras 12 horas, 24 y 48 horas después de la aplicación. El análisis costo eficiencia fue realizado tomando en cuenta los costos de producción del cultivo y utilizando los diferentes tratamientos, según recomendaciones de la FAO (1985).

Según los resultados obtenidos, las dosis media (50cc Success/100lt de agua) y alta (60cc Success/100lt de agua) del bioinsecticida fueron las más eficientes en el control de la polilla de la quinua, alcanzado valores de 82,45% y 88,6% en la localidad de Letanias y de 87,5% y 93,0% en la localidad de Jalsuri. Analizando la selectividad del producto podemos afirmar que es específico en el control de Lepidópteros, debido a que la población de los demás insectos se mantuvo estable en el cultivo. En cuanto al comportamiento del Success en laboratorio se observó que su poder biocida se expresa dentro las primeras 24 horas después de haber sido ingerido por la larva y la sintomatología final se expresa con la desecación de larvas y el color negruzco de las mismas. Realizando el análisis de la eficiencia - costo del Success, se determinó que las dosis media y alta, con 340,89 y 335,22 \$us/ha respectivamente, son las de menor costo en comparación a las demás dosis empleadas.

Según los resultados y bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo se concluye que el Success se constituye en otra alternativa para el control biológico de la polilla de la quinua, asimismo se comprobó que es un producto específico para el control de lepidópteros.

## Evaluación de campo de la tolerancia al Mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.) en material seleccionado de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Luis MAMANI MAYDANA, Ing. M. Sc. Jorge GUZMÁN CALLA

T-597

2003

94 p

Para determinar la tolerancia de campo de materiales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), a la enfermedad del mildiu (*Peronospora sp.*), se estableció un ensayo con 16 variedades de quinua, incluyendo material dulce y amargo en dos localidades, una en el Altiplano Central (Estación Experimental Patacamaya) y otra en el Altiplano Norte (Unidad Académica Campesina Tiahuanacu), pertenecientes a las Provincias Aroma e Ingavi respectivamente del Departamento de La Paz.

Para tal propósito se plantearon los siguientes objetivos:

- Identificar materiales tolerantes al mildiu de la quinua.
- Determinar la curva epifitológica del mildiu en las diferentes localidades.
- Identificar la especie del género *Peronospora sp.*, que causa el mildiu de la quinua en las localidades de estudio.

La presente investigación, se llevó a cabo en el año agrícola 1993-1994. Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones y se evaluaron 16 materiales seleccionados entre genotipos, variedades y accesiones con características de resistencia al mildiu, generadas en la Estación Experimental de Patacamaya utilizando entre ellas como referencia a la variedad comercial Sajama.

En las dos localidades de estudio, la severidad de la enfermedad del mildiu de la quinua es diferente, por ésta razón se hizo el trabajo de identificación del agente causal. Para dicho trabajo se tomaron muestras de las dos localidades y se realizó el estudio de laboratorio con ayuda del microscopio, observándose los esporangióforos, esporangios y oosporas del agente causal. Realizada la medición de éstas estructuras mencionadas, los valores obtenidos fueron comparados con los rangos establecidos por Yerkes y Shaw (1959), con lo que se determinó que la especie del agente causal en ambas localidades se trata de ***Peronospora farinosa*** Ferrer.

El desarrollo de la enfermedad en la localidad de Patacamaya fue lenta y el incremento después de la infección fue mínima, alcanzando un valor máximo de 13.6% de severidad a los 49 días después de la infección. En la localidad de Tiahuanacu el desarrollo del mildiu fue rápido y el progreso de la enfermedad fue acelerado, alcanzando un valor máximo de 63.9% de severidad a los 77 días después de la infección; atribuyéndose estas diferencias entre ambas localidades, principalmente a la humedad relativa del ambiente, dado que se trata del mismo patógeno.

Una vez producida el inicio de la infección del mildiu, en Patacamaya se alcanzó en 35 días el valor máximo de 100% de incidencia, observándose que el inicio de la infección se produjo a los 70 días después de la siembra. En Tiahuanacu el inicio de la infección se produjo a los 63 días después de la siembra, alcanzando el 100% de incidencia a los 21 días después de producida la infección.

El análisis de varianza individual y por localidades realizadas para las variables más importantes del presente ensayo (severidad de la enfermedad y rendimiento), presentaron diferencias estadísticas al nivel de 5% de significancia. Los materiales tolerantes a la acción patogénica del hongo ***Peronospora farinosa*** Ferrer, correspondieron a las accesiones 04.03.1596 (15) y 04.01.1334 (13), calificados como las más tolerantes al mildiu de la quinua. Estas dos accesiones tuvieron comportamientos similares en las dos localidades evaluadas, por tanto se puede afirmar que ambos materiales poseen una amplia adaptación en condiciones ambientales contrastantes a la actividad patogénica del hongo.

Los materiales calificados como las más susceptibles, fueron los materiales Sajama (16), 04.01.2351 (8), Robura (5) y 04.01.2339 (6), presentando el mismo comportamiento en ambas localidades de evaluación.

Los rendimientos superiores correspondieron a las accesiones 04.03.1595 (14) y 04.03.1596 (15) con 2063 y 2036 kg/ha respectivamente, entre éstas la segunda accesión mencionada fue calificada como el material más tolerante a la enfermedad del mildiu de la quinua.

Uno de los caracteres genotípicos que ha contribuido en la resistencia a la actividad patogénica del hongo ***Peronospora farinosa*** Ferrer, fue la hipersensibilidad de los materiales calificados como los más tolerantes.

## **Evaluación de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a diferentes espaciamientos entre surcos y entre plantas en la comunidad de Mamani**

José FERRUFINO MIRANDA, Ing. M. Sc. Alejandro BONIFACIO, Ing. Genaro ARONI

T-623

2003

96 p

El estudio: "**Espaciamiento entre surcos y plantas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Patacamaya**" se llevó a cabo en la gestión agrícola 1999-2000, en la comunidad de Mamani, perteneciente a la provincia Ingavi, Altiplano Norte, del departamento de La Paz, Bolivia, a una altitud de 3850 msnm, dentro de las coordenadas geográficas 16°36'45" de Latitud Sur y 68°18'25" de Longitud Oeste. La precipitación fue 542.9 mm y el suelo presentó una textura franco (F). El material genético utilizado fue la variedad Patacamaya, cuyo lanzamiento en campo fue el año 1997 por el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA); su origen deriva de la cruce entre la variedad Samaranti (dulce) por la Kaslala (Real amarga), presenta un ciclo vegetativo de 145 días (semiprecoz), es de grano grande, dulce y los rendimientos en grano son elevados.

Con el objetivo de evaluar el efecto de los espaciamientos entre surcos y plantas sobre las variables agronómicas, componentes del rendimiento y los costos parciales de producción para cada tratamiento, la siembra se realizó en surcos espaciados a 40, 60 y 80 cm, en un diseño experimental de bloques al azar bajo un arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones, asignando a los espaciamientos entre surcos como tratamientos en parcelas grandes y a los espaciamientos entre plantas como subtratamientos en las parcelas pequeñas. Cuando las plantas alcanzaron una altura de 15 a 20 cm se procedió al raleo de plantas en forma manual a espaciamientos de 10, 20, 30, 40 y 50 cm entre plantas. Las variables agronómicas que se tomaron en cuenta para el presente estudio son: altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja; estas fueron evaluadas en las fases fenológicas de: despunte de panoja (DP), floración (FL), grano lechoso (GL), grano masoso (GM), madurez fisiológica (MF), rendimiento de grano, broza y "jipi", peso de 100 granos, diámetro y espesor de grano, índice de cosecha y peso hectolítrico.

En la fase de DP, la altura de planta fue casi similar para todos los tratamientos en estudio; sin embargo en las fases de FL, GL, GM y MF la altura de planta fue variando registrándose valores de 77.29 y 77.16 cm con los tratamientos T13 y T14 respectivamente para la fase de MF, en tanto que el tratamiento T1 obtuvo un valor inferior en un 35% con relación a los anteriores tratamientos.

Para el carácter diámetro de tallo, en la fase de DP el tratamiento T12 registró el mayor valor 9.75 mm, mientras que el tratamiento T1 obtuvo el valor más bajo de 7.32 mm; en la fase de FL, no se observaron muchas variaciones, los valores oscilan en un rango de 7.32 a 11.62 mm; finalmente en las fases de GL, GM y MF los mayores espaciamientos entre surcos y plantas favorecieron al desarrollo del tallo, obteniendo un mayor diámetro de tallo con el T15 que registró un valor de 12.02 mm en la fase de la MF.

La longitud de panoja en la fase de DP fue casi similar para todos los tratamientos con un promedio general de 2.26 cm; los mayores espaciamientos favorecieron al crecimiento de la panoja, motivo por el cual los tratamientos T13 y T14 registraron los mayores valores en las fases fenológicas de FL, GL, GM; obteniendo en la fase de MF valores de 23.73 y 23.68 cm respectivamente, superior al resto de tratamientos; en tanto que el T1 alcanzó 14.21 cm, siendo el valor más bajo registrado en 143 días después de la siembra.

El diámetro de panoja, en las fases fenológicas de DP y FL, las plantas registraron promedios generales de 15.04 y 25.15 mm respectivamente, a partir de la fase de GL hasta MF el aumento del diámetro de la panoja fue notorio, debido a la formación del grano; en éstas fases, el tratamiento T14 sobresalió con un valor de 52.02 mm en la fase de MF, en relación al tratamiento T1 que registró el valor más bajo de 37.02 mm.

El mayor rendimiento en grano fue registrado por el tratamiento T6 con un valor de 2708.5 kg de grano/ha, seguido de los tratamientos T1 y T11 con rendimientos de 2557.2 y 2430.7 kg de grano/ha respectivamente, mientras los rendimientos más bajos fueron presentados por los tratamientos T15, T10 y T5 con valores de 1124.3, 1561.4 y 1653.3 kg de grano/ha respectivamente.

La altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja y el peso de 100 granos están asociados al rendimiento en forma positiva, siendo que este último está asociado en menor grado; los componentes del rendimiento explican un 75.72% del rendimiento, en tanto que el restante 24.28% es debido a otros factores como edáficos, genéticos, medio ambientales y otros. Los espaciamientos de 80 cm entre surcos y 40 cm entre plantas, presentaron una tasa de retorno marginal de 539.3% superior al resto de los tratamientos, lo que indica que, por cada boliviano (1Bs.) invertido se puede esperar recobrar un boliviano (1Bs.) y obtener 5.39 bolivianos adicionales.

## Variabilidad genética de quinua silvestre que se conserva en Bolivia

Adelaida Virginia AMARGO VALENCIA, Ing. M. Sc. Wilfredo ROJAS

T-663

2003

107p

Con el propósito de analizar la diversidad genética del germoplasma de quinua silvestre (*Chenopodium sp.*) que se conserva en el Banco Nacional de Granos Altoandinos a cargo de la Fundación PROINPA (Regional Altiplano), se evaluó el comportamiento morfológico y agronómico de 119 accesiones en el año agrícola 1999-2000, para determinar los patrones de variación y la clasificación de grupos genéticamente diferentes, para esto se aplicaron tres métodos multivariados sobre 16 variables cuantitativas.

Con el análisis de correlación se encontró que las variables fenológicas presentan una correlación significativa, seguidas en importancia por las variables de arquitectura de planta y asociándose a todas estas variables en forma negativa el diámetro de grano y el índice de cosecha, indicando con esto que aquellas plantas que desarrollan buen porte con tallos gruesos y mayor ramificación muestran ciclos fenológicos tardíos, como consecuencia presentan menores diámetros de grano e índices de cosecha bajos. Así también existe una alta correlación positiva entre las variables diámetro de grano, peso de 100 granos e índice de cosecha, lo que nos da a entender, que a mayor diámetro de grano se tendrá mayor peso de grano y un alto índice de cosecha.

En el análisis de Componentes principales, el primero aportó con el 49.21% de la varianza total y permitió distinguir a las accesiones que florecieron y maduraron más tardíamente, con índices de cosecha bajos y morfológicamente las plantas presentaron mayor altura, abundante ramificación y tallos gruesos; el segundo componente contribuyó con el 13% de la varianza total y resaltó a aquellas entradas silvestres que desarrollaron los granos más grandes, con escasa materia verde y floración temprana; el tercer componente aportó con el 8.99% de la varianza total y distinguió a las entradas con una afloración temprana y que a su vez registraron mayores rendimientos; el cuarto componente solo contribuyó con el 7.07% de la varianza total, mostrando a las accesiones con mayor rendimiento, panojas pequeñas a medianas y hojas pequeñas.

El análisis de conglomerados, permitió clasificar a las accesiones de quinua silvestre en seis grupos, esta agrupación en combinación con los datos de pasaporte proporcionó una descripción útil y permitió visualizar caracteres particulares en cada grupo. Los grupos 2 y 6 fueron los más distantes entre sí y agruparon a las quinuas más precoces y más tardías del germoplasma silvestre, respectivamente; el grupo 4 destacó a las accesiones tardías, con plantas grandes y de diámetros de grano de pequeño a mediano que se recolectaron en los valles altos de Chuquisaca, Cochabamba y La Paz; en cambio la procedencia del grupo 1 respecto a los grupos 3 y 4, mostró un acercamiento entre ellos (agrupación), debido a la predominancia existente en la procedencia y origen común de las accesiones, como es el Altiplano que comparten Perú y Bolivia.

A través del agrupamiento no jerárquico se identificaron 6 grupos de quinua silvestre, que posiblemente se traten de especies diferentes que pertenecen al género *Chenopodium*.

## **Análisis de causa y efecto entre rendimiento y sus componentes en once variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)**

Raúl GUILLERMO VERA, Ing. M. Sc. Wilfredo ROJAS, Ing. M. Sc. Félix MAMANI

T-706

2004

117 p

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Belén dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, durante la gestión agrícola 1999-2000, en el que se estudio 10 caracteres componentes del rendimiento, en 11 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), aplicando el método de Wright (1920, 1960, 1968), denominado "coeficientes de sendero", "coeficientes de paso", o "análisis de causa y efecto".

De las once variedades estudiadas se seleccionó cuatro por su capacidad de alto rendimiento: Jilata, Robura, Amilda y Surumi, con 2261.84 kg/ha, 2198.67 kg/ha, 2142.33 kg/ha y 2092.08 kg/ha, respectivamente.

Según las fases fenológicas, el botón floral fluctuó entre 88.00 días para la variedad Jilata y 95.00 días para la variedad Surumi, entre tanto las variedades Amilda y Robura se hallan entre los dos promedios; mientras que la floración fluctuó de 105.75 días para Jilata y 114.75 días para Surumi; al igual que en la anterior fase las variedades Amilda y Robura se encuentran entre los dos promedios; y la madurez fisiológica se alcanzó en 147.75 días para Jilata considerada como precoz, y como semi precoces entre 158.00 y 161.00 días para Amilda y Robura, como tardía la variedad Surumi con 163.75 días.

Los coeficientes de correlación altamente asociados con el rendimiento en la variedad Jilata fueron: altura de planta, diámetro de panoja y tallo, para la variedad Robura; altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja y tallo en Amilda; madurez fisiológica, altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja y tallo, y para la variedad Surumi; días a la floración, altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja y tallo.

El análisis de causa y efecto, permitió la descomposición de la correlación simple entre el rendimiento y los otros caracteres independientes, para las cuatro variedades seleccionadas por su mayor rendimiento, en efectos directos e indirectos, logrando determinar el verdadero aporte de cada carácter sobre el rendimiento, es así que en las variedades Jilata y Amilda, la altura de planta y diámetro de panoja; en Robura la longitud de panoja, presentó no solo el carácter más asociado con el rendimiento, sino también el mayor efecto directo, traduciéndose el valor de este efecto en un aporte relativo para las variedades indicadas; altura de planta del 77.19%, 41.48%, diámetro de panoja 10.11%, 40.80%; longitud de panoja 65.91%, respectivamente.

Con relación a la variedad Surumi, en esta se puede realizar una selección indirecta a través de los caracteres días a la floración y altura de planta, ya que ambos mostraron tener un mayor coeficiente de correlación con el rendimiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede evidenciar que existe una amplia variabilidad en los caracteres estudiados, lo que favorece para el mejoramiento a través de las variables que se mostraron más favorables para obtener mayores rendimientos, y de esa manera obtener material de partida para la producción de semilla de variedades mejoradas.

**Virulencia del virus de la Poliedrosis nuclear (VPN) en el complejo "Ticonas" (*Copitarsia sp.*, *Heliothis sp.* y *Spodoptera sp.*) en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)**

Yrene SIÑANI YUJRA, Ing. M. Sc. Raúl SARAVIA, Ing. Ph. D. Alejandro BONIFACIO,  
Ing. Teresa RUIZ DÍAZ LUNA PIZARRO

T-771

2004

75 p

El presente estudio para determinar la Virulencia del Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN) en el complejo "ticonas" (*Copitarsia sp.*, *Heliothis sp.* y *Spodoptera sp.*) en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), fue realizado en el laboratorio de Entomología de la Estación Experimental de Choquenaira de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), durante la gestión agrícola "2000-2001".

El material experimental (larvas del complejo "ticonas"), fue obtenido mediante el procedimiento que comprende: (a) recolección de insectos adultos en parcelas de quinua, (b) cría en jaulas, (c) ovoposición, (d) recolección de los huevos y (e) cría en ambiente controlado ( $20 \pm 5$  °C de temperatura y  $60 \pm 5\%$  de humedad relativa y 12 horas luz de fotoperiodo).

Se utilizaron 3 dosis de VPN con soluciones 0, 5 y 10 larvas infectadas y diluidas en 1 litro de agua; las cuales fueron asperjadas en plantas de quinua que se encontraban en estado fenológico de despunte floral. Las hojas: infestadas fueron recolectadas y dadas como alimento a las larvas del complejo "ticonas" en 3 estadios (I, II y III).

La virulencia fue determinada mediante el análisis de los porcentajes de mortalidad diaria, mortalidad acumulada y el Tiempo letal medio ( $TL_{50}$ ). Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANVA), siguiendo el modelo factorial de 3x3 para un diseño completo al azar. La sintomatología de las larvas infectadas por VPN, fue descrita mediante observaciones directas y a través de un estereoscopio.

Los resultados obtenidos, avalan que el Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN) es virulento en larvas del complejo "ticonas", porque la aplicación del VPN ha provocado la mortalidad de 62 a 83% de las larvas. La mortalidad se inicia desde el tercer día de la aplicación del VPN hasta el decimo tercer día; manifestándose el mayor porcentaje de mortalidad durante el periodo comprendido entre el tercer y noveno día. El tiempo letal medio ( $TL_{50}$ ) en larvas del complejo "ticonas" se manifiesta en el periodo comprendido entre el cuarto y décimo día.

El estadio larval I del complejo "ticonas", es el más susceptible al ataque del VPN, porque registró el mayor porcentaje de mortalidad (58.33%) en comparación a los estadios larvales II y III (55.66 y 46.66%, respectivamente). La aplicación de dosis 3 de VPN (10 larvas/1 litro de agua) provocó el mayor porcentaje de mortalidad (77%) de las larvas del complejo "ticonas", en comparación del resto de las dosis (0 y 5 larvas/1 litro de agua). Significando esto, que las larvas del complejo "ticonas" responden a dosis crecientes en cuanto al porcentaje de mortalidad.

Los síntomas que caracterizan a las larvas infectadas con el VPN son: presencia de manchas de color beige en la piel, reducción de la movilidad, falta de apetito, secreciones bucales de color beige y la coloración negro azulado en el cuerpo de las larvas muertas.

## **Distribución geográfica de la variabilidad genética del germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) que se conserva en el banco nacional de grano Altoandinos**

*Nelson Eulogio CHOQUE YANQUI, Ing. M. Sc. Félix Wilfredo ROJAS, Ing. Ph.D. Alejandro BONIFACIO*

T-840

2005

115 p

La quinua es una de las especies que constituye un importante componente de la alimentación, en Bolivia se ha realizado colectas de germoplasma en antiguas sendas de penetración y alrededor de caminos, en zonas próximas a La Paz, Oruro y Potosí, dentro de los valles de Cochabamba, Chuquisaca y Tarija, la colección de quinua esta conformada por 2701 accesiones, con una amplia variabilidad genética.

Se ha realizado una aplicación de sistemas de información geográfica, un análisis de las variables de esta especie, permitió predecir el área potencial de su distribución geográfica, y el territorio que contiene la mayor variabilidad, y una agrupación, y descripción de cada uno de los grupos formados. Aplicando programas de (SIG), para el mapeo y análisis espacial de los datos, como el DIVA-GIS, y el ArcView, los cuales contribuyen enormemente al estudio de nuestra diversidad.

La quinua se distribuye geográficamente en Ecuador, Perú, Chile, y Bolivia, desde los 00°08' LS y a 78°20' LO en Ecuador, hasta los 44°00' LS y 71°40' LO en el Sur de Chile. Las variables cuantitativas, se distribuyen en Ecuador, Perú, Chile y Bolivia, las con mayor altura de planta, se hallan entre intervalos de 154 -174.2 cm en Bolivia, las que mayor panoja desarrollaron están entre intervalos de 54 a 62.8 cm, ubicadas en el Perú, departamento de Junín,

Los valores comprendidos entre 16 a 19.4 cm, de diámetro de panoja se ubican en Bolivia, en Potosí, los granos de mayor diámetro, se hallan entre 2.5 y 2.7 mm, en Bolivia, en el departamento de La Paz, y Potosí, los mal altos rendimientos están entre intervalos de 242 a 301 g, departamento de La Paz, los pesos máximos se observaron entre intervalos de 0.568 a 0.67 g, estas se registraron en Bolivia y Perú.

La distribución de la primera componente reporta que las accesiones más precoces del germoplasma se encuentran distribuidas en el altiplano sur de Bolivia, la variabilidad genética para el segundo componente reporta que las plantas de mayor altura se encuentran distribuidas en el departamento de La Paz, Bolivia y en Puno, Perú, por su parte las plantas de menor altura y arquitectura se ubican en la provincia de Cochabamba, en Bolivia.

Los grupos se clasificaron las quinuas de ciclo fenológico corto, de menor días a la madurez fisiológica, grupo 1, por el contrario en el grupo 2 clasificaron las accesiones más tardías del germoplasma, entre tanto los grupos 3, 4, 5 y 6 agruparon a quinuas con ciclos intermedios.

Se han identificado áreas geográficas con mayor concentración de variabilidad genética, donde se debe implementar programas de conservación in situ del cultivo de quinua.

## **Variabilidad genética del grano de 190 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del banco nacional de granos Altoandinos**

Benita CHAMBI QUENTA , Ph. D. Alejandro BONIFACIO FLORES , Ing. M. Sc. Wilfredo ROJAS

T-893

2005

125 p

El Banco Nacional de Granos Altoandinos conserva el germoplasma que contiene 2701 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). En el año agrícola 1994-95, 2511 accesiones del material fueron evaluadas por sus características de grano, sin embargo, debido al incremento del número de accesiones en la colección de germoplasma de quinua, son 190 accesiones que no están caracterizadas, por lo que el objetivo del presente trabajo es completar la información de las nuevas accesiones restantes referida a las características del grano, para determinar los patrones de variación y la clasificación de grupos diferentes, aplicando dos métodos estadísticos multivariantes sobre las 10 variables cualitativas y cuantitativas categorizadas.

El método estadístico multivariado fueron empleados para analizar su variabilidad genética, debido a que los mismos permiten considerar simultáneamente varios caracteres, para lograr entender mejor las relaciones y diferencias que existen entre accesiones y caracteres. Con el análisis de correspondencia múltiple, la primera dimensión aportó con más del 51 % de la varianza total y reconoció a las accesiones. Por medio del análisis de categorías de las variables, se encontró que las accesiones presentan una alta asociación respecto a; peso de 100 granos elevados, el diámetro y espesor de grano mayor; cuando estas accesiones presentaron efluencia de saponina variable, tonalidades claro en el color de pericarpio y diferentes tonalidades en el color del epispermo, la segunda dimensión contribuyó con más del 26 % de la variación total y diferenció a las accesiones con peso de 100 granos inferiores o bajos, con diámetros y espesores pequeños, colores de pericarpio y epispermo oscuros, forma lenticular y borde redondeado.

Del análisis *cluster* con el algoritmo de k-medoids, se logró identificar dos grupos de quinua de distinta variabilidad genética; por medio de la delimitación que se obtuvo, se visualizó caracteres variables y homogéneos en cada grupo. El grupo 1 fue la que contiene caracteres de peso de 100 granos y tamaños elevados e intermedios, colores de pericarpio y epispermo claros, formas de grano diversas y borde afilado, en cambio el grupo 2 se caracterizó por reunir accesiones con peso de 100 granos bajos, tamaños menores, colores de pericarpio y epispermo de grano oscuros, forma lenticular y borde redondeado.

## **Validación de dos estrategias de control de plagas dirigido a la producción de quinua orgánica**

*Pascuala QUINO SARDON, Ing. M.Sc. Raul SARAVIA ZURITA, Ph. D. Alejandro BONIFACIO FLORES, Ing. M. Sc. Félix Wilfredo ROJAS*

T-895

2005

74 p

La producción de quinua es muy importante en el agro ecosistema del Altiplano boliviano, por esto el control de sus plagas ("kcona kcona" y el complejo de "ticonas") obliga a utilizar diferentes insecticidas.

Ensayos preliminares demostraron que la utilización de las trampas luz, Nivel de daño económico y la aplicación de bioinsecticidas, son muy efectivas para el control de estas plagas, razón por la cual, se planteó validar dos estrategias para el control de "kcona kcona" y complejo de "ticona": E1= trampas luz, muestreo y evaluación de larvas, aplicación del bioinsecticida success y E2= trampas luz, muestreo y evaluación de larvas, aplicación del bioinsecticida dipel.

El estudio se realizó durante la campaña agrícola 2000-2001 en la comunidad Jalsuri (Provincia Ingavi del Departamento de La Paz), bajo un diseño de Bloques Incompletos al Azar.

Se estudió la dinámica poblacional de los insectos adultos, mediante la utilización de trampas luz; para la fluctuación poblacional de larvas, se realizaron muestreos semanales de larvas / planta; posteriormente se efectuó, la aplicación de bioinsecticidas, tomando en cuenta el nivel de daño económico de larvas presentes / planta; para determinar la eficiencia de los bioinsecticidas se aplicó la fórmula propuesta por Handerson y Tillton  $\%E=(1-(Td*ta)/(Ta*td))*100$ ; el rendimiento de grano se determinó pesando las muestras; para el análisis económico de los tratamientos se utilizó el método de los presupuestos parciales.

Los resultados de los tratamientos mostraron que la mayor población de adultos "kcona kcona"/ trampa fue de 5.2 (testigo) y del complejo de "ticonas" se contó 0.95/trampa (E2), ambos en el mes de diciembre. Así mismo se pudo notar que la precipitación pluvial afectó la densidad poblacional de estas plagas, al grado de reducirlas a 0 en el mes de enero. En cuanto a la fluctuación poblacional de larvas de "kcona kcona", se encontró que la infestación, se inicia en el mes de marzo, en la fase fenológica de grano masoso y la densidad de larvas se incrementa paulatinamente en los estados fenológicos de grano pastoso y madurez fisiológica.

La eficiencia de la aplicación de bioinsecticidas presentó un incremento gradual, así se registró una de 96.35 % eficiencia con el bioinsecticida Success, a diferencia del bioinsecticida Dipel cuyo porcentaje de mayor eficiencia alcanzó a la tercera semana, con 91.18%. En el rendimiento de grano, las estrategias ensayadas demuestran diferencias significativas; así con la estrategia 2 se obtuvo un mayor rendimiento que alcanzo a 1064.44 kg/ha, con relación a las estrategias 1 y testigo que presentaron 884.28 y 570.02 kg/ha, respectivamente.

El análisis económico, estableció que la estrategia 2, tuvo la mayor tasa de retorno marginal (220.64 %) y mayor beneficio neto (1991.24 Bs/ha); en cambio en la estrategia 1 alcanzó solamente a 66.78% y 1362.18 Bs/ha en estos parámetros. Por lo que concluye desde el punto de vista económico solo conveniente la utilización de la estrategia 2.

# QUINUA Y FISIOLOGÍA

## **Análisis del comportamiento hídrico de dos variedades de quinua frente a la sequía**

*Magali GARCIA CARDENAS, Dr. Jean Joinville VACHER, Ing. M.Sc. Hugo DIAZ GARCÍA,  
Ing. M.Sc. David MORALES VELÁSQUEZ*

T-5  
1991  
126 p

En la zona del Altiplano Central Boliviano, se hizo una investigación básica acerca de las respuestas hídricas (fisiológicas, morfológicas y agronómicas) de dos variedades de quinua frente a la sequía (variedad Dulce, Chukapaka; variedad Amarga, Real Blanca).

Los parámetros evaluados fueron: evapotranspiración real, potencial foliar, resistencia estomática, y contenido relativo de agua dentro de las reacciones fisiológicas; en la parte morfológica: altura de planta, área foliar y profundidad radicular y en las respuestas agronómicas se evaluó el rendimiento, trabajando en sistema de riego-secano.

Los resultados obtenidos muestran que la quinua se comporta como un cultivo excepcional en reacción al déficit hídrico. La evapotranspiración real no presenta valores elevados aún bajo condición de riego, pudiendo ser satisfecha con la precipitación de la zona, en caso de que se trate de años normales.

La quinua se muestra como cultivo de desierto, cuya estrategia de resistencia a la sequía es la constante transpiración, con apertura permanente de estomas, incluso en el máximo déficit hídrico, tal situación favorece lógicamente la fotosíntesis y la producción mayor de grano, materia verde y seca. Su potencial hídrico llega a valores muy elevados, cosa que demuestra que continua extrayendo agua del suelo, hasta agotar las reservas más profundas, lo cual es realizado por su gran fuerza radicular. El contenido relativo de agua no disminuye ni siquiera bajo fuerte stress hídrico, cosa que demuestra que la quinua no utiliza el agua de sus tejidos, cuando requiere humedad.

Las variables morfológicas y agronómicas, demostraron que a pesar de las características fisiológicas favorables descritas previamente, el déficit hídrico afecta en la producción y desarrollo del cultivo, aunque en menor proporción que a otros cultivos.

Aunque ambas variedades tuvieron un similar comportamiento en todas las variables estudiadas, se evidenció por medio del análisis estadístico, mejores características de elasticidad en reacción a la sequía, por parte de la variedad Dulce.

## **Cultivo en Suka Kollu de quinuas tolerantes a heladas en dos épocas de siembra**

*Hugo Daniel BOSQUE SANCHEZ, Dr. Jean Joinville VACHER, Dr. Vladimir ORSAG, Ing. Julio REA*

T-22

1994

130 p

En la localidad de Caquiaviri (17°01' L.S. y 68° 36' L.W.), Provincia Pacajes, La Paz; fue ejecutado, entre abril y enero de 1992-93, el proyecto de investigación "**Cultivo en Suka kollu de Quínuas Tolerantes a Heladas en dos Épocas de Siembra**", con la finalidad de determinar la factibilidad de ampliar la frontera agrícola para la quinua, sembrando dentro del sistema de camellones en dos períodos de cultivo, en invierno y siembra temprana; tomando para ello como variables de respuesta, la microclimatología del sistema suka kollu, el comportamiento del cultivo frente a las heladas, y los rendimientos en materia verde y materia seca, y el contenido de proteína bruta en fase de panojamiento.

Para ello se utilizaron 4 quinuas peruanas (**IPC-1, IPC-2, IPC-3, IPC-4**), una variedad boliviana (**Chucapaca**) y un **Ecotipo local**; habiéndose instalado el experimento en dos camellones, utilizando el diseño experimental de bloques al azar con estructura factorial. Asimismo, se han instalado dos observatorios agrometeorológicos, uno en la pampa libre y otro dentro del sistema suka kollu, con el instrumental necesario.

Del análisis de los resultados se concluye que, los camellones han confirmado su condición de modificador microclimático, habiéndose determinado una diferencia media de 0.3°C a nivel de superficie y de 0.5°C a nivel de caseta. Mientras que las temperaturas media ambiente, máxima y en amplitud térmica, los registros han sido superiores en 0.1°C, 1.0°C y 1.1°C respectivamente en la pampa. La diferencia en la humedad relativa nos dio un 3.3% a favor de los suka kollu. La ETP fue mayor en la pampa con un promedio de 1.97 mm. Todos estos parámetros para 27 décadas de observaciones, comprendiendo los dos ciclos de cultivo.

Estas modificaciones son atribuidas al factor hídrico, al haberse encontrado una diferencia de 9.6°C entre las temperaturas mínimas registradas dentro del líquido a 10 cm de profundidad y a 10 cm por encima del espejo de agua.

Las seis quinuas evaluadas en los meses de invierno, dentro los límites de 12.2°C y 7.2°C bajo cero (-12.2 a -7.2), han mostrado diferentes grados de tolerancia, y que en base al porcentaje de sobrevivencia de plantas, han confirmado la cualidad de tolerantes la IPC-1 e IPC-4, mientras que la IPC-2 y Ecotipo local son medianamente tolerantes, quedando como susceptibles la IPC-3 y Chucapaca; todos para la fase de crecimiento. Este comportamiento fue similar con las heladas de noviembre, en el segundo ciclo de cultivo.

Sin embargo, se concluye que no es posible el cultivo de quinua en época invernal, porque, aparte de que el crecimiento es casi nulo, la acumulación de "horas frío" no resulta ser ventajosa, mas bien el ciclo de cultivo se prolonga hasta 300 días.

En la segunda siembra, los rendimientos en la fase de panojamiento para materia verde (MV) han sido variables, entre 9 y 17 TM/Ha. El ciclo del cultivo estuvo comprendido entre agosto y enero, aproximadamente 150 días, cuyas fases iniciales de crecimiento (60 días) se desarrolló bajo temperaturas mínimas inferiores a 0°C a nivel de superficie.

En cuanto a contenido de proteína bruta en base a materia verde para la misma fase, se ha determinado que son de alto contenido las quinuas IPC-, Chucapaca, Ecotipo local e IPC-2 (5.80%, 5.35%, 5.34% y 5.31% respectivamente); de contenido medio la IPC-1 (4.49%), y con contenido bajo la IPC-4 (3.35%). En base a los contenidos porcentuales de proteína, se ha encontrado que existe una correlación inversa con el grado de tolerancia a heladas con un  $r = -0.95$ .

Se observó que durante los meses de invierno la quinua, cuyo crecimiento es muy reducido, adquiere una forma arrosada con hojas pequeñas, gruesas y coriáceas, característica que estaría influenciada por la ausencia de giberelinas. Asimismo, se estimó que la "temperatura base" (cero vital) de este cultivo sería aproximadamente 3.0°C.

De todo lo anterior se recomienda que: para determinar el grado de modificación microclimática de los suka kollu es necesario realizar estudios comparativos, tomando como variables distintas áreas de cobertura con esta infraestructura.

Para las quinuas del presente estudio, se recomienda repetir el presente trabajo en suka kollu de zonas tradicionales, continuando con la determinación del grado de tolerancia a heladas y caracterizándolas para todas las fases fenológicas. Y en forma general, iniciar investigaciones sobre la fisiología y la bioquímica de los cultivos andinos y particularmente de la quinua, tomando en cuenta también parámetros económicos, ya

que estudios de esta naturaleza son fundamentales para una comprensión cabal del comportamiento y desenvolvimiento de estas especies en una ecología hostil como el Altiplano.

## **Evapotranspiración máxima (ETM) del cultivo de la quinua por lisimetría y su relación con la evapotranspiración potencial en el Altiplano boliviano**

José CHOQUECALLATA MAMANI, Dr. Jean Joinville VACHER, Ing. M. Sc. Antonio GONZALES

T-31

1994

143 p

En la Estación Experimental de Patacamaya del IBTA, ubicada en el Altiplano Central de Bolivia, durante el año agrícola 1989/1990, fue realizada una investigación básica tendiente a determinar la Evapotranspiración Máxima (ETM) del cultivo de la quinua *Chenopodium quinoa* Willd. variedad "sajama amarantiforme", además obtener sus coeficientes de cultivo (kc) a través de la relación entre la ETM y la ETP.

Para tal efecto, en una parcela de quinua bajo riego de 1000 m<sup>2</sup>, fueron instalados dos lisímetros de drenaje de 4 m<sup>2</sup> de superficie rectangular y 1 m de profundidad.

Los resultados obtenidos mediante lisimetría, mostraron que la quinua variedad "sajama amarantiforme", tuvo una ETM promedio de 3,49 mm/día y 3,73 mm/día en los dos lisímetros, lo cual para todo su ciclo vegetativo de 134 días resultó ser de 468 mm y 500 mm. Se observó por otra parte que la tendencia de las tasas de ETM a nivel diario a lo largo del desarrollo del cultivo fué de tipo polinomial cúbico, llegando alcanzar tasas de 4,71 mm/día y 5,30 mm/día durante la floración e inicio de grano lechoso.

Los valores de ETP a nivel diario, fueron determinados mediante la ecuación de Penman con mediciones directas de la radiación neta a través de un pirradiómetro de la Estación Meteorológica Automática de Patacamaya.

Los coeficientes de cultivo (kc) para la quinua, tuvieron valores promedio de 0,81 y 0,84 para ambos lisímetros, con cifras de coeficiente de desarrollo que evolucionaron también de manera similar a las tasas de ETM, alcanzando cifras altas de 1,14 y 1,28 durante la floración e inicio de grano lechoso.

La Evapotranspiración Potencial (ETP) promedio, determinada mediante la fórmula de Penman con mediciones directas de la radiación neta para cuatro años (1987-1990), fue de 3,50 mm/día, lo cual tuvo su equivalente de 1278 mm/año. La Evaporación (EV) promedio del tanque Clase "A" resultó ser de 5,57 mm/día, es decir 2033 mm/año.

De las fórmulas empíricas probadas, la que dió un valor promedio anual más cercano a la fórmula de Penman, fué la de Blaney-Criddle, en tanto que la fórmula de Thornthwaite subestimó a la ETP de Penman en 55%.

Se demostró que la fórmula de Blaney-Criddle puede ser empleado directamente, en cambio las fórmulas de BUT, Turc y Thornthwaite deben emplearse con coeficientes de ajuste de 1,19; 1,23 y 2,22 respectivamente.

## Efecto del déficit hídrico a marchitez intensa sobre el ritmo de crecimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Zacariás HUIZA LAURA, Ing. M.Sc. Gualberto ESPÍNDOLA CANEDO, Ing. Jorge GUZMÁN CALLA

T-43

1994

111 p

En este estudio, la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de la variedad Sajama, fue sometida a déficits hídricos al inicio de las siguientes 8 etapas fenológicas, hasta el grado de marchitez intensa – MI: Dos hojas basales (2HB), cinco hojas alternas (5HA), trece hojas alternas (13HA), pre-floración (PF), floración (F50), estado lechoso de grano (ELE), estado de masa del grano (EMA) y estado pastoso de grano (EPA). Sus respectivos tratamientos bajo déficit hídrico fueron: DH1, DH2, DH3, DH4, DH5, DH6, DH7 y DH8. Los objetivos fueron conocer los cambios que ocurren en el ritmo de crecimiento de la planta, cambios en los caracteres agronómicos, el efecto sobre las etapas fenológicas y el rendimiento, como efecto de intensas sequías.

Por una parte, en los tratamientos mencionados las caídas de la humedad del suelo fueron substancialmente diferentes de la humedad observada en el testigo -T que siempre se lo mantuvo dentro del rango de la humedad aprovechable. Por otra parte, los niveles de humedad del suelo alcanzados al filo de la supresión de riego fueron muy bajos. En DH1, DH2 y DH3 se observó una humedad de 1.31, 1.63 y 1.87%, respectivamente; mientras para los tratamientos DH4, DH5, DH6 y DH7 se observó niveles algo superiores tales como: 2.66, 2.84, 2.85 y 3.08% respectivamente. Sin embargo, las plantas sobrevivieron a dichas humedades tan extremas del suelo.

En el análisis de los potenciales hídricos de la hoja – PHF bajo los tratamientos, se pueden diferenciar 3 modalidades de comportamiento en respuesta a los déficits aplicados. La primera modalidad tiene la siguiente característica: En las etapas fenológicas tempranas, por estar las plantas con menor superficie foliar tienen un gasto de agua lento situación que provoca un acondicionamiento paulatino de la planta al déficit hídrico recurrente, pero que llegan al nivel de la MI con PHF's de -45,5 bares para 2HB, -52.5 bares para 5HA y -51.25 bares para 13HA. La segunda modalidad se caracteriza así: Fenológicamente las plantas ingresan a los tratamientos más maduras (PF y F50), por lo que se puede asumir, más etapas para soportar fuertes tensiones de humedad, pero con la superficie foliar más alta. Bajo estas condiciones los niveles de PHF's son los más bajos (PF con -59.9 bares y F50 con -60.8 bares), aunque en menor número de días respecto a los mencionados tratamientos. En este caso como en el anterior se puede asumir que el relativamente lento descenso de la humedad del suelo de algún modo fue favorable para una mejor expresión del fenómeno denominado ajuste osmótico, por lo que las plantas mostraron notable capacidad de soportar intensos niveles de tensiones en el suelo. Tales niveles de PHF's solo es posible explicar por el fenómeno del ajuste osmótico, aspecto que resulta ser notable en la quinua. La tercera modalidad se caracteriza porque, como en el primer caso, los niveles de PHF's alcanzados al estado de MI son relativamente más altos y en un menor número de días. En este caso, nuevamente parece ser que la edad de las plantas tiene decisiva influencia en la expresión de los PHF's: hay aún una buena cobertura foliar pero la capacidad de las plantas para alcanzar niveles más bajos de PHF's es menor. Los PHF's alcanzados son: -56,37 bares para ELE, -45.68 bares para EMA -45.29 bares para EPA.

Con la aplicación de los riegos de recuperación, los PHF's subieron hasta los niveles similares del T, los cuales se mantuvieron dentro de un rango de -18 a -20 bares, durante el período de los déficits hídricos. En los primeros 5 tratamientos con la recuperación de los PHF's, la lozanía de plantas también quedó restaurada, con un verde intenso. Al final, la senescencia de estas plantas quedó retrasada respecto del testigo y de los demás tratamientos.

La duración de las etapas fenológicas varió notablemente con respecto al T. Con la aplicación de los 3 primeros tratamientos de déficit hídrico, DH1, DH2 y DH3, se observó detención en el crecimiento durante el estado de 13 HA: esta razón influyó para que se alargara el ciclo biológico de las plantas luego del riego de recuperación aplicado. Luego, en los tratamientos DH4 y DH5, también se observó detenciones de crecimiento de las etapas correspondientes, esto es, la etapa de PF y F50. Mientras que bajo los tratamientos DH6, DH7 y DH8 (los cuales iniciaron la supresión de riego en etapa ELE, EMA y EPA, respectivamente) ocurrió el proceso contrario, es decir, la duración de dichas etapas fenológicas se redujo substancialmente en relación a las del T.

Las variables fisiotécnicas (tasa de crecimiento absoluto - TCA, tasa de crecimiento relativo - TCR, relación área foliar – RAF e índice de cosecha - IC) bajo los tratamientos y testigo tuvieron los siguientes comportamientos: La TCA de los tratamientos bajo condiciones de sequía, a la conclusión de los mismos,

expresaron reducciones considerables, resultando la etapa más afectada la del ELE (tratamiento DH6); la condición de T siempre se mantuvo superior a los tratamientos sometidos al déficit hídrico. Es de resaltar que después del riego de recuperación, la TCA del DH1 hacia la madurez fisiológica alcanzó el crecimiento similar al testigo. Los demás tratamientos no respondieron con la misma eficiencia. El análisis de los TCR's muestra que los tratamientos bajo déficit hídrico no presentaron notables variaciones con respecto al testigo: esta tendencia se mantuvo hasta la ME aunque el DH5 y el DH6 siempre mantuvieron los mas bajos niveles que los demás tratamientos. Esto mostraría que en la quinua la ganancia de materia seca bajo condiciones de sequía en función de la materia existente, es casi idéntica que si la planta estuviera en condiciones óptimas de crecimiento y desarrollo. Las RAF's de los tratamientos mostraron una tendencia prácticamente similar al testigo, aunque con ciertos altibajos en los términos intermedios. Los IC's bajo los tratamientos DH1, DH2 y DH3 resultaron ser los mayores que cualquier otro tratamiento, inclusive al del T: solo bajo el tratamiento DH6 resultó ser negativamente afectado, con un IC menor que todos los tratamientos. De acuerdo a los resultados encontrados en los IC's se puede asumir que la quinua muestra mejor capacidad de translocación de fotosintatos hacia el grano cuando ocurren déficits hídricos a partir de las etapas 2HB, 5HA, 13HA, PF Y F50, que si se encontrara bajo condiciones óptimas de humedad del suelo. Empero, cuando se presentan déficits a partir de ELE y EMA el proceso de translocación resulta ser menor.

Los caracteres altura de planta (AP), área foliar (AF), longitud y diámetro de panoja resultaron afectados, no en todas las etapas, sino solo en algunas; Altura de planta resultó afectada cuando el déficit hídrico se inició en PF: AF cuando el déficit ocurrió en EMA: longitud de panoja cuando el déficit se presentó en PF y para diámetro de panoja cuando los déficit ocurrieron en ELE y EMA, resultando, en los análisis con diferencias estadísticamente significativas con relación al T.

En relación a las variables diámetro de grano, peso de 1000 granos y, especialmente, el rendimiento, se observaron respuestas significativamente negativas cuando el déficit hídrico se inicio en ELE (tratamiento DH6). Sin embargo, bajo los tratamientos DH1, DH2 y DH3 alcanzaron a niveles superiores que el T.

## **Evaluación de la tolerancia a heladas de veinte genotipos de quinua en el Altiplano central**

*Vicente MAMANI TICONA, Ing. Félix MAMANI REYNOSO, Ing. Nolberto CHIPANA SURCO*

T-201

1998

81 p

La quinua es una especie con amplias posibilidades de incrementar su cultivo en el altiplano boliviano. Sin embargo, la presencia de factores climáticos adversos (heladas) hace que su cultivo sea reducido. Ante este panorama, es necesario buscar genotipos altamente tolerantes a heladas que se presentan en fases fenológicas tempranas e intermedias del ciclo biológico de la planta.

El presente estudio se planteó con el objeto de identificar el grado de tolerancia de la planta y la etapa fenológica más sensible a bajas temperaturas. Cultivando 20 genotipos de quinua en tres niveles altitudinales (cima, ladera y planicie) de la localidad de Caquiaviri, ubicada en la provincia Pacajes, del departamento de La Paz.

El ensayo se estableció en la campaña agrícola de 1994-95, efectuándose bajo el diseño bloque completo al azar repetido en el espacio. Las 20 accesiones fueron los tratamientos y tres niveles altitudinales como factor espacio, con 4 repeticiones en cada nivel, formando un total de 240 unidades experimentales, en el que se empleó técnicas de cultivo semimecanizado de acuerdo a las necesidades del ensayo.

La intensidad de heladas se determinó con un termómetro de máxima y mínima colocada en cada nivel altitudinal. Se registró la fecha de ocurrencia de heladas, la respectiva fase fenológica en que se encuentra, y el ritmo de recuperación de plantas en días posteriores.

Durante el ciclo de cultivo, hubo variación de temperatura entre niveles altitudinales. Estas diferencias termométricas están directamente influidas por el microclima de cada nivel altitudinal. La temperatura mínima extrema llegó a registrar  $-5.8^{\circ}\text{C}$  en la cima,  $-6^{\circ}\text{C}$  en ladera, y  $-6.5^{\circ}\text{C}$  en la planicie, las mismas incidieron negativamente en el comportamiento del cultivo.

Las plantas en crecimiento prestaron mayor tolerancia a heladas de  $-1.5$  a  $-3.5^{\circ}\text{C}$ . En cambio, en estado de floración mostraron mayor sensibilidad a heladas de  $-5.8$  a  $-6.5^{\circ}\text{C}$ . La incidencia de heladas ocasionó daños físicos y fisiológicos, provocando lesiones y necrosis en hojas y en el ápice vegetativo, afectando de esa manera el normal desarrollo del cultivo. Sin embargo, en etapas de FGM y FGP hubo una aceleración del proceso de desarrollo a la madurez fisiológica de la planta.

El grado de tolerancia en la F50 y FGL, en orden decreciente, se tiene de grado tolerante para genotipos 34-C, 41-C, 64-C, 77-C, 90-C, 92-C, 98-C, 99-C, 100-C, 0140-P, 0257-P y 1277-P; medianamente tolerantes para 75-C, 0027-P, 0108-P y 1520-P; medianamente sensible para 2134-P y 2187-P; y sensible para 2143-P y 2180-P. El grado de recuperación de la planta es: con muy buena recuperación los genotipos 64-C, 90-C, 92-C, 99-C, 100-C, 0140-P, 1277-P y 1520-P; buena recuperación las accesiones 34-C, 41-C, 75-C, 77-C, 98-C, 0037-P, 0108-P y 0257-P; regulares los genotipos 2134-P y 2187-P; y con mala recuperación 2143-P y 2180-P.

En consecuencia, desde el punto de vista de productividad, los ecotipos 100-C, 90-C y 64-C pueden ser considerados tolerantes al tener rendimientos mayores, y el resto de los tratamientos considerados de medianamente tolerantes a muy poco tolerantes. Sobre todo sobresaliendo la ladera como microclima más recomendable para el cultivo de quinua con mayores posibilidades de rendimiento, más que todo en zonas como el caso de la localidad de Caquiaviri.

## **Estudio agrofisiológico de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo estrés térmico en la Estación Experimental de Choquenaira**

Juan Peter NINA LAURA, Dr. Thierry WINKEL, Ing. M. Sc. Carmen DEL CASTILLO

T-595

2003

88 p

A pesar de ser adaptada a las características climáticas del altiplano, la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) presenta cuantiosas pérdidas de rendimiento a causa de temperaturas bajas. El presente estudio agrofisiológico tuvo como objetivo de comprobar la hipótesis que variedades con alta heterogeneidad interindividual presenten mayor tolerancia a bajas temperaturas nocturnas que variedades homogéneas. El diseño experimental consistió en un cultivo *in situ* comparando dos variedades (Surumi, variedad mejorada, y Blanca Yanamuyu, variedad no mejorada) bajo dos tratamientos térmicos: uno con protección contra bajas temperaturas nocturnas mediante cobertores móviles, el otro sin protección. Las temperaturas foliares y ambientales, la humedad relativa y la radiación global se registraron en una central de adquisición de datos cada cinco minutos durante el ciclo del cultivo. Semanalmente, se midieron el potencial hídrico foliar y datos no destructivos sobre el crecimiento de las plantas en cada tratamiento. Los componentes del rendimiento de biomasa aérea y de granos fueron medidos a madurez fisiológica.

En el periodo agrícola 2001-2002, no se presentó un déficit hídrico pero sí un estrés térmico a través de bajas temperaturas y heladas que afectaron el crecimiento de las plantas al inicio del ciclo así como en época de floración. El efecto abrigo de los cobertores fue entre 1 y 2°C, siendo más notable en las noches más frías, y suficiente para proteger las plantas de heladas nocturnas. Debido a pérdidas de plantas por granizadas y heladas al inicio del ciclo, una proporción significativa de la población de Blanca Yanamuyu sin protección fue constituida por plantas de una segunda emergencia, 15 días más tardía que la primera. Este fenómeno no se observó en la variedad Surumi, y resultó en una heterogeneidad interindividual más alta en el tratamiento Blanca Yanamuyu sin protección. La susceptibilidad a bajas temperaturas; evaluada por la pérdida relativa de rendimiento de las plantas sin protección respecto a las plantas con protección, fue más alta en la variedad Surumi (-68%) que en la variedad Blanca Yanamuyu (-43%). Un rasgo posible de tolerancia de la quinua a las heladas es la heterogeneidad de altura que presentan las plantas en una misma parcela. Siendo que las temperaturas nocturnas más bajas se encuentran en los niveles altos del cultivo, las diferencias de altura entre plantas permiten sobrellevar esta adversidad climática protegiendo a las plantas más pequeñas por un efecto abrigo. Sin embargo, no se puede inferir una relación de causa efecto a partir de estas observaciones: heterogeneidad interindividual y tolerancia a temperaturas bajas coincidieron en este estudio, pero otros factores como la densidad de siembra o el mildiu tuvieron influencia sobre las performances de las variedades.

## **Evaluación del ritmo de crecimiento y desarrollo de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la Estación Experimental de Choquenaira (Bolivia)**

Juan Américo GUTIERREZ CALLISAYA, Dr. Jean Pierre RAFFAILLAC, Ing. M. Sc. Carmen DEL CASTILLO

T-642

2003

110 p

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta de vital importancia en la alimentación por su nivel óptimo nutricional que presenta. Su producción va incrementado bastante en Bolivia. Por lo consiguiente, esta planta al margen de un estudio agronómico necesita tener un conocimiento adicional sobre su comportamiento frente a los factores adversos que se registran en el altiplano. El presente trabajo de investigación fue orientado a presentar un conocimiento, con mas énfasis sobre lo que concierne al crecimiento y desarrollo, sus reacciones frente a los factores del medio, sus estados sensibles, su comportamiento referido a la biomasa seca en cada fase de su ciclo, las diferentes relaciones alométricas y por último evaluar la producción de grano. Para el estudio fueron utilizadas dos variedades: una variedad mejorada (SURUMI) y una variedad local (Blanca de Yanamuyu).

En el desarrollo de la investigación se presentó una helada intensa de varias horas, que influyó bastante en el crecimiento y desarrollo de las dos variedades. Las plantas sufrieron el efecto de este fenómeno, según el tamaño. Las pequeñas fueron las que menos sintieron el efecto por haber sido protegidas por aquellas de mayor tamaño.

Se pudo apreciar el efecto benéfico de la heterogeneidad a nivel del crecimiento en Blanca de Yanamuyu, por haber sufrido en una escala menor en todas las parcelas. Posteriormente se realizó una evaluación de estas plantas a la cosecha de acuerdo al daño sufrido. También se evaluó, la cantidad y el tamaño de grano por tipo de nota y finalmente el rendimiento.

A lo largo del ciclo el comportamiento de la variedad Surumi fue superior respecto a la Blanca de Yanamuyu, evaluada tanto en variables agronómicas y fisiotécnicas. Sin embargo el rendimiento de grano obtenido muestra una superioridad en Blanca de Yanamuyu a nivel de kg/ha, debido a que se observó un efecto importante sobre el número de plantas por metro cuadrado. La variabilidad en cuanto al número de plantas entre parcelas de la variedad Blanca de Yanamuyu nos permitió realizar una relación respecto al peso seco de una planta, donde se ve que a mayor cantidad de plantas en un m<sup>2</sup> el peso seco de una planta es menor, al contrario a menor número de plantas el peso resultó ser mayor.

## **Curvas de crecimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y avena (*Avena sativa*) en condiciones diferenciadas de alimentación hídrica y nutrición nitrogenada en la Estación Experimental de Choquenaira**

Jorge Ivan AUZA CAMACHO, Dr. Nicolás GERMAIN, Ing. M. Sc. Carmen DEL CASTILLO

T-667

2003

81 p

La producción potencial de un cultivo es la producción alcanzable por el cultivo cuando las condiciones termo-radiativas del lugar y las propiedades agrofisiológicas del cultivo son los únicos factores limitantes. Esta producción potencial es una referencia para analizar el efecto de los otros factores limitantes que intervienen en el crecimiento del cultivo.

Con este enfoque se estableció, en la estación experimental de Choquenaira, durante la campaña agrícola 2001-2002, un ensayo de quinua con tres tratamientos: potencial con riego y fertilización alta, intermedio y testigo sin intervención. Por ser el crecimiento de la quinua poco conocido, se estudió de manera paralela el efecto de los tres tratamientos definidos en un cultivo de avena. Muestras bimensuales permitieron establecer, a través del tiempo, la acumulación de biomasa aérea y su repartición entre los diferentes órganos. Los datos de crecimiento fueron analizados según modelos de regresión logística, polinomial y lineal

Por las condiciones del ensayo las curvas de crecimiento de la biomasa aérea se aproximaron a un crecimiento lineal. La baja densidad y la heterogeneidad del cultivo de quinua, como la heterogeneidad del terreno, encubrieron las diferencias esperadas entre los tratamientos, y se pudo comparar ambos cultivos solamente en condiciones de producción máxima.

En condiciones de producción máxima, el cultivo de avena alcanzó 24.2 t.ha<sup>-1</sup> de materia seca a los 180 dds (días después siembra), con una tasa de crecimiento lineal de 18.5 g.m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>. El cultivo de la quinua alcanzó 10.4 t.ha<sup>-1</sup> de materia seca a los 180 dds, con una tasa de crecimiento del cultivo de 9.4 g.m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>, casi la mitad de la avena. Estas diferencias pudieron explicarse por una diferencia de índice de área foliar, y consecuentemente por una diferencia de radiación interceptada, y por una diferencia de óptimo térmico para el crecimiento, siendo el óptimo térmico de la quinua más alto que el de la avena.

## **El papel del tamaño de semilla de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el crecimiento y desarrollo de las plantas frente a diferentes profundidades de siembra**

Juan Pablo RODRIGUEZ CALLE, Dr. Jean Pierre RAFFAILLAC, Ing. M. Sc. Carmen DEL CASTILLO

T-825

2005

110 p.

El trabajo de experimentación, se realizó en predios de la Estación Experimental de Choquenaira, geográficamente ubicada a LS 16°41'38", LO 68°17'13". y a una altitud de 3854 msnm. Se consideraron como objetivos del experimento: determinar las diferencias existentes en los primeros estadios de la planta con respecto a los diferentes tamaños de granos de quinua de la variedad Surumi combinados a distintas profundidades de siembra y las consecuencias en el rendimiento final. La metodología fue dividida en dos partes; la primera comprendió la siembra en campo a dos profundidades de 1 y 3 cm con granos de tamaño grande, pequeño y mezcla (1/2 grande + 1/2 pequeños - en peso), con un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, y la segunda consistió la siembra en macetas a cinco y tres profundidades con semillas de tamaño grande, mediano y pequeño dispuestas en bloques completamente al azar.

Durante las tres primeras semanas se evaluó el porcentaje de germinación respecto a los tamaños de grano observándose diferencias significativas, donde los granos de tamaño grande presentaron un 97% de germinación, la mezcla de 95% y el tamaño pequeño de 94%. El número medio de granos sembrados por metro lineal es de 432 para el tamaño grande y 984 para el pequeño. Se observó la emergencia de 20 plantas en el mismo metro lineal para las dos profundidades para los granos de tamaño grande, es decir sin efecto. Al contrario tenemos 10 plantas para la Prof-1cm y 50 para Prof-3cm, lo que indica la importancia de una profundidad adecuada para este tipo de semilla. Asimismo, se evaluó la velocidad de crecimiento de las radículas de plántulas en macetas, a partir de granos de diferentes diámetros, donde se observó que los granos grandes presentan plántulas vigorosas frente a granos medianos y pequeños. Posteriormente se efectuaron pruebas de imbibición, germinación y vigor de plántulas en semillas de tamaños grande, mediano y pequeño, lo que demostró que los granos grandes requieren menor tiempo para la hidratación de las semillas. Lo que se traduce en la emergencia del coleoptilo y la radícula, para después presentar una plántula vigorosa. Por otro lado se utilizó la metodología de los Grados-Día acumulados o Unidades Calor para evaluar el crecimiento de los diferentes tratamientos, lo que nos permitió tener una idea clara de la relación entre la asimilación de las hojas y el aprovechamiento para desarrollar y crecer. Es necesario señalar acerca del concepto de la elaboración del rendimiento y sus componentes que se adaptó de una forma clara y comprensible, lo que nos explica sobre la interacción de los diferentes componentes que coadyuvan entre sí hasta llegar a la formación y producción de los granos.

## **El desfase fenológico y la heterogeneidad de crecimiento: dos mecanismos posibles de tolerancia a las bajas temperaturas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)**

Claudia Luisa ALCÓN MAMANI, Dr. Thierry WINKEL, Ing. M. Sc. Carmen DEL CASTILLO

T-831

2005

145 p

La rusticidad de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) frente a factores climáticos adversos podría ser reducida por la erosión genética que sufre este cultivo desde unas décadas, si se confirma la hipótesis de una correlación positiva entre resistencia a factores adversos y heterogeneidad interindividual a nivel de parcelas cultivadas. El tamaño de semillas es un factor importante de la heterogeneidad de crecimiento entre plantas de una misma población. El trabajo se realizó en la Estación Experimental de Choquenaira (Altiplano norte de Bolivia), con el objetivo de estudiar las características morfológicas y fenológicas relacionadas con la tolerancia a bajas temperaturas en dos poblaciones de quinua: Blanca de Yanamuyu (ecotipo local) y Surumi (variedad mejorada). Se ha estudiado tres factores de variabilidad población, estrés térmico y tamaño de semilla. El estrés térmico fue controlado mediante coberturas móviles contra heladas nocturnas. Temperaturas foliares y variables meteorológicas se registraron cada 5 min. durante el ciclo del cultivo. La biomasa aérea, desarrollo fenológico y potencial hídrico foliar se midieron cada semana. La biomasa total y los componentes del rendimiento fueron determinados en la cosecha.

El año agrícola 2002-2003 presentó una distribución normal de lluvias, pero con temperaturas bajas al final del ciclo, que provocaron el arqueado de plantas, secado de hojas, tallo, panoja y aborto de granos en la Surumi. Los perfiles de temperatura mínima mostraron temperaturas más frías a 50 cm de altura, es decir en la parte fisiológicamente más activa del cultivo. En laboratorio, las semillas mostraron una relación positiva entre diámetro de grano y porcentaje de germinación, sin diferencia significativa entre poblaciones. En campo, la población Blanca tuvo la mayor cantidad de plantas emergidas, y en ambas variedades se presentó mayor cantidad de plantas de semillas medianas. Respecto a la floración, la Surumi inició esta etapa tres días antes que la Blanca, pero en ambas variedades el estrés térmico postergó el inicio de floración, cuando un mayor tamaño de semilla adelantó este proceso. Respecto a la altura de las plantas y el número de hojas, no se registró diferencias entre variedades y tratamientos térmicos, pero sí entre plantas provenientes de semillas de distintos tamaños, alcanzando mayores valores las plantas de semillas grandes. El peso de 1000 granos reportó una diferencia significativa a favor de la Surumi.

Se confirma que en la quinua la heterogeneidad de altura de plantas es un rasgo posible de tolerancia a las heladas, con un efecto abrigo de las plantas grandes hacia plantas pequeñas. Esta heterogeneidad de crecimiento se debe por parte a la heterogeneidad de tamaño de las semillas que determina también un desfase fenológico entre plantas.

# **Estudio morfológico y fisiológico de los cultivos: quinua, cañahua, tarwi, oca, olluco, isaño y maca, para entender los mecanismos de adaptación a factores abióticos adversos**

Narcizo ALAÑA CONDORI, Ing. M. Sc. Hugo Daniel BOSQUE SANCHEZ

T-912

2005

81 P

El trabajo de investigación "**Estudio morfológico y fisiológico de los cultivos: quinua, cañahua, tarwi, oca, olluco, isaño y maca, para entender los mecanismos de adaptación a factores abióticos adversos**", fue realizado en el Campus Universitario de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), ubicado en la zona de Cota-Cota al sud este de la ciudad de La Paz. Geodésicamente situado a 16°32' Latitud Sur, 68°08' Longitud Oeste y a una altitud de 3400 msnm.. El material biológico estuvo formado por las especies andinas: quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), olluco (*Ullucus tuberosus* Loz.), isaño (*Tropaeolum tuberosum* R. et P.) y maca (*Lepidium meyenii* Walp.).

Con el objetivo de contribuir a entender los mecanismos de adaptación de los cultivos: quinua, cañahua, tarwi, oca, olluco, isaño y maca; a factores abióticos adversos, se efectuó su siembra el 20 de octubre de 2003. Al cabo de 40 días desde la siembra se procedió a la recolección de hojas de cada especie y posteriormente se llevó las hojas al laboratorio para su respectivo estudio.

El estudio de la morfología y fisiología de las especies de los cultivos, presentó los siguientes resultados y conclusiones principales:

*Adaptaciones a la sequía:* El olluco, la quinua y la cañahua, por presentar hojas suculentas y carnosas, tienen la capacidad de adaptarse a condiciones de sequía. Por su parte la maca presenta una reducción del área foliar, condición que le atribuye similares capacidades. Además de estas características las hojas de estos especímenes coinciden con la presencia de una cutícula de mayor grosor. Y el parénquima en empalizada bi y triestratificados tiene la capacidad de retener mayor cantidad de agua en los tejidos de la hoja (quinua, tarwi, olluco y maca) y más aún en parénquima en empalizada biestratificados desarrollados en ambas superficies (cañahua). Esta característica, permite que los especímenes que lo presentan tengan la capacidad de adaptarse a condiciones de sequía.

*Adaptaciones a suelos salinos:* La presencia de drusas en el interior de las células del mesófilo de la quinua y la oca, explicaría la capacidad de estos especímenes a adaptarse a condiciones edáficas salinas, ya que dichas drusas están compuestas generalmente por oxalatos de calcio (sales).

*Adaptaciones a bajas temperaturas:* La presencia de espacios intercelulares "grandes" en el parénquima en empalizada y esponjoso del olluco y el tarwi, ejerce una función aislante para disminuir el efecto de las bajas temperaturas. En la quinua y la oca la presencia de drusas en el interior de las células del mesófilo disminuye el punto de crioscopia, es decir, tienen la capacidad de adaptarse a condiciones extremas de bajas temperaturas.

*Adaptaciones a la altura:* Los especímenes que presentan mayor número de estomas por unidad de área tienen la capacidad de adaptarse a mayores altitudes sobre el nivel del mar, este parece ser el caso de maca. Y los especímenes que presentan drusas en el interior de sus tejidos tienen la capacidad de adaptarse a condiciones de altura sobre el nivel del mar.

*Distribución ecológica:* Los especímenes identificados como plantas  $C_3$ , tienen una tasa fotosintética media y por lo tanto una amplia distribución, es decir, tiene la capacidad de adaptarse fisiológicamente a diferentes ambientes: QUINUA, CAÑAHUA, OCA E ISAÑO.

Los especímenes identificados como plantas facultativas ( $C_3$ - $C_4$ ), tiene una tasa fotosintética variable, es decir, se comportan fisiológicamente como plantas  $C_3$ , en regiones donde existe mayor presión parcial de  $CO_2$  y como plantas  $C_4$ , en regiones de menor presión parcial de  $CO_2$ : TARWI Y MACA.

El espécimen identificado como planta  $C_4$ , tiene una tasa fotosintética alta y la capacidad de adaptarse fisiológicamente a regiones tropicales abiertas y hábitat árido, sin disminuir su capacidad fotosintética alta: OLLUCO.

## **Dinámica de crecimiento del cultivo de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) con relación a su expansión foliar**

Yola MAMANI OCHOA, Dr. Nicolas GERMAIN, Ing. M. Sc. Hugo Daniel BOSQUE SANCHEZ

T-954

2006

103 p

El presente estudio se realizó entre el periodo de octubre 2002 y mayo 2003 en los predios de la Estación Experimental de Choquenaira, provincia Ingávi del departamento de La Paz. Se relacionó el crecimiento aéreo (MSA) con la expansión foliar IAF en tres poblaciones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.); Blanca de Yanamuyu que es una variedad local cultivada en las afueras de Viacha, Surumi una variedad mejorada también difundida en la región, y la variedad forrajera. Luego de realizar la relación del comportamiento del crecimiento de las tres poblaciones se compararon con resultados del modelo de simulación WOFOST.

La falta de precipitación durante los primeros 20 días después de la siembra (dds), y el granizo que tuvo lugar a los 83 dds provocaron un establecimiento irregular del cultivo, especialmente en parcelas de Surumi, las bajas temperaturas evitaron que la forrajera llegue a completar su madurez, la heterogeneidad presente en cada tratamiento permitió realizar sondeos por segmentos en 5 fechas de evaluación, explorando en cada fecha la gama de variación del recubrimiento del cultivo estimado visualmente a los 65 días después de la siembra. Del segmento 0.5 metros lineales, se registraron: el número de plantas, altura de las mismas y materia seca total aérea del que se obtuvo el peso de: hojas, tallos e inflorescencias, mediante submuestreos se determinaron el peso específico foliar y el índice de área foliar, también se halló el índice de cosecha IC, para luego realizar relaciones independientes entre cada variable.

Se encontraron regresiones lineales significativas en cada fecha y en cada tratamiento para la relación materia seca aérea MSA y volumen ( $\text{alt} * \#\text{pl.m}^{-2}$ ), también se halló relaciones lineales muy significativas para la relación materia seca aérea MSA en función al IAF. Las relaciones establecidas para cada fecha y para cada tratamiento se compararon con resultados de las simulaciones realizadas por WOFOST.

A los 73 y 90 dds, las pendientes de la relación MSA en función al IAF de Blanca y Surumi se asemejan entre sí y que fueron también similares a la pendiente de la primera simulación wofost (W), y similar para la simulación con modificaciones del PEF y la eficiencia fotosintética (W2). A la segunda evaluación la pendiente de la forrajera fue inferior a la pendiente de Surumi y Blanca, pero similar a la pendiente de la simulación (W).

A la tercera fecha, la pendiente de Blanca superó a la pendiente de Surumi, y que supera a las pendientes de wofost con modificaciones (W2) y a la estándar (W). a la misma fecha la pendiente de la forrajera fue inferior a la pendiente de las dos variedades pero semejante a la simulación estándar (W) Finalmente a la cuarta evaluación, las pendientes de las tres variedades mostraron la superioridad sobre las pendientes de la simulación estándar (W) y también sobre la simulación con modificaciones (W2).

# QUINUA Y ASPECTOS SOCIALES

## La agricultura ecológica de la quinua como alternativa a los impactos de desertización en el Altiplano sur

*Nelson Cecilio RAMOS SANTALLA, Ing. Magali GARCÍA*

T-346

2000

147 p

El presente trabajo dirigido, es el resultado del análisis de los factores que inciden en los 11 procesos de desertización en el Altiplano Sur dentro del cultivo de la Quinua. La desertización se define como el proceso de degradación dinámica de los recursos naturales que afectan la productividad de los ecosistemas en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas del mundo, que llegan a ser irreversibles con consecuencias agroecológicas, sociales, económicas y culturales. El Altiplano Sur, con clima árido y semiárido es afectado por la desertización de sus agroecosistemas, con efectos socioeconómicos muy claros, sobre ya la precaria situación de las comunidades. Las precipitaciones agresivas, vientos fuertes, salinización y solidificación de suelos, cobertura vegetal muy escasa y sobre pastoreada, sequías, alta radiación solar, grandes amplitudes térmicas, heladas, degradación y erosión del suelo, fragilidad de los suelos, poca materia orgánica, reducida actividad microbiológica y la introducción descontrolada de una agricultura mecanizada, son las principales causas de la desertización y pérdida de la productividad de los agroecosistemas, donde se presentan tasas de erosión hídrica y eólica entre moderado de 11 a 50 Tm/Ha/año, fuerte de 30 a 50 Tm/Ha/año y muy fuerte de 50 a 100 Tm/Ha/año. Con respecto a la desertización presentan índices de desertización alta (ID3V) e índices muy alta (ID4V).

En el Altiplano Sur, existen comunidades de origen aymará y quechua, donde la quinua es el único cultivo en forma extensiva capaz de soportar las condiciones extremas de clima secos, fríos, alcalinos y con poco contenido de materia orgánica, donde se constituye la única fuente de ingresos, junto con la crianza de ganado ovino o camélido, que involucra a miles de familias campesinas de zonas altas, sin estas alternativas no habría razón de que estas regiones estén pobladas, por ello podemos decir que este cultivo antes de ser económico es social.

El objetivo del trabajo dirigido es desarrollar un análisis y evaluación del proceso de conversión de la producción convencional de la quinua, hacia un sistema de producción ecológica para garantizar el desarrollo sostenible de la región, como una alternativa para reducir los efectos del proceso de desertización del altiplano sur y sus impactos agroecológicos y socioeconómicos.

### 1. LA AGRICULTURA TRADICIONAL DEL CULTIVO DE LA QUINUA

En el sistema tradicional es una actividad holística (integral) donde lo social, cultural están muy ligados a las actividades agrícolas como el cultivo de la quinua, donde el hombre forma parte de la naturaleza, donde la conservación y utilización racional de los recursos depende el bienestar de la comunidad, donde el trabajo recíproco y compartido en la comunidad o ayllu es base para desarrollar todos los trabajos agrícolas.

El manejo de los suelos consiste en: la división de parcelas con cercos, conocimiento del uso potencial de los suelos, manejo de indicadores bióticos y astronómicos, construcción de terrazas (Quillas), trabajo recíproco (ayni), manejo y habilitación de suelos aluviales (Maycas), labranza mínima o cero, parcelas reducidas, descanso de 2 a 5 años (Aynokas), abonado con estiércol y el redileo, han determinado buenos niveles productivos y un manejo racional del suelo donde la conservación es la premisa fundamental.

En el manejo tradicional para el control del ataque de plagas o enfermedades es mediante: el manejo múltiple de variedades para aprovechar su tolerancia o resistencia, utilización de repelentes y extractos naturales, altas densidades de siembra, manejo de fechas de siembra, siembra en 2 sectores, siembra de alta diversidad de variedades en una misma parcela, que eran suficientes para reducir el ataque de plagas, enfermedades y factores climáticos adversos.

### 2. CAMBIOS DE LA AGRICULTURA TRADICIONAL A LA AGRICULTURA CONVENCIONAL

A partir del año 1950, existe el incremento en la demanda de quinua por el mercado nacional e internacional, que incrementa las áreas de producción de la quinua (Boom de la quinua). A partir de los 60 se suceden cambios en el sistema de producción tradicional y se originan problemas en el ecosistema, mediante el desarrollo de paquetes tecnológicos provenientes de las Estaciones Experimentales, mediante la introducción de la maquinaria agrícola como el tractor, arado de disco, sembradora, con el cual habilitan grandes extensiones en las zonas bajas; aparecer en forma masiva las plagas de la quinua; el uso de los plaguicidas con alto poder residual se generaliza (Folidol, Tamaron, etc.), se ocasionan problemas de

intoxicación en productores, suelos, animales y el cultivo; uso de fertilizantes químicos como la urea, fosfatos, abonos foliares en poca escala; reducción del tiempo de descanso de parcelas y el uso extensivo e intensivo de los suelos, reducción del área de pastoreo; incremento de la erosión tanto hídrica y eólica, pérdida de la materia orgánica y de la actividad microbiológica, se reduce la capacidad de retención de humedad.

### **3. EL NUEVO DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE LA QUINUAS**

ANAPQUI, viene realizando la producción ecológica de la quinua en forma sostenida, desde 1992, bajo Normas de producción de la IFOAM, Reglamento de la Comunidad Europea EN 2092/91, Acta de California, existiendo otras organizaciones que están ingresando a este sistema de producción, como PPQS, JATARY, CECAOT, QUINUABOL (Periodo de Transición). Haciendo un resumen a la fecha podemos mencionar que en el ciclo agrícola 92/93 se inició con un número de productores de 306, con un área de producción de 550.9 Has, una producción de 207.85 Tm. (8.202 qq.) y con un rendimiento promedio de 337.29 Kg/Ha. Año tras año existió un incremento paulatino del número de productores, áreas de producción y volúmenes certificados, llegando al ciclo agrícola 98/99 con una cobertura de 499 productores de 120 comunidades, con un área de producción 1.268,3 Has, con una producción de 656.23 Tm. (14.266 qq) y un rendimiento de 517.41 kg/Ha para la quinua ecológica; y con 279.55 Has, con una producción de 120.93 Tm. (2.629 qq.) y con un rendimiento de 432.6 Kg/Ha para la quinua en transición. Para el ciclo agrícola 99/2000, se tiene una proyección de 1237 productores, un área de producción de 6705.8 Has y una producción de 3.084,69 Tm. de quinua ecológica (67.058 qq.), tomando como un rendimiento promedio estimado de 460 kg/Ha (10 qq/Ha).

Tomando como referencia la información del año 1994, sobre el área de producción de la quinua real en las áreas circundantes al salar de Uyuni, se menciona que existe un área de producción total para el cultivo de la quinua de 27.974 Has, de las cuales anualmente se siembran unas 13.592 Has, con una producción de 8.600 Tm. Entonces actualmente el área de producción de la quinua ecológica corresponde a 8253.55 Has, que representa un 29.5% del área total de producción, por lo cual existe una extensa área potencial para su conversión a la agricultura ecológica del cultivo de la quinua. En comparación con la producción anual de Bolivia aproximadamente 50.000 Has (1988), la producción ecológica de la quinua corresponde el 16.5%, donde existe una gran potencialidad para también desarrollar la producción de quinua ecológica en especial las regiones que todavía mantienen una agricultura tradicional y donde la quinua puede ser una alternativa más rentable que los otros cultivos.

La producción ecológica de la quinua, resulta una alternativa aplicable para frenar los procesos de desertización en el Altiplano Sur, que se basa en la aplicación paulatina de los siguientes aspectos, que deben ser certificados para ser reconocidos por mercado:

1. El compromiso de la no utilización de agroquímicos dentro del sistema de producción, ya sea para el control de plagas, fertilización, hierbas, enfermedades.
2. El manejo ecológico de plagas y enfermedades, mediante la planificación del control de plagas en base a controles preventivos en todo el ciclo de la plaga o enfermedades y la utilización de insumos orgánico y biológicos.
3. El manejo ecológico de suelos, mediante la promoción del abonado orgánico y la implementación de técnicas de conservación y recuperación de suelos.
4. El manejo ecológico de cultivo mediante el rescate de técnicas tradicionales y la adecuación de prácticas agroecológicas para el cultivo de la quinua y que garanticen la buena calidad de las cosechas y el mantenimiento del agroecosistema.
5. El mantenimiento de la biodiversidad tanto la semillas, flora y la fauna silvestre, mediante la conservación IN SITU de los recursos biológicos, para la restauración del equilibrio en los agroecosistemas y garantizar su sostenibilidad.
6. Restauración de las relaciones y sistemas sociales y culturales, como base de la producción agrícola, en especial el rescate de la reciprocidad y la solidaridad dentro de la comunidad.

## **Dinámica socioeconómica y agrotécnica de las unidades familiares en los subsistemas de cultivo quinua y cañahua caso: Sub Central Tupajkatari**

*Álvaro Lino AMURRIO VILLCA, Ing. M.Sc. René TERÁN CÉSPEDES, Lic. M.Sc. Jorge CÉSPEDES ESTÉVEZ, Ing. M. Sc. Mauro MENDIZABAL*

T-839  
2005  
158 p

Bolivia en el contexto latinoamericano, se constituye en el primer país exportador de quinua, así también junto a Perú en el centro de origen de la cañahua, pese a estas ventajas comparativas, estos rubros, en particular en el altiplano norte, están siendo subutilizados y olvidados, situación por la cual durante los últimos años se ha desarrollado investigaciones orientadas a fomentar la producción de estos cultivos.

Dichos esfuerzos, en consecuencia la tecnología desarrollada, no lograron el impacto esperado, principalmente por el enfoque analítico de las investigaciones, desconocimiento de las lógicas que rigen la producción de estos cultivos al interior de la UP, etc.

Dada estas circunstancias, el presente trabajo de investigación se orientó a desarrollar información relacionada a las lógicas y racionalidades de las unidades familiares en la producción de quinua y cañahua, así también a identificar los agentes técnico-productivos y económicos, y restringen la evolución de estos cultivos en la UP.

Para tal efecto, la metodología desarrollada, tomando como marco referencial el sistema predial campesino de las familias de PG y PM<sup>1</sup>, incorporó en su estructura instrumentos de recolección de datos cuantitativos (Encuesta) y cualitativos (grupos focales, entrevistas no estructuradas, escala Likert), cuya información fue evaluada y analizada desde un punto de vista económico como estadístico

Según las características de la información, se emplearon tanto técnicas estadísticas no paramétricas (Prueba "U" de Man-Whitney y "F" de Friedman) como paramétricas (Uní, bi y multivariantes). En cuanto al análisis económico, se consideró un enfoque de economía campesina empleando para tal efecto la metodología propuesta por Apollin y Eberhart (1999).

En el marco comunal, los resultados obtenidos muestran que las UP en PG y PM, cuentan con una extensión promedio de 3,94 Ha, con familias económicas de 3,59 individuos y un potencial de mano de obra disponible de 74%. En cuanto al capital, el ganado de mayor importancia es el bovino con un promedio de 6.17 cabezas/familia.

En el aspecto productivo, del 100% del área sembrada, solo el 11,50% corresponde a quinua y 3,28% a cañahua, de forma general, los rubros de mayor importancia son papa, cebada y avena en berza, los cuales ocupan el 78,30% del área sembrada. En cuanto a la productividad en la zona, los rendimientos alcanzados en quinua (13,77 qq/Ha) y cañahua (26,46 qq/Ha) son superiores a los reportes del ZONIZIG (1998).

Las familias del PG y PM, según su grado de capitalización generan cuatro tipos de UP, las cuales son el resultado de 5 sistemas de producción identificados: ganadero extensivo, mediano productor extensivo, migrante definitivo con producción permanente, pequeño productor con trabajo no agrícola, acopiador y transformador de granos. Es en esta coyuntura donde se insertan los sub-sistemas quinua y cañahua, manteniendo itinerarios técnicos y niveles de intensificación (VAN/Ha, VAN/UTH) similares y bajos. En consecuencia la lógica de producción de estos rubros se orienta al autoconsumo, respondiendo a una racionalidad socioeconómica de autosubsistencia

Dada esta situación, la distribución del trabajo en el proceso productivo de estos rubros recae con mayor intensidad en el trabajo de la mujer la cual asigna mayor tiempo de trabajo (55.2%) en relación al hombre (44.8%). Considerando que la lógica de producción de quinua y cañahua no es la generación de riqueza, los criterios que rigen la misma, en cuanto a la toma de decisiones, están supeditados en gran medida al tamaño de la familia y al ciclo de vida familiar.

Bajo esta realidad y ante el eventual riesgo de continuidad de estos rubros en la UP, los comuneros de PG y PM según los patrones de actitud asumidos en la escala de quinua y cañahua identificaron y jerarquizaron los siguientes agentes técnico-productivos y económicos:

- Para quinua: superficie de cultivo, precio de comercialización, semilla, asistencia técnica (categoría 1), e insumos químicos, crédito, conocimiento del mercado, factores bióticos y manejo del cultivo (categoría 2), los cuales son catalogados como intrínsecos de primer orden (muy limitantes) e intrínsecos de segundo orden (limitantes).

- Para cañahua: superficie de cultivo, precio de comercialización, conocimiento del mercado, semilla certificada (categoría 1); y asistencia técnica, crédito y manejo del cultivo (categoría 2), cuya actitud adoptada los tipifica como intrínsecos de primer orden (muy limitantes) e intrínsecos de segundo orden (limitantes).

Los cuales generan las siguientes estructuras de interdependencia

Para quinua:

- F1= Insumos químicos + Superficie de cultivo + Crédito
- F2= Asistencia técnica + Factores bióticos + Manejo de cultivo
- F3= Precio de comercialización + Conocimiento del mercado
- F4= Semilla certificada

Para cañahua:

- F1= Superficie de cultivo + Crédito + Mano de obra
- F2= Asistencia técnica + Manejo de cultivo
- F3= Precio de comercialización + Conocimiento del mercado
- F4 = Semilla certificada

Mediante los cuales se establecen enfoques de intervención que permitan la transición de una producción de Autoconsumo a una de venta.

**CAÑAHUA**

---

## **Efecto de la densidad de siembra en cuatro variedades de qañawa (*Chenopodium pallidicaule*, Aellen)**

Félix MAMANI REYNOSO, Ing. Agr. Jorge GUZMÁN CALLA

T-32

1994

71 p

El presente trabajo de investigación: "Efecto de la densidad de siembra en cuatro variedades de qañawa (*Chenopodium pallidicaule*, Aellen), en el Altiplano Norte", fue conducido en los terrenos de la U.A.C.T. ubicada en la provincia Ingavi del Departamento de La Paz a la altitud de 3835 msnm, en condiciones irregulares de precipitación y temperatura.

Los objetivos propuestos en el presente trabajo, fueron: evaluar el rendimiento de grano y broza en cuatro variedades de qañawa, determinar el efecto de la densidad de siembra en el cultivo y analizar los costos parciales de producción en los tratamientos propuestos.

El material genético empleado fueron las variedades de qañawa: lasta amarilla, lasta rosada, saihua amarilla y saihua anaranjada, procedentes de la Estación Experimental de Patacamaya.

El diseño experimental empleado fue parcelas divididas en bloques completos al azar, con cuatro bloques. El factor variedad se distribuyó en parcelas grandes y el factor densidad en sub-parcelas.

La siembra se realizó el 17 de diciembre de 1991. Emergieron a los 15 a 17 días debido a la falta de lluvias. La cosecha se efectuó en el mes de mayo de 1992, de acuerdo a la madurez de las variedades.

Del análisis e interpretación de resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las variedades lastas y las saihuas estudiadas, mostraron una diferencia significativa en sus rendimientos y características en función de las densidades de la siembra.
- Las variedades saihuas, tuvieron un rendimiento promedio de grano superior en 4 veces (1882 kg de grano/ha) a las variedades lastas (481 kg de grano/ha). La variedad lasta rosada, tuvo un rendimiento de broza mayor (5610 kg de broza/ha) que los demás.
- La variedad saihua amarilla, sembrada a una densidad de 9 kg semilla/ha, alcanzó relativamente el mayor rendimiento promedio de 2193 kg de grano/ha. La variedad lasta rosada, con una densidad de siembra de 12 kg semilla/ha, arrojó el mejor rendimiento de broza (5816 kg/ha). Mientras, el bajo rendimiento en broza, correspondió a la variedad saihua anaranjada que fue de 4347 kg/ha sembrada a la densidad de 3 kg semilla/ha.
- Se asumen que las variedades lastas tienen atributos para la producción de forraje. Mientras, las variedades saihuas para la producción de grano.
- El rendimiento de fitomasa de qañawa, en la variedad saihua amarilla tuvo mayor rendimiento de 7134 g de fitomasa/ha, a una densidad de 6 kg/ha: un bajo rendimiento se observó en la variedad lasta amarilla que fue de 5266 kg de fitomasa/ha.
- En el análisis de los costos parciales de producción, se ha mostrado el mejor beneficio neto con la densidad de siembra a 9 kg de semilla/ha y a 12 kg de semilla/ha, significa pérdida de inversión del capital económico.

## **Caracterización preliminar y evaluación agronómica de 480 accesiones de germoplasma de cañahua (*Chenopodium pallidicaule*, Aellen), en Patacamaya**

*José Yakov ARTEAGA GARCÍA, Dr. Juan RISI CARBONE, Ing. Agr. Wilfredo ROJAS*

T-95

1996

72 p

El presente estudio titulado: "Caracterización preliminar y evaluación agronómica en 480 accesiones de germoplasma de cañahua (*Chenopodium pallidicaule*, Aellen)" fue llevado a cabo en la Estación Experimental de Patacamaya dependiente del Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria IBTA, ubicada en la provincia Aroma del departamento de La Paz, a una altitud de 3789 msnm y situada a 17°15' de latitud sud y 68°55' de longitud oeste.

El objetivo principal de este trabajo fue caracterizar en forma preliminar y evaluar agronómicamente el Germoplasma de Cañahua con que cuenta la Estación Experimental de Patacamaya, mediante los métodos estadísticos multivariados: componentes principales y análisis de conglomerados.

Para ello se utilizaron 480 accesiones de Germoplasma, habiéndose evaluado 29 descriptores, propuestos por el Programa Nacional Quinua de IBTA (1983).

El método de componentes principales permitió reducir la dimensión existente, determinándose que las variables peso de planta, peso de grano, peso de broza e índice de cosecha resumen un 90,38% de la variación obtenida.

El análisis de conglomerados permitió identificar 9 grupos, los cuales representan mejor toda la variabilidad de Germoplasma de Cañahua.

Es importante identificar las características sobresalientes en cada grupo, porque el presente trabajo podría constituir el comienzo de una serie de estudios más profundos que permitan obtener mayor información ya sea para fines de mejoramiento o producción del cultivo.

## **Estudio del comportamiento agronómico de cuatro variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), en diferentes densidades de población**

Brigida ACARAPI CHOQUETARQUI, Ing. Agr. Félix MAMANI REYNOSO, Ing. Agr. Rene CALATAYUD VALDES

T-166

1997

57 p

El presente trabajo de investigación titulado "Estudio del comportamiento Agronómico de Cuatro Variedades de Cañahua Saihua (*Chenopodium pallidicaule*, Aellen), en diferentes densidades de población", fue llevado a cabo en Tiahuanacu en los predios de la Unidad Académica Campesina ubicada en la tercera sección de la provincia Ingavi del Departamento de La Paz a una altitud de 3835 msnm. Se encuentra localizada geodésicamente a 16°32'40" de Latitud Sur y 68°42'27" de Longitud Oeste.

Los objetivos en el presente trabajo fueron los siguientes: 1) estudiar el comportamiento agronómico de la variedad saihua de cañahua, 2) determinar el efecto de la densidad de población en la producción de grano en las variedades de cañahua saihua y 3) analizar los costos parciales de producción en los diferentes tratamientos propuestos.

El material genético empleado fueron las variedades de cañahua: saihua roja, saihua rosada, saihua anaranjada y saihua amarilla.

Para tal efecto se estudió los siguientes caracteres: rendimiento de grano, índice de cosecha, rendimiento de broza, área de cobertura vegetal y número de plantas por metro lineal.

La siembra se realizó el 17 de noviembre de 1994, bajo condiciones óptimas de humedad y de una buena preparación del terreno.

En base a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

La variedad saihua rojo presentó mejor rendimiento en grano limpio (741 kg/ha) en las densidades de población correspondiente 7 a 9 kg/ha, de igual forma estas cantidades de semilla utilizada han mostrado mejor relación para el índice de cosecha en un promedio de 42%.

Las densidades de siembra de 3, 5 y 7 kg/ha, fueron mejores en su área de cobertura vegetal 5.1 cm<sup>2</sup>/planta que las demás densidades 11 a 13 kg/ha, que alcanzaron en un promedio de 3.3 cm<sup>2</sup>/planta.

En las cuatro variedades estudiadas presentaron mayor número de plantas por metro lineal en las densidades de población 9, 11 y 13 kg/ha, en un número aproximado de 241 plantas por metro lineal.

El área de cobertura vegetal, tiende a tener mayor proyección foliar a medida que disminuye la cantidad de semilla en las variedades de cañahua por lo que se puede deducir el área de cobertura esta relacionada en forma inversamente proporcional a la densidad de siembra.

Realizado los costos parciales de producción se puede concluir que los costos y beneficios obtenidos fueron en las densidades de siembra 7 y 9 kg/ha que alcanzaron una tasa de retorno marginal de 850% mientras las densidades de siembra mayores a 9 kg/ha inclusive menores a 7 kg/ha se consideran económicamente una pérdida para el agricultor.

## **Efecto de la densidad de siembra y la etapa de corte en el potencial forrajero de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)**

Félix CHOQUE MAMANI, Dr. David CRUZ CHOQUE, Ing. Agr. Félix MAMANI REYNOSO

T-190

1998

86 p

El trabajo de investigación: "Efecto de la densidad de siembra y la etapa de corte en el potencial forrajero de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)", fue conducido durante el período agrícola 1993-1994 en la Estación Experimental de Choquenaira – Viacha, provincia Ingavi del departamento de La Paz, a una altitud de 3856 m.s.n.m., dentro de las coordenadas geodésicas 16°41'26" Latitud Sur y 68°17'05" Longitud Oeste, con textura del suelo franco arcilloso a franco areno arcilloso. Se consideraron los siguientes parámetros agronómicos: rendimiento de materia seca y materia verde, altura de planta, cobertura vegetal y diámetro de tallo. El diseño experimental fue parcelas divididas para los factores: etapas de corte y densidades de siembra. El material vegetal fue la cañahua, cultivar "lasta rosada", procedente de la Estación Experimental de Patacamaya.

Los objetivos propuestos en el presente estudio, fueron los siguientes: evaluar el rendimiento de fitomasa de la cañahua bajo cinco etapas de corte, determinar el efecto de la densidad de siembra en el cultivo y analizar los costos de producción y la rentabilidad en los tratamientos planteados.

Del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

El mayor rendimiento promedio de materia verde, fue en la etapa del 50% de floración (36.531 kg/ha), a una densidad de 10 kg semilla/ha. Mientras el menor rendimiento promedio correspondió a la etapa de aparición del botón floral (27.345 kg/ha), sembrada a 18 kg semilla/ha. Entre tanto, el mayor rendimiento promedio de materia seca (fitomasa) fue en la etapa de grano masoso 9.892 kg/ha. Mientras, el más bajo rendimiento de materia seca, correspondió a la etapa de aparición del botón floral (3.969 kg/ha), a una densidad de 6 kg semilla/ha.

Para finalizar, la altura promedio de planta para las etapas de grano masoso (114 días), 50% de floración (88 días), grano lechoso (101 días) e inicio de floración (75 días), registraron una altura de 42 cm; mientras, la etapa de aparición del botón floral (62 días), arrojó una altura de 31 cm. En base a las observaciones de campo, las correlaciones parciales registraron asociaciones positivas y significativas entre el rendimiento de materia seca (kg/ha) y los componentes de rendimiento: altura de planta ( $r=0,586$ ), diámetro de tallo ( $r=0,533$ ), cobertura vegetal ( $r=0,443$ ) y materia verde ( $r=0,229$ ). Asimismo, el análisis de regresión desplegó una distribución lineal de los caracteres medidos

El análisis bromatológico reportó mejor contenido proteico entre los 60-80 días de crecimiento y desarrollo de la planta (proteína 28,34%, grasa 2,48%, fibra cruda 9,47%, ceniza 18,67%, calcio 1,21%, fósforo 0,85% y vitamina C 0,13%).

A través del análisis de costos, se determinó la mejor tasa de retorno marginal de 6.100% sembrada a una densidad de 10 kg de semilla/ha y para el resto de las densidades por unidad de superficie, significó pérdida de inversión. Asimismo, el indicador económico beneficio/costo para el primer año en el rendimiento de materia seca (6.268,56 kg/ha) reportó rentabilidad económica de  $B/C = 2,51$ .

## **Efectos de niveles de fertilización orgánica en dos cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Altiplano Central**

Ponciano QUISPE TAPIA, Ing. Agr. Félix MAMANI REYNOSO, Ing. Agr. Nolberto CHIPANA SURCO

T-280

1999

82 p

El presente estudio del cultivo de cañahua con diferentes niveles de fertilización orgánica con cultivares saihua y lasta fue llevado a cabo en la comunidad Culli Culli Alto, ubicada en la Provincia Aroma, Departamento de La Paz. Localizada a 67°41' de Longitud Oeste y 17°23' de Latitud Sur y a una altura de 3750 msnm, sembrado en tipo de suelo de textura arcillo limosa.

La cañahua es una especie que se le ha dado poca importancia, debido a su reducido tamaño de grano, poca aceptabilidad de consumo por la población urbana. Sin embargo, esta especie se caracteriza por poseer alto contenido de proteína lo cual es necesario aprovechar para la alimentación humana, especialmente en área rural.

Por lo tanto, es necesario mejorar el rendimiento, identificar variedades de alto rendimiento mejorar la tecnología del cultivo de cañahua con el uso de fertilizantes orgánicos.

Los objetivos propuestos en el presente trabajo, fueron los siguientes: evaluar el rendimiento de grano, broza y fitomasa de dos cultivares de cañahua, bajo efectos de fertilización orgánica, comparar diferentes niveles de fertilización orgánica para producción de cañahua en la zona de estudio y analizar los costos parciales de producción en los tratamientos propuestos.

El material genético empleado en el estudio, fueron los cultivares de saihua roja y lasta rosada, procedente de la Estación Experimental de Belén, a las cuales se aplicaron la variación de dosis de incorporación del estiércol. Asimismo para niveles de fertilización orgánica se ha utilizado estiércol ovino en estado de descomposición aproximada de ocho meses.

Se empleó el diseño de parcelas divididas en bloques completamente al azar, con cuatro bloques, El factor cultivar se ubicó en parcelas grandes, mientras que el factor niveles de fertilización orgánica en parcelas pequeñas.

La siembra se efectuó el 12 de noviembre de 1996 en la comunidad de Culli Culli Alto, con una densidad de 7 kg/ha, la semilla se ha distribuido a chorro continuo en surcos. Las plantas de cañahua emergieron a los 15 a 22 días.

Se evaluaron las siguientes características principales: rendimiento de grano, broza, fitomasa y costos parciales de producción.

El mayor rendimiento promedio de grano limpio, fue con el nivel de fertilización orgánica de 10 tm/ha de estiércol (2330 kg/ha). Mientras el menor rendimiento promedio corresponde a 0 tm/ha de estiércol (1405 kg/ha). Entre tanto, el mayor rendimiento promedio obtenido fue con el cultivar lasta rosada el cuál alcanzó a 2188 kg/ha, mientras que el cultivar saihua roja alcanzó un rendimiento promedio de 1633 kg/ha.

Respecto a otras variables complementarias podemos indicar que se llegaron a los siguientes resultados: en rendimiento de broza se alcanzó a 7808 kg/ha de broza con un nivel de fertilización orgánica de 12,5 tm/ha, mientras el rendimiento menor fue de 4927 kg/ha sin fertilización orgánica; en rendimiento de fitomasa el mayor promedio alcanzado fue de 9976 kg/ha con una dosis de 12,5 tm/ha. Referente a la altura de las plantas, alcanzó un promedio de 44,02 cm por lasta rosada y 42,80 cm por saihua roja.

A través de análisis de costos, se determinó de 480% sembrada a un nivel de fertilización orgánica de 10 tm/ha, esta indica que por cada boliviano invertido se puede recobrar 4,80 Bolivianos adicionales.

## **Evaluación del comportamiento agronómico de tres cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en dos épocas y formas de siembra en la comunidad de San José – Taraco**

Rene COPETICONA QUISPE, Ing. Agr. Jorge PASCUALI, Ing. Agr. Félix MAMANI REYNOSO

T-351

2000

96 p

El trabajo de investigación "Evaluación del comportamiento de tres cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en dos épocas y formas de siembra en la comunidad de San José – Taraco", fue conducido durante el periodo agrícola 1996 – 1997 en la Provincia Ingavi del Departamento de La Paz, a una altitud de 3830 m.s.n.m., dentro de las coordenadas geodésicas 16°27'40" LS y 68°55'50" LO, en condición de suelo Franco Arenoso Arcilloso. El material genético empleado en el estudio, fueron los cultivares saihua roja, saihua anaranjada y lasta rosada, procedente de la Estación Experimental de Patacamaya, de los cuales se sembraron en dos formas y épocas de siembra.

Las siembras se efectuaron el 10 de noviembre y 10 de diciembre de 1996 en la comunidad de San José, a una densidad de siembra de 10 kg/ha, la semilla se ha distribuido en dos formas de siembra: al voleo y a chorro continuo en surcos. La cosecha se realizó durante el mes de abril de 1997 en forma manual cuando los cultivares llegaron a la madurez fisiológica. El diseño experimental fue el de Sub parcelas divididas con arreglo en Bloques al azar con cuatro bloques, para los factores: épocas de siembra, formas de siembra y cultivares.

Con el estudio, se ha llegado a los siguientes resultados y conclusiones principales:

El cultivar saihua anaranjada sembrado al voleo, mostró mayor rendimiento en grano (2886.77 kg/ha). En contraste el cultivar lasta rosada sembrada en surcos reportó menor rendimiento de grano (1876.02 kg/ha).

La forma de siembra al voleo mostró ser la mas adecuada para la obtención de mejores rendimientos habiéndose obtenido un promedio de 2670.54 kg grano/ha, mientras que la forma de siembra en surco reportó 2197.69 kg grano/ha, debido a mayor número de plantas por superficie.

Las épocas de siembra no tuvieron significancia, sin embargo la primera época de siembra es la más destacable con relación a la segunda época de siembra.

La siembra al voleo reportó mejor rendimiento en broza (5802.00 kg/ha) en relación a la siembra en surcos (5199.33 kg broza/ha), debido principalmente a la densidad de plantas por superficie.

Los cultivares lastas son más rendidoras en broza que los cultivares saihuas, debido principalmente a la arquitectura de la planta.

Las plantas de cañahua con mayor altura de planta se obtuvieron en la primera época de siembra. Asimismo los cultivares saihuas son más altas que los cultivares lastas debido a su morfología y crecimiento erecto.

Los costos de producción en la forma de siembra al voleo, fueron elevados debido a la mayor incidencia de las malezas reflejada en el mayor número de jornales. Sin embargo de acuerdo al analisis económico y a la evaluación agronómica, se obtuvo que el cultivar saihua anaranjada, presenta la mejor relación costo/beneficio (2.3), en la primera época de siembra sembrada al voleo.

## **Estudio del valor nutricional del forraje de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en tres épocas de corte en la alimentación de ovinos**

Eduardo Mauricio NOGALES LOAYZA<sup>1</sup>, Dr. Armando CARDOZO, Ing. Agr. Miguel NOGALES SOLDEVILLA, Ing. Agr. Yakov ARTEAGA GARCÍA

T-443

2001

74 p

El presente trabajo de investigación "Estudio de valor Nutricional del Forraje de Cañahua (*Chenopodium pallidicaule*, Aellen) en tres Épocas de Corte en la Alimentación de Ovinos", se realizó durante la gestión agrícola 1997–1998, en la Estación Experimental de Choquenaira. Se utilizó como material vegetal cañahua del ecotipo Lasta Rosada, proveniente de la Estación Experimental de Patacamaya, y como material animal 3 borregos machos de 10 meses de edad y pesos aproximados de 40 kg, de la Raza Corriedale. El ensayo tuvo dos fases: una de cultivo donde se determinó el rendimiento de materia seca por hectárea en cada una de las épocas de corte. La segunda fase corresponde al estudio del valor nutricional del forraje de cañahua en las tres etapas de corte, donde se consideraron como variables de respuesta: el Consumo de Materia Seca, el Coeficiente de Digestibilidad, los Nutrientes Digestibles y Nutrientes Digestibles Totales y la Energía Metabolizable. Las conclusiones a las cuales se pudo llegar son: la época de corte tuvo efecto en el rendimiento de materia seca y materia seca digestible del forraje de cañahua. Los promedios más altos se obtuvieron en la tercera época con rendimientos de 7076.40 kg/ha y 3901.22 kg/ha, respectivamente. Se observó que la digestibilidad está negativamente correlacionada con la edad del cultivo, sobre todo por el proceso de lignificación. Por tanto, la época de corte influye sobre la digestibilidad del forraje. El incremento del porcentaje de Fibra Detergente Neutro, y más aún de Fibra Detergente Ácido, afecta negativamente la digestibilidad del forraje. El consumo de materia seca, fue de 3.49% PV en la época dos y de 3.46% PV en la época tres, iguales estadísticamente a los obtenidos en la alfalfa 3.60% PV. Lo cuál demuestra que la cañahua es una especie muy palatable con alto grado de aceptación por el ganado ovino. La época uno presentó el consumo de materia seca más bajo (2.52% PV), probablemente por una deficiencia en la cantidad de fibra necesaria para un normal funcionamiento ruminal. El forraje de cañahua cosechado a los 80 días después de la siembra (época uno) ocasionó trastornos digestivos, y no puede ser suministrado como único alimento. Sin embargo, se puede utilizar como suplemento, principalmente por su alto contenido de proteína digestible (13.95%). Se encontró una correlación negativa entre el consumo de materia seca y la edad del cultivo. La cantidad de nutrientes digestibles, como porcentaje de la materia seca disminuye con la edad del cultivo. Esto es más evidente en el caso de la proteína digestible; por efecto de la reducción, tanto en el contenido porcentual de este nutriente como en su digestibilidad. El aporte energético de la cañahua (2.053 Mcal/kg de forraje) es similar al de la alfalfa (2.190 Mcal/kg de forraje) en términos de energía metabolizable, cuando se cosecha a los 80 días, luego disminuye significativamente con la edad del cultivo.

## **Determinación de la época optima de cosecha en tres cultivares de saihua de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)**

Ruth VIDAURRE SOLÓRZANO, Ing. M.Sc. Félix Wilfredo ROJAS

T-516

2002

64 p

El presente ensayo titulado "Determinación de la época optima de cosecha en tres cultivares saihua de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)", se llevó a cabo en los predios del Instituto Técnico Agropecuario Caquiaviri (ITAC), situado en la provincia Pacajes, segunda sección Caquiaviri, comunidad Kalla Centro; geodésicamente situado a 17°01' Latitud Sur y 60°38' Latitud Oeste, con una altitud aproximada de 3900 msnm.

El objetivo principal de estudio mencionado es disminuir las grandes pérdidas de grano de cañahua durante la cosecha, para ello se utilizaron tres accesiones de cañahua saihua provenientes del Banco de Germoplasma de la Estación Experimental Patacamaya.

El diseño experimental empleado fue parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones con un área total de 414 m<sup>2</sup>.

Se procedió a la preparación del terreno el 9 de noviembre de 1994 y posteriormente se realizó la siembra el 20 de noviembre del mismo año, empleando una densidad de siembra de 7 kg/ha (1.7 g/surco). Durante el desarrollo vegetativo del cultivo la presencia de malezas fue muy notoria por lo que se realizaron deshierbes a mediados del mes de enero y fines del mes de febrero del año 1995.

La cosecha se realizó en tres etapas, a los 140, 150 y 160 días posteriores a la siembra, previa observación del grado de madurez de los granos de cañahua.

El análisis estadístico de los resultados obtenidos nos muestra que la época óptima de cosecha corresponde a la segunda etapa donde se registraron menos pérdidas de grano, por otro lado la accesión 277 tuvo una relativa superioridad de rendimiento en grano frente a las accesiones 017 y 263.

El análisis de los costos parciales de producción nos muestra una tasa de retorno marginal de 162% y la relación beneficio costo con proyección para cinco años dio como resultado un valor de 2,51 (B/C > 1), por lo que se puede aseverar que el cultivo de grano de cañahua resulta económicamente rentable.

## **Evaluación del consumo humano y usos de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en tres comunidades de la segunda sección municipal de Caquiaviri**

*Nestor CHAMBI VARGAS, Ing. Agr. José Yakov ARTEAGA GARCIA*

T-542

2002

107 p

La evaluación del consumo humano y usos de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), en las comunidades de Kalla Centro, Laura Jayuma y Ejra de la segunda sección municipal de Caquiaviri de la Provincia Pacajes del Departamento de La Paz, se llevó a cabo en dos etapas: la primera, de sondeo preliminar, desde el 27 de enero al 03 de febrero y la segunda, referida a las encuestas, del 27 de marzo al 11 de abril de 2002.

El número de unidades muestrales o familias encuestadas fue de 97 de una población total de 130 familias que fueron estratificadas de la siguiente forma: Kalla Centro 60, Laura Jayuma 22 y Ejra 15. Para determinar el consumo y los usos de la cañahua se elaboró un cuestionario escrito de 43 preguntas distribuidas en tres aspectos: el de manejo agrícola del cultivo, el aspecto económico que se desenvuelve alrededor de la cañahua y el aspecto sociocultural que se promueve.

Se aplicó la metodología de entrevista oral dinámica para obtener los datos requeridos y señalados en el cuestionario escrito. Posteriormente las respuestas fueron analizadas y los resultados son los siguientes:

El 76.3% de los encuestados afirman que la producción de cañahua es para autoconsumo y uso familiar y el 23.7% señala que es para la venta en efectivo, la frecuencia de consumo ocasional es de 6.3 libras por mes de harina o pito por persona. Asimismo las formas de consumo más preferidas de la cañahua son, en orden de importancia, el pito, el refresco de pito denominado en lengua aymara "Ullpara", el grano tostado, la kispina o galleta, el pesque, la sopa de granos y el piri que coadyuvan de forma estratégica a la seguridad alimentaria campesina.

Los granos de cañahua, sus productos procesados y sus subproductos son considerados alimentos nutritivos y fortificantes que se usan en la alimentación humana, en la alimentación animal, en medicina tradicional y en actividades socioculturales. En la alimentación humana se utilizan los granos y los productos procesados de forma artesanal, en cambio en la alimentación animal se utiliza la broza para alimentar ovejas y asnos, así también el subproducto denominado "jipi" es utilizado con preferencia para suplementar cerdos.

La cañahua y sus productos procesados son considerados medicinales para curar anemias, para bajar la temperatura de los resfríos, para disminuir los dolores que producen los cálculos biliares y para normalizar las funciones de los riñones. Además son excelentes suplementos nutricionales que aumentan el rendimiento físico-mental de niños y adultos.

Los principales factores que afectan al rendimiento del cultivo son: las granizadas del mes de marzo, la falta de lluvias oportunas, la falta de tierras a consecuencia del minifundio, los terrenos empobrecidos por el constante uso, los pájaros, los roedores, las plagas, las vicuñas, las liebres y otros que ocasionan que la producción no sea rentable.

El ecotipo de cañahua silvestre de granos negros es utilizado en ofrendas tradicionales a divinidades aymaras como la Pachamama, Achachilas y otros, también sirve para curar fracturas óseas y enfermedades diversas.

## **Distanciamiento entre surcos y plantas en dos ecotipos de Kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Altiplano Norte**

Wilfredo Pablo MARÍN PARRA, Ing. M.Sc. Alejandro BONIFACIO FLORES, Ing. M.Sc. Félix MAMANI REYNOSO

T-544

2002

111 p

El estudio: "**Distanciamiento entre surcos y planta en dos ecotipos de Kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Altiplano Norte**", fue conducido durante el periodo agrícola 1999 – 2000 en la Comunidad Achaca, Cantón Tiahuanaco, Provincia Ingavi del departamento de La Paz, Bolivia; a una altitud de 3854 m.s.n.m., dentro de las coordenadas geodésicas 16°35' Latitud Sur, 68°41' Longitud Oeste. La precipitación fue 474.6 mm y el suelo presentó una textura franco arenosa (FA). El material genético estuvo formado por los ecotipos: Lasta amarilla, Lasta roja, Saihua amarilla y Saihua roja, provenientes de la Estación Experimental de Belén, dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.

Con el objetivo de evaluar el efecto del distanciamiento entre surcos y entre plantas en el comportamiento agronómico de dos ecotipos de kañawa en el Altiplano Norte, la siembra se efectuó el 20 de diciembre de 1999 en surcos distanciados a 20, 40 y 60 cm, con una densidad de 4 kg/ha, todo ello bajo el diseño bloques al azar con arreglo en parcelas sub – sub divididas, donde en la parcela principal se localizó la distancia entre surcos, en la sub parcela se ubicó la distancia entre plantas y en la sub – sub parcela los diferentes ecotipos. Al cabo de 35 días de la siembra se procedió al raleo de plantas en forma manual y con la ayuda de cordeles ubicados a distancias preestablecidas como tratamientos de 10, 20, 30 cm entre plantas.

El efecto de los diferentes distanciamientos sobre los ecotipos presentó los siguientes resultados y conclusiones:

La altura de planta y el diámetro tallo de kañawa, fue directamente proporcional a los diferentes distanciamientos entre surcos y plantas, e inversamente proporcional al número de plantas por superficie, alcanzando valores máximos de altura (21.4 cm) y diámetro (2.5 mm) a 60 cm de distancia entre surcos y 101852 plantas/ha. Por otra parte, el ecotipo saihua amarilla presentó una altura de planta superior al resto de los ecotipos, con un valor de 19.1 cm y para el diámetro de tallo los ecotipos presentaron un comportamiento estadísticamente similar.

El índice de cosecha, a 30 cm de distancia entre plantas por 40 cm de distancia entre surcos alcanzó un valor de 0.32, superior al resto de los tratamientos, por otra parte los ecotipos saihua roja y saihua amarilla presentaron índices de cosecha superiores con un valor de 0.29.

Se obtuvo mayores rendimientos de broza a 10 cm y 30 cm de distancia entre planta dentro de 40 cm de distancia entre surcos con rendimientos de 1689.7 kg/ha y 1384.7 kg/ha en una población de 250000 plantas/ha y 83333 plantas/ha respectivamente, por otra parte el ecotipo saihua amarilla presentó mayor rendimiento de broza (1185.4 kg/ha) a 30 cm de distancia entre plantas al margen de la distancia entre surcos.

El rendimiento de grano de kañawa, es significativamente determinado por el distanciamiento entre surcos y plantas, obteniéndose a 30 cm y 10 cm de distancia entre planta dentro de 40 cm de distancia entre surcos, rendimientos de 688.2 kg/ha y 647 kg/ha respectivamente, superiores al resto de los tratamientos, por otra parte los ecotipos lasta roja y saihua amarilla a 40 cm de distancia entre surcos, presentaron mayor rendimiento de grano con 598.3 kg/ha y 561.9 kg/ha respectivamente.

Los tratamientos 23 con 30 cm de distancia entre planta en 40 cm de distancia entre surcos ecotipo saihua amarilla y el tratamiento 16 con 10 cm de distancia entre plantas en 40 cm de distancia entre surcos ecotipo saihuas roja son alternativas interesantes, sin embargo se recomienda el tratamiento 23, con una tasa marginal de 1055.5% respecto al tratamiento 35 que corresponde a 30 cm de distancia entre plantas en 60 cm de distancia entre surcos ecotipo saihua amarilla, y una relación beneficio costo de 19.4 superior al tratamiento 16 con una relación beneficio costo de 17.6.

## **Efecto de la fertilización con abonos líquidos orgánicos fermentados en cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)**

Rogelia QUISPE TICONA, Ing. Agr. Victor CHURQUINA MAMANI, Ing. M.Sc. Alejandro BONIFACIO FLORES

T-590

2003

69 p

El "Efecto de la fertilización con abonos líquidos orgánicos fermentados en cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)", se efectuó en la localidad de Jalsuri, ubicada a 3860 m de altitud y geográficamente a 60°15' de Longitud Oeste y 16°45' de Latitud Sur.

Los suelos productivos abonados con insumos químicos, sufren esterilización y pérdida de su fertilidad natural, frente a esto se planteó fertilizar con abonos líquidos en el suelo y en los órganos aéreos de la cañahua, con el objetivo de aportar conocimientos en la elaboración de estos y su efecto en el cultivo. Se delimitó el campo experimental, preparó la tierra y los surcos, sembrándose semillas del ecotipo Saihua rosada.

Para los abonos se utilizó material vegetal y animal que fue pesado picado, machacado y mezclado con agua, consiguiendo 4 soluciones semilíquidas en bidones, dejándose en un invernadero para optimizar la digestión, otorgando diferencias mínimas en concentraciones de sustancias minerales, como el nitrógeno, fósforo, potasio, y otros, pH ligeramente alcalino a alcalino y C.E. que determina que son muy salinos.

Una vez desyerbado, se fertilizó a 57, 78, 93 y 106 días de la siembra. Alcanzada la madurez fisiológica se cosechó evaluándose cada variable.

Según el análisis de varianza, los resultados de la fertilización con 1,50 – 2,50 de N; 0,09 – 0,20 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 3,05 – 3,60 kg/ha de K<sub>2</sub>O respectivamente, a los 122 a 126 días del ciclo vital muestran diferencias no significativas para la mayoría de las variables. Obteniéndose rendimientos de 587,40 kg/ha de grano y 1350,00 de broza para el testigo, 774,30 kg/ha de grano y 1687,32 de broza para el 3. En tanto la relación B/C con 0,87 para el tratamiento 1, 0,76 para el 2 y 0,89 para el 4 respectivamente, indicando que no es conveniente producir cañahua con estos abonos, pero para los tratamientos 5 y 3 es 1,00, resultando indistinto.

## **Evaluación de cuatro niveles de harina de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la alimentación de cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.)**

*Wilfredo Tomas QUISPE GUTIÉRREZ, Ing. M.Sc. Héctor CORTEZ QUISPE*

T-606

2003

100 p

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental de Belén dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en el departamento de La Paz, Provincia Omasuyos, comunidad de Belén a 3 km de la localidad de Achacachi.

Se realizó la evaluación de cuatro niveles de harina de qañawa en la alimentación de cuyes mejorados en crecimiento. Para el estudio se formularon cuatro raciones iso-proteico (18% de PC) e iso-energético (2.8 Mcal/kg), las cuales fueron de 22%, 17% y 0% niveles de harina de qañawa.

Se emplearon 32 cuyes (16 machos y 16 hembras) de 20 días de edad, a partir del cuál la evaluación duró 70 días (hasta los 90 días de edad).

Para la interpretación de resultados del estudio, se aplicó el Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial, en la cuál se tuvo a dos factores (ración y sexo) y 4 repeticiones, cada animal representó una unidad experimental. Las variables evaluadas fueron el peso al destete peso final, incremento de peso vivo, consumo alimenticio, además se realizó el análisis económico.

Respecto al peso final a los 70 días de evaluación (90 días de edad), se determinaron diferencias altamente significativas entre raciones y sexo. Las raciones R-1, R-2 y R-3 (22%, 17% y 11% de harina de qañawa, respectivamente), presentaron los mayores pesos a la saca con valores promedios de 875.54, 831.88 y 852.80 g, respectivamente, en relación a la R-4 (0% de harina de qañawa) con 811.50 g. Referente al sexo de los animales machos registraron el mayor peso con 900.81 g frente a los animales hembras con 785.04 g.

Con relación al incremento de peso vivo, se observaron diferencias significativas, donde la R-1 obtuvo el mayor incremento de 619.35 g respecto a las R-3, R-2 y R-4, que registraron los menores incrementos de 597.3; 578.35 y 559.99 g, respectivamente. Entre sexo se detectaron diferencias altamente significativas con pesos promedios de 642.19 y 535.31 g, para machos y hembras, respectivamente.

Se presentaron diferencias altamente significativas entre raciones y sexo en el consumo de alimento concentrado en M.S., reportando valores de 1489.62 (R-4), 1392.89 (R-2), 1377.89 (R-3) y 1253.94 (R-1). En cuanto a sexo los animales consumieron en mayor cantidad con 1475.31 g con relación a los animales hembras que reporto 1331.45 g.

Referente al consumo de alfalfa verde no presentaron diferencias estadísticas entre raciones y sexo. Se observa la presencia de diferencias altamente significativas en la conversión alimenticia entre raciones y sexo, siendo la R-1 (22% de harina de qañawa) como la mejor conversión con 4.36, respecto a las demás raciones. En relación al sexo los machos tuvieron el mejor índice de conversión de 4.62 frente a las hembras de 5.29.

En lo económico se determinó una mínima diferencia de rentabilidad entre las diferentes raciones en estudio, siendo el mejor beneficio costo la R-1 (22% de harina de qañawa) con 1.34 seguido de la R-4 (0% de harina de qañawa) con 1.33, para finalizar en las R-2 y R-3 (17% y 11% de harina de qañawa, respectivamente) que registraron un valor similar en ambos de 1.32.

Se recomienda utilizar, por lo expuesto anteriormente, la ración R-1 (22% de harina de qañawa) como una alternativa en la alimentación de cuyes mejorados en crecimiento. Asimismo el de realizar estudios con diferentes niveles de harina de qañawa en el alimento concentrado en combinación con alfalfa verde u otro forraje para llegar a tener raciones a bajo costo y de buen rendimiento.

## **Evaluación agronómica preliminar de 20 accesiones de kañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Altiplano Norte**

Lucía QUISEBERT MAMANI, Ing. M.Sc. Jorge GUZMÁN CALLA, Ing. M.Sc. Wilfredo ROJAS

T-636

2003

88 p

El presente trabajo de "Evaluación Agronómica Preliminar de 20 accesiones de kañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Altiplano Norte", se llevó a cabo en los predios de la Unidad Académica Campesina – Tihuanacu, Provincia Ingavi del departamento de La Paz, con los siguientes objetivos: contribuir al conocimiento sobre el comportamiento del cultivo de la kañahua en condiciones del Altiplano Norte, evaluar el comportamiento agronómico preliminar de 20 accesiones, analizar el efecto de factores bióticos y abióticos en el rendimiento en grano y seleccionar accesiones promisorias en base al rendimiento en grano para la zona en estudio.

El ensayo se realizó durante la campaña agrícola 1993 y 1994, con una precipitación pluvial del ciclo agrícola de 467.9 mm, una humedad relativa promedio de 71.9% y un suelo con características de textura franco arenoso arcilloso, con 0.56% de materia orgánica y un pH de 6.12.

El diseño estadístico empleado fue el de Bloques Completos al Azar con 20 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos (accesiones) fueron sembrados el 21 de octubre de 1993 a una densidad de siembra de 9kg/ha. El material vegetal utilizado en la investigación fueron 20 accesiones de kañahua provenientes del Banco de Germoplasma de la Estación Experimental de Patacamaya.

De las 20 accesiones estudiadas se determinaron dos formas de crecimiento que son Lasta y Saihua, de los cuales 7 accesiones corresponden al hábito de crecimiento Saihua y 13 accesiones al hábito de crecimiento Lasta.

La emergencia de las accesiones varió de 10 a 12 días e iniciaron la floración de 64 a 69 días después de la siembra, el color de planta en esta etapa fenológica fue verde en todas las accesiones.

Alcanzaron la madurez fisiológica de 133 a 156 días después de la siembra, los materiales precoces correspondieron a las accesiones 0073 y 0155 (Lasta) con 133 días y las accesiones tardías correspondieron a 0273 (Lasta), 0359 (Saihua) y 0258 (Lasta) con 156 días. Con respecto al color de la planta en esta etapa fenológica se observaron 7 accesiones de color amarillo, 5 de color rosado, 3 de color rojo, 3 de color morado y 2 de color anaranjado.

Los materiales que obtuvieron estadísticamente las mayores alturas de planta correspondieron a las accesiones 0359 (Saihua) y 0284 (Saihua) con alturas de 48.8 y 49.1 cm, respectivamente.

Respecto al color del episperma del grano 13 accesiones presentaron el color marrón claro, 6 el episperma de color marrón y 1 con episperma de color negro. El peso de 1000 granos fluctuó de 0.500 a 0.863 g, la accesión que obtuvo el mejor peso de 1000 granos correspondió a la accesión 0073 (Lasta) con 0.863 g. El diámetro de grano varió de 0.85 a 1.10 mm, la accesión que obtuvo el mayor diámetro de grano correspondió a 0073 (Lasta) con 1.10 mm.

En el comportamiento al acame los porcentajes variaron de 3.8 a 30.1%, los mayores porcentajes de acame se dieron en las accesiones 0360 (Saihua) y 0073 (Lasta) con 29.6 y 30.1% y los menores porcentajes se registraron en las accesiones 0273 (Lasta) y 0274 (Lasta) con 3.8 y 4.2%. De acuerdo a la escala de calificación por Pérez *et al.* (1980) de los 20 materiales 6 accesiones presentaron porcentajes de acame alto, 8 accesiones con acame medio, 3 accesiones con acame ligero y 3 accesiones con acame normal o bajo.

En el presente trabajo se observó la presencia de kcona kcona (*Eurysacca melanocampta* Meyrick) que es un insecto que en su estado larval, atacó a los granos de las plantas en la etapa fenológica de madurez fisiológica. La incidencia fluctuó de 20 a 90%; la accesión que presentó mayor porcentaje de incidencia correspondió a 0273 (Lasta) con 90% y la accesión con menor incidencia correspondió a 0073 (Lasta) con 20 %. Estas incidencias no afectaron al rendimiento en grano de la kañahua.

Durante el desarrollo del cultivo se observó la presencia de la mancha foliar (*Ascochyta* sp.), en la etapa fenológica de floración, observándose los síntomas en las hojas primarias, las cuales defoliaron y no se produjo re-infecciones en las demás hojas. La incidencia fluctuó de 0.5 a 14.5%, estas incidencias no afectaron al rendimiento en grano de los materiales estudiados.

Durante el ciclo agrícola se presentaron descensos de temperatura de 0 a -0.4 °C donde no se observaron plantas afectadas a estas temperaturas. Tampoco hubo sequía por lo cuál no se pudo observar el comportamiento del cultivo frente a este fenómeno.

Los rendimientos en grano de cañahua variaron entre 792.9 y 1512.2 kg/ha, la accesión 0359 (Saihua) fue estadísticamente superior al resto de las accesiones estudiadas con un rendimiento de 1512.2 kg/ha de grano; por lo tanto se puede considerar como una accesión promisoría para la zona de estudio y área de influencia.

## **Caracterización participativa sobre usos, restricciones, oportunidades en Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con enfoque de genero a nivel productores en cuatro comunidades del Altiplano Norte y consumidores, transformadores, en el Alto y La Paz**

Hilarión CHUGAR CACERES, Ing. M. Sc. Félix MAMANI REYNOSO., Ing. M. Sc. Gloria Cristal TABOADA

T-900

2005

122 p

La situación de la *cañahua* (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), en el altiplano Norte no es alentadora, esta siendo relegada al olvido lo cual se refleja en la falta de datos oficiales actualizados; no se conocen estudios socioeconómicos que caractericen las potencialidades, limitaciones, con la participación de agricultores; Para el aporte en este tema se realizó la caracterización participativa sobre usos, restricciones y potencialidades con productores del altiplano Norte (comunidades Coromata Media, Koroyo, Killhuani, Purapurani), procesadoras y consumidores en El Alto y La Paz, en el año 2003, el cual se desarrolló en tres niveles, A (productores), B (transformadores) y C (consumidores), utilizándose, técnicas y herramientas participativas. Los principales resultados obtenidos fueron: Los ecotipos de cañahua identificados son: lasta 71,1% y mezcla 28,9% en Coromata Media y lasta 76,7%, mezcla 23,3% en Koroyo, Killhuani, Purapurani, a su vez presentando características específicas por ecotipo. Las técnicas en la producción son similares, basados principalmente en lo ancestral y con medios de producción tradicional. La superficie cultivada, en aynuqas fue un promedio por agricultor de 0,32 has en Coromata Media, un rendimiento medio en lasta de 36,3 kg, una producción de 113,4 kg/ha. En Koroyo, Killhuani, Purapurani, la superficie en aynuqas fue 0,30 has, un rendimiento de 22,7 kg en lasta, una producción de 75,7 kg/ha. La lógica en la unidad de producción familiar, en la toma de decisiones es exclusiva del varón; los roles en las actividades de producción solo se realizan en periodos claves (siembra, cosecha), la participación de cada miembro de la familia varía en lo social y la composición de la familia. Los factores limitantes en la producción son: (sequías 55,3%) en la siembra, (granizadas 68,4%) en el crecimiento, (granizadas 73,7%) en la cosecha, en Coromata Media; en Koroyo, Killhuani, Purapurani, (heladas 56,7%) en la siembra, (granizadas 83,3%) en crecimiento y (granizadas 63,3%) en la cosecha. Los usos locales que presenta son para el autoconsumo, transformación, alimentación animal y venta. Los subproductos, elaborados son: pito, *pisq'i*, *qispiña* y *thayacha*. Los principales factores limitantes para el procesamiento son: escasez de materia prima, falta de maquinaria apropiada, poca difusión, desconocimiento de zonas proveedoras y los principales factores para limitar el consumo en la ciudad de El Alto son: el sabor y aspecto, falta de promoción y precio elevado; en La Paz, desconocimiento de las propiedades, accesibilidad para la compra y falta de promoción, también contribuyen por que no gusta el sabor, aspecto y la desconfianza del origen y el precio elevado.

***AMARANTO***

---

## **Comportamiento agronómico de ocho cultivares de amaranto (*Amaranthus spp.*) en la provincia Nor Yungas - Carmen Pampa**

*Manuel CHINO VELÁSQUEZ, Ing. M.Sc. German MATOS, Ing. M.Sc. David MORALES V.*

T-60  
1995  
109 p

El presente ensayo se estableció en la localidad de Carmen Pampa, a la altura de 1750 m.s.n.m., con temperatura media de 15 °C y una precipitación de 1500 mm.

El suelo fue franco Arcillo-limoso. Se utilizaron 8 variedades procedentes del INIAA (Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial) y un testigo local con cuatro repeticiones cada uno.

Las variedades fueron: Oscar Blanco, Noel Vietmeyer, LINEA-10-c, LINEA-41-f, INIAP-Ataco, INIAP-Alegría, Selección-dgd-hi, ICTA-01-0012.

El ensayo fue sembrado el 15 de agosto de 1992, se realizó prácticas agronómicas estándar y la cosecha se realizó hasta el mes de marzo de 1993.

Se registraron datos sobre: fenología, altura de la planta, tamaño de la panoja, ataque de plagas, rendimiento de biomasa, rendimiento en grano, pesó de mil semillas, peso hectolítrico e índice de cosecha.

De acuerdo a los resultados y discusiones se observaron polimorfismo de caracteres morfológicos, en cuanto al color del tallo, hoja, inflorescencia y del color del grano.

Las variedades acusaron alta variación en las variables agronómicas estudiadas.

Los cultivares INIAP-Alegría, INIAP-Ataco e ICTA-01-0012 mostraron germinación tardía.

Según el ANVA y la comparación de medias, los cultivares Testigo, INIAP-Ataco, LINEA-10-c y LINEA-41-f; exhibieron portes altos. Con mayor tamaño de panoja fueron los cultivares ICTA-01-0012, Testigo, Selección-dgd-hi, INIAP-Ataco e INIAP-Alegría.

El mayor rendimiento de biomasa varió de 11.450 kg/ha a 10.010 kg/ha, el mismo fue alcanzado por los cultivares, INIAP-Alegría y Oscar Blanco.

En cambio los cultivares INIAP-Alegría, INIAP-Ataco y Oscar Blanco, con 2.307 kg/ha, 2.188 kg/ha y 1.806 kg/ha respectivamente, son los más promisorios en el rendimiento del grano.

## **Comparación de tres cultivares de amaranto (*Amaranthus spp.*) y maíz (*Zea mays*) en cuatro sistemas de cultivo en la provincia Nor Yungas**

Carlos ALANOCA PARI, Ing. M.Sc. Jorge PASCUALI CABRERA, Ing. Agr. Rene CALATAYUD VALDES,  
Ing. Agr. Manuel CHINO VELÁSQUEZ

T-196

1998

102 p

La introducción del amaranto (*Amaranthus spp.*) a la región de los Yungas, se realizó como una alternativa de diversificación productiva por medio de Sistemas de Cultivo, tomando como patrón de asociación al maíz (*Zea mays*) cultivada en la zona.

El proyecto se ejecutó en la localidad de Carmen-Pampa a 15 km de Coroico y 115 km de la ciudad de La Paz por carretera, ubicada a una altitud aproximada de 1900 m.s.n.m.

El experimento se planteó en un Diseño de Bloques Completos al Azar arreglados en Parcelas Divididas, donde, el Factor A (tres cultivares de amaranto) se ubicó en las unidades y el Factor B (sistemas de cultivo) en las sub-unidades, buscando objetivos de identificar cultivares de amaranto de mejor respuesta agronómica y rendimiento entre los sistemas de cultivo establecidos con el Maíz Criollo, además, estimar el Uso Equivalente de la Tierra (UET) más apropiado y analizar los costos parciales de producción.

La siembra se realizó el 16 de noviembre de 1995, concluyendo con la cosecha paulatina en 6 de mayo de 1996, que prosigue con las actividades poscosecha para su posterior evaluación.

De acuerdo a los objetivos y datos analizados se llegaron a los siguientes resultados:

El Amaranto de mejor respuesta en rendimiento fue INIAP-Alegría y Playa Ancha con 1.340 y 1.330 kg/ha, respectivamente, en el sistema S-1 (monocultivo). En el sistema de cultivo S-3 (asocio) Amaranto y Maíz, los mismos cultivares alcanzaron rendimientos de 540 y 550 kg/ha de grano, respectivamente.

Los Amarantos INIAP-Alegría y Playa Ancha alcanzaron la madurez fisiológica a los 135 días en el Sistema de Cultivo S-3, y a los 149 días en los Sistemas S-1 y S-4, sin embargo, el ecotipo local a los 170 días, en todos los Sistemas de cultivo.

El Maíz Criollo presentó rendimientos estadísticamente similares en todos los sistemas de cultivo (S-2, S-3 y S-4), alcanzando una media general de 39.640 choclos por hectárea, siendo la madurez masal a los 130 días. Todos los parámetros evaluados presentaron en el análisis resultados homogéneos.

El arreglo de mejor UET de 130%, fue alcanzado en el sistema de cultivo S-3 (Maíz-Amaranto Playa Ancha con siembra al voleo), secundario por S-4 (Maíz-Amaranto INIAP-Alegría en surcos alternos) con 136%, por sobre el Sistema de Cultivo S-1 de 100% de UET.

El análisis económico corrobora que el mejor arreglo para obtener mayor Beneficio Neto es Playa Ancha – Maíz Criollo en el Sistema de Cultivo S-3, con 5.732 Bs./ha, seguido por la misma variedad pero en el Sistema S-4 con 5.523 Bs./ha y Maíz Criollo en Monocultivo (S-2) con 5.457 Bs./ha.

## **Introducción de seis variedades de millmi (*Amaranthus spp.*), en tres localidades de la región de Yungas del departamento de La Paz, Bolivia**

Rogelio GUTIÉRREZ YAPU, Ing. M.Sc. Félix ROJAS PONCE, Ing. Agr. Rene CALATAYUD VALDÉS

T-384

2000

106 p

El presente trabajo de investigación ejecutado en 1998/1999, en las localidades de San Jorge, Tablería Alta y en el Vivero Experimental de Irupana, de la provincia de Sud Yungas del Departamento de La Paz, ubicada a una altitud de 1.700, 1.420 y 1920 msnm, tuvo el siguiente objetivo general.

Evaluar el comportamiento agronómico de seis variedades de Amaranto (*Amaranthus spp.*), en tres localidades de la región de Sud Yungas de La Paz.

En cada localidad se emplearon seis variedades de amaranto, las mismas fueron sembradas en los meses de octubre y diciembre, con una densidad promedio de 5 kg de semilla por hectárea, alcanzando la madurez fisiológica en 136 a 165 días, bajo un Diseño de Bloques al Azar en Espacio, con seis tratamientos, en tres bloques o repeticiones, en parcelas de 4 surcos de 5 m de largo, cuya área total de parcela fue de 16 cm<sup>2</sup>, considerándose 4.8 m<sup>2</sup>, como área útil, en el que se determinó el efecto de los ambientes estudiados y su adaptabilidad, por medio de análisis de varianza individual, combinando, comparación de medias y estabilidad fenotípica a través de coeficiente de regresión y desviación de regresión.

En base a los resultados logrados, podemos indicar que la variedad DGHI-HI mostró mejor rendimiento y flexibilidad adaptativa a través de las localidades estudiadas, asimismo los resultados de Análisis de Varianza Individual y Combinado, muestran un comportamiento diferente entre variedades, debido a su constitución genética, condiciones agroecológicas que influyeron sobre las variedades en estudio.

El Análisis de estabilidad, a través de los índices ambientales, nos muestra que las variedades responden mejor en la localidad de San Jorge y Tablería Alta y contrariamente en la localidad de Irupana, que tuvieron un comportamiento bajo en rendimiento en relación al promedio, observándose negativo su índice ambiental.

Dentro del Análisis de Estabilidad la variedad S-3, con media más alta de rendimiento, coeficiente de regresión mayor a 1, y una desviación de regresión diferente de cero, resulta ser el más recomendable para todos los ambientes, distinto comportamiento mostraron las demás variedades.

Acerca del análisis económico la variedad S-3, presentó mayor rentabilidad con un beneficio neto superior a las demás variedades, en las localidades en estudio de Sud Yungas de La Paz.

**PAPA**

---

# PAPA Y AGRONOMÍA

## **Comparación de dos sistemas de tracción Agrícola Utilizados en el Altiplano Central (Provincia Pacajes) para la producción de papa**

*Jimmy Emilio COPA VARGAS, Ing. René TERÁN CÉSPEDES, Lic. Sebastián TALLACAGUA*

T-25

1993

72 p

En tres comunidades dentro la Segunda Sección (Provincia Pacajes) del Altiplano Central, se realizó un estudio comparativo de dos sistemas de tracción agrícola para la producción de papa, con la finalidad de determinar las diferencias socio-económicas y técnicas entre ambos sistemas. Por la razón que antecede, el presente trabajo tuvo los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar los aspectostécnicos y socio económicos que caracterizan el uso de los sistemas de tracción animal y tracción mixta, tomando el cultivo de papa como indicador.
2. Comparar la utilización de ambos sistemas de tracción.
3. Evaluación técnica de los dos sistemas de tracción.
4. Análisis económico del empleo de ambos sistemas de tracción en la zona de estudio.

Dentro los resultados socio-económicos obtenidos a través de encuestas se observó que durante la Gestión agrícola 1991-1992, el sistema de tracción mixta (tractor-yunta) presentó una utilización del 15% y el sistema de tracción animal (yunta) un 85%. Por lo tanto se puede afirmar que la agricultura en estas comunidades es semitradicional por la introducción de la tracción motriz, con una economía de autoabastecimientos y subsistencia en general.

En cuanto a la modificación que sufren las propiedades físicas del suelo por efecto de la utilización de sistemas de tracción, el arado de vertedera utilizado en el sistema de tracción mixta fue el que mostró mayor efecto en la densidad y porosidad total después de la preparación de suelos, situación que no ocurrió con el sistema de tracción animal (arado de yunta).

De acuerdo al análisis de rentabilidad de ambos sistemas de tracción, se pudo establecer que no ocurren cambios significativos en la producción e ingresos, por lo tanto se llegó a la conclusión que el sistema de tracción mixta utilizado para la producción de papa durante la gestión agrícola 1991-1992 no representó una alternativa rentable para el productor campesino de estas comunidades.

## **Efecto de los tirantes de agua en los sistemas de camellones y sobre el rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en el Altiplano Central**

Celia Marla FERNÁNDEZ CHÁVEZ, Dr. Jean Joinville VACHER, Ing. Agr. M. Sc. Eduardo CHILON CAMACHO Ing. Rubén TRIGO RIVEROS

T-45

1994

169 p

El presente trabajo de investigación se realizó en la campaña agrícola 1992/1993 en los camellones del centro de Enseñanza Técnica Agropecuaria (ITAC) del Servicio Nacional de Educación Técnica (SENET), ubicada en la región de Caquiaviri, provincia Pacajes del depto. de La Paz; a 17°01' de latitud Sur y 68°36' de longitud Oeste y a una altitud de 3850 m.s.n.m.. Cuya finalidad fue determinar el efecto de 3 tirantes de agua: 65, 50 y 35 cm de altura de agua en el canal del sistema de camellones, sobre la dinámica hídrica del suelo, temperaturas mínimas, comportamiento y rendimiento del cultivo de papa var. Huaycha paceña, sembrado bajo el sistema de camellones y el tradicional en pampa.

La siembra se realizó el 14 de octubre de 1992, empleándose 17 qq/Ha de semilla de papa de 40 gramos de peso promedio, a un distanciamiento de 0.80x0.30 m. Antes de la siembra se procedió a la preparación de las parcelas en los camellones y en la pampa, cuyas dimensiones fueron de 37.8 m<sup>2</sup>, separadas entre sí por 2 metros, en cuya separación y en el canal se construyeron diques de tierra y tepes de pasto.

Durante el desarrollo del cultivo, se procedió a medir algunas variables de respuestas hídricas, microclimáticas y morfológicas en los 4 tratamientos establecidos: T<sub>1</sub> (tirante de agua de 65 cm), T<sub>2</sub> (tirante de agua de 50 cm), T<sub>3</sub> (tirante de agua de 35 cm) y T<sub>4</sub> (parcela en pampa). Para lo cual se utilizó las metodologías convencionales de medición de la: Porosidad total y aireación del suelo por cálculos, la humedad del suelo al centro y borde de la parcela por gravimetría, el potencial hidráulico utilizando tensiómetros para la determinación del potencial mátrico, la infiltración de agua en el suelo por cilindros infiltrómetros, pF mediante ollas de presión de Richards, calidad de agua de riego según parámetros de Richards, Wilcox, Greene y Scott, las propiedades químicas por análisis de laboratorio IBTEN, temperaturas mínimas a 50 cm de altura con termómetros, entre los aspectos morfológicos de cultivo, la emergencia a los 35 días de la siembra, la altura de plantas cada 20 días, el rendimiento total por tratamiento, rendimiento categorizado y número de tubérculos por planta y parcela.

Para la interpretación de los resultados se realizó el análisis estadístico de la prueba de "t" de Student para las características físico-químicas e hídricas del suelo y temperaturas mínimas. El rendimiento del cultivo de papa se analizó bajo el Diseño Experimental Jerárquico o Anidado.

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron 2 heladas (7 y 8/2/93) que causó la muerte de las plantas en los 4 tratamientos a finales del período de floración, pero aun bajo este efecto pudo evidenciarse diferencias en el rendimiento de los tratamientos, la cosecha se realizó el 12/3/93.

Del análisis efectuado se desprende lo siguiente:

La porosidad total del suelo se mantuvo constante tanto al inicio y final del cultivo para los 4 tratamientos, presentando mayor reducción el tratamiento T<sub>1</sub> (44.85%), T<sub>2</sub> (45.71%), T<sub>3</sub> (45.68%) y T<sub>4</sub> (46.46%). La aireación presentó un comportamiento similar a la porosidad, una reducción apreciable de esta para el tratamiento T<sub>1</sub> de (10.32%), T<sub>2</sub> (14.86%), T<sub>3</sub> (18.49%) y T<sub>4</sub> (32.22%).

La humedad promedio del suelo, fue mayor para el tratamiento T<sub>1</sub> (36.01%), T<sub>2</sub> (31.95%), T<sub>3</sub> (27.77%) y T<sub>4</sub> (14.67%), valores que en determinados períodos de medición sobrepasaron la Capacidad de Campo en el sistema de camellones. Las mediciones registradas en el borde de la parcela no son estadísticamente diferentes que las del centro de la misma. El potencial hidráulico del suelo determinado por tensiómetros establece que en la mayoría de los períodos considerados el movimiento del agua fue siempre ascendente para los 4 tratamientos, de la profundidad de 25 cm hacia la profundidad de 15 cm, con algunas fechas en las cuales el movimiento de agua fue descendente en los 4 tratamientos producto de una precipitación pluvial apreciable.

Estos valores de potencial registrados indican una mayor fuerza de retención para el tratamiento T<sub>4</sub> (a seco) y una mayor disponibilidad de agua en orden decreciente para los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> ubicados en el sistema de camellones.

La infiltración básica de agua en el suelo establece un menor tiempo en la capacidad de absorción para el tratamiento T<sub>1</sub> (259.32 min.), T<sub>2</sub> (306.48 min.), T<sub>3</sub> (336.80) y una mayor velocidad de infiltración para el T<sub>4</sub> (363.54 min.).

La retención de humedad es mayor para los suelos del sistema de camellones en comparación a la parcela en pampa, esta mayor retención de humedad permitió una mayor humedad del suelo en este sistema. La fuente de agua a la entrada del sistema de camellones es de buena calidad ( $C_2-S_1$ ) en comparación a la salida del mismo ( $C_3-S_1$ ), en el canal de los 3 tratamientos la calidad del agua se la considera como buena.

Pudo evidenciarse cambios en los elementos químicos del suelo a las profundidades de 20, 40 y 60 cm del suelo (horizonte Ap y Bw) de los camellones por efecto de los tirantes en el canal del sistema.

El estudio de las temperaturas mínimas como efecto de los 3 tirantes de agua en camellones y su comparación con la pampa, presenta una diferencia entre ambos de 0.5 °C, con algunas variaciones diarias en más de 1 °C. Las heladas registradas el 7 y 8 de febrero de 1993 no permitió culminar con el proceso fisiológico de maduración del cultivo de la papa, pero ello no obstaculizó hallar diferencias de rendimiento por efecto de los tirantes de agua.

Los 3 tirantes de agua permitieron establecer rendimientos diferentes en los 4 tratamientos. En el tratamiento  $T_2$ , el rendimiento obtenido fue de 4.52 TM/Ha, seguido del tratamiento  $T_1$  con 3.47 TM/Ha, el rendimiento en el tratamiento  $T_3$  fue de 2.24 TM/Ha. En cambio puede establecerse diferencias estadísticas al nivel de  $p < 0.01$  que en el sistema de camellones se obtienen mayores rendimientos que en el sistema tradicional  $T_4$  1.05 TM/Ha. El efecto del agua pudo evidenciar y diferenciar en aspectos morfológicos de emergencia de plantas, mayor para el  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  con respecto al  $T_4$  mayor altura de plantas en estos tratamientos y un mayor número de tubérculos por planta y parcela en el sistema de camellones.

## Caracterización y determinación de asociaciones fenotípicas para 45 variedades de *Solanum* spp. en condiciones del Altiplano Norte de La Paz

José Eduardo OVIEDO FARFAN, Ing. Frida MALDONADO DE KALAM, Ing. René CALATAYUD VALDEZ

T-76

1995

190 p

La papa es uno de los cultivos más importantes en la zona andina boliviana, cultivándose anualmente entre 120.000 a 150.000 Has, sin embargo las papas nativas en Bolivia sufren una fuerte erosión genética a causa de factores naturales, tales como las enfermedades fungosas y bacterianas; heladas y sequías; pero especialmente se debe a la introducción de variedades comerciales mejoradas.

Las pérdidas son más intensas en los alrededores del Lago Titicaca y disminuyen en las regiones del altiplano sur donde la densidad poblacional indígena es baja y las técnicas agrícolas son también poco sofisticadas.

El formar bancos de germoplasma zonales o regionales y promover la conservación *in situ* del recurso resulta de gran ayuda para resguardar la variabilidad genética y disponer de material nativo resistente y/o tolerante a los agentes bióticos y abióticos que limitan la productividad. Además de mantener vigentes variedades nativas útiles en la obtención de chuño y tunta.

En el presente estudio se cultivaron 45 diferentes variedades con el objetivo de caracterizarlas morfo-agronómicamente, identificar la especie a la que corresponde cada variedad, determinar correlación entre componentes morfológicos cuantitativos y establecer las asociaciones fenotípicas entre las variedades.

El germoplasma fue cultivado en el campo de Suka kollus Experimental de la Granja "Kallutaca", ubicada geográficamente a 16°30,77' S y 68°18,80' W en el Departamento de La Paz, Provincia Los Andes, Cantón Ninachiri, Localidad de Kallutaka. Durante el período agrícola comprendido entre el 30 de octubre de 1993 al 26 de febrero de 1994.

La caracterización adopta los descriptores propuestos por Huaman *et al.* (1977) y que son utilizados por el Centro Internacional de la Papa (CIP).

Para la identificación de la especie se recurrió al recuento cromosómico en punta de raíz, siguiendo el método de Prakken y Swamynathan (1951, cit. en Lopez y Hawkes, 1981; Ochoa, 1965). En el trabajo de campo se utilizaron claves taxonómicas para colecciones vivas de Ochoa (1990) y Hawkes & Hjerting, (1989).

El análisis estadístico de los caracteres cuantitativos (altura, número de tallos, número de frutos, largo de estolones, peso cosechado por planta) se efectuó mediante el cálculo de correlaciones entre cada par posible.

Completando el análisis, se aplicó taxonomía numérica, donde, las asociaciones fenotípicas se estudiaron mediante el cálculo de coeficientes de similitud, además del aplicar técnicas de agrupamiento y análisis de componentes principales.

Analizados los diferentes resultados se establecieron las siguientes conclusiones:

1.-Se ha obtenido una descripción morfo-agronómica para las 45 variedades. Esta caracterización puede compararse con otras colecciones ya que se utilizó un listado de descriptores estandarizado. Complemento de esta información, existen registros fotográficos del tubérculo y flor, además de muestras herborizadas.

2.-Un total de 12 variedades pertenecen a la serie diploide ( $2n=2x=24$ ) y se distribuyen de la siguiente manera:

*Solanum x ajanhuiri* : "Ajahuiri" (24), "Ajahuiri" (28),  
"Jancko ajahuiri" (30) y "Yari" (31).

*Solanum phureja* : "Phureja" (30), "Khati" (16), "Chiar khati" (21) y "Camote" (33).

*Solanum stenotomum sub sp stenotomum* : "Pitikiña" (2), "Wila piñu" (17).

*Solanum stenotomum sub sp goniocalyx* : "Zapallito" (10), "Zapallito" (42).

3.- A la serie triplode ( $2n=3x=36$ ) pertenecen en total 17 variedades, que divididas por especie son:

*Solanum x chaucha* : "Pitikiña" (7), "Surimana" (20), "Alka piñu" (22), "Pitikiña" (23).

*Solanum x juzepczukii* : "Sutamara" (6), "Pinku" (14), "Wila luki" (15), "Parin kayu" (25), "Poco toro" (29), "Kaysalla" (34), "Choko luki" (35), "Luki" (36), "Laram luki" (39), "Morok luki" (40), "Luki" (41), "Luki" (44), "Chiri luki" (45).

4.- A la serie tetraploide ( $2n=4x=48$ ) pertenecen un total de 13 variedades:

*Solanum tuberosum subsp. andigena* : "N.N-1" (1), "Coyo (4), "K' oyllu" (8), "Wila pala" (9), "Pala" (12), "Chiar ímilla" (13), "Jancko pala" (18), "Wila sakampaya" (19), "Khati" (32), "N.N-38" (38), "N.N.-43" (43).

*Solanum tuberosum subsp. tuberosum* : "Jancko pulu" – "Llocalla" (5), "Wila pulu" (11).

5.- Tres variedades son de la serie pentaploide ( $2n=5x=60$ ):

*Solanum x curtilobum* : "Choquepitu" (26), "Mulunkhu" (27), "K' eta" (37).

6.- Plantas con mayor altura y número de tallos, son los caracteres más importantes para lograr mejores rendimientos en *Solanum stenotomum*.

7.- Generalizando, para *Solanum phureja* los caracteres que se correlacionan con un alto peso total de tubérculos por planta son la altura, número de tallos y en algunos casos el largo del estolón (variedad 3) y el número de tubérculos (variedad 33).

8.- Para el caso de *Solanum x ajanhuiri* el factor común y que se relaciona con mayores rendimientos es de plantas con elevado número de tallos.

9.- En *Solanum x chaucha* se observa mejores rendimientos en las variedades (20, 22, 23) cuyas plantas poseen un mayor número de frutos (bayas) y altura.

10.- Para *Solanum x juzepczukii* una mayor altura y número de tallos es importante en las variedades: 6, 14, 15, 25, 34, 35, 39. Por otra parte el número de tubérculos por planta destaca para las variedades: 29, 41, 44, 45. Por último en las variedades 35 y 36 se han registrado rendimientos elevados con longitudes de estolón cortas.

11.- Con referencia a *Solanum tuberosum*, también se puede generalizar que plantas con mayor altura, mayor número de tallos y menor longitud de estolón alcanzan mejores rendimientos. Sólo en las variedades 4 y 9, el número de frutos (bayas) se correlaciona positivamente con el rendimiento.

12.- En *Solanum curtilobum* la altura, el número de tallos, longitud del estolón y número de frutos (bayas) son las características de plantas con mejores rendimientos.

13.- Existen asociaciones fenotípicas entre las 45 variedades, pero, no se han detectado variedades similares; el máximo valor de similitud fue de 0.874 entre las variedades 14 y 25.

14.- De los análisis de componentes principales efectuados, se establece que una clasificación varietal puede asentarse en los siguientes caracteres: forma general e irregular del tubérculo, color predominante y secundario de piel y pulpa, colores principal y secundario del brote, color del tallo, alas del tallo, pubescencia axial de las hojas, largo del estolón y hábito de crecimiento.

## **Diversidad de especies, daños ocasionados y algunos aspectos de la dinámica poblacional de áfidos en papa en Huaraco-Provincia Aroma - La Paz**

Marco Antonio JORDAN MENDOZA, Ing. Helmuth W. ROGG, Dr. Juan J.M. RISI, Lic. Raúl ALTAMIRANO

T-85

1995

119 p

En la comunidad de Huaraco, provincia Aroma, La Paz (17°22' LS y 67°38' LW) se realizó el estudio de la diversidad de especies, daños ocasionados y algunos aspectos de la dinámica poblacional de áfidos en la papa en dos especies cultivadas: *Solanum tuberosum* ssp. andigenum var. Sani Imilla y *Solanum juzepczukii* var. Luk'i.

En el estudio de la diversidad de especies de áfidos en papa, se identificó a *Macrosiphum euphorbiae* Th., *Myzus persicae* S. y *Brachycaudus helichrysi* K. Paralelamente, se hizo un inventario parcial de sus enemigos naturales comprobando la presencia de braconidos (Hymenoptera), coccinélidos (Coleóptero) y sírfidos (Díptera).

Para evaluar el daño causado por la especie *M. euphorbiae* Th. en papa se utilizaron jaulas de exclusión, determinando que afectan al rendimiento de tubérculos.

El análisis del crecimiento poblacional. en campo, indicó que la temperatura mínima y la humedad relativa regulan el número de individuos de una población y, a la vez, estos dos factores climáticos y la velocidad del viento condicionan el vuelo de los áfidos alados.

El ciclo de vida de *M. euphorbiae* Th., en laboratorio, mostró que esta especie puede desarrollarse mejor en la var. Luk'i que en la var. Sani imilla.

## **Incidencia y efecto del thrips en dos variedades de papa, en presencia de parasitoides y/o depredadores en provincia Aroma-La Paz**

Belia Verónica BENAVIDES CAMBEROS, Lic. Raúl ALTAMIRANO, Ing. Héctor ALVARADO

T-103

1996

175 p

Uno de los factores bióticos limitantes en el proceso de la producción en el cultivo de papa, constituyen las plagas insectiles cuya importancia no ha sido claramente determinada en el país.

Con la finalidad de establecer la importancia de la presencia de thrips en papa, se realizó un estudio en tres microrregiones de Huaraco de condiciones fisiográficas diferentes: Planicie con una altura de 3770 m.s.n.m., pendiente en dirección sudoeste de 2,5% y una exposición solar de dirección noreste; Colina con una altura de 3830 m.s.n.m., con pendiente de dirección sudeste del 12,5% y una exposición solar noreste; y Ladera con una altura de 3840 m.s.n.m., con pendiente de dirección noreste de 21,5% y una exposición solar este.

Se estudiaron las fluctuaciones poblacionales de los thrips presentes en cada microrregión y cada variedad de papa mediante procesamiento de las muestras de trampas Moericke y los datos de conteo *in situ* durante el cultivo; de trampas Barber, golpeo de plantas y recolección de hojarasca durante la época de invierno.

Se identificaron también las especies de thrips encontradas, determinándose el ciclo biológico de cada especie, reconociendo los enemigos naturales de la plaga y su respectiva eficiencia.

Las especies de thrips identificadas fueron: *Frankliniella schultzei* (Trybom) con un ciclo de vida de 47,9 a 53,9 días; *Frankliniella cognata* (Hood) con su ciclo de vida de 70,3 días; *Frankliniella regia* (Hood) con un ciclo de vida de 79,0 a 97,0 días; *Frankliniella insularis* (Franklin) con un ciclo de vida de 49,0 a 55,5 días, *Frankliniella auripes* (Hood) con un ciclo de vida de 56,6 a 67,6 días; *Frankliniella tuberosi* (Moulton) con un ciclo de vida de 37,6 a 38,2 días y *Frankliniella regina* (Hood) con un ciclo de vida de 50,2 a 51,4 días.

Las mayores poblaciones de thrips registradas fueron en la microrregión de: Ladera en la variedad Sani Imilla, y luego en la variedad luk'i observándose 7 a 6 grados de infestación respectivamente; Planicie en la variedad amarga y luego en la variedad dulce observándose 5 a 1 grados de infestación respectivamente; finalmente Colina en la variedad dulce y luego en la variedad amarga observándose 6 a 4 grados de infestación respectivamente.

El tamaño de la población de thrips dependió también de las etapas fenológicas del cultivo, presentándose una mayor incidencia en el inicio de maduración y una menor incidencia al inicio de la floración.

La mayor o menor fluctuación de la plaga está también determinada por: la altura de vuelo del insecto, que prefiere alturas de 20 cm; prefiriendo también los estratos medios de la planta; encontrando también en mayor número insectos en la fase adulta; y por último también la humedad relativa del ambiente influye presentándose mayor incidencia de la plaga cuando la humedad relativa baja.

La Tasa de Crecimiento Poblacional de los thrips se incrementa en la etapa fenológica de inicio de floración del cultivo de papa en las microrregiones de Colina y Ladera, en las variedades de papa Luk'i y Sani imilla; en cambio en la Microrregión de Planicie la mayor tasa de crecimiento poblacional en la variedad Luk'i esta dada en la etapa de inicio de formación de estolones y en la variedad Sani imilla en la etapa inicio de maduración.

Se determinó también que la plaga tiene dos especies depredadoras, ambas del orden Coleóptera, siendo una de las especies *Eriopis sp.* perteneciente a la familia Coccinellidae que es un depredador natural; y la otra especie es un depredador accidental ya que al defoliar al cultivo también va comiendo estadios ninfales de la plaga, siendo el depredador *Epicauta sp.* de la familia Meloidae.

La población de thrips no solo se hospeda en el cultivo de la papa sino también en cultivos como: oca, ullucu, isañu, quinua, haba y alfalfa. Y en época de invierno se hospedan en thola e ichu, prefiriendo hospedarse en *Baccharis incarum* Weddell, en menor grado en *Parastrephia lepidophylla* Weddell y menos aún en *Stipa ichu* Ruiz & Pavon.

## **Evaluación de 40 cultivares de papas nativas para resistencia genética al nematodo rosario de la raíz *Nacobbus aberrans***

Cesar Cruz Marcelo GARNICA CRIALES, Ph. D. Mario COCA MORANTI, Ing. René CALATAYUD VALDEZ

T-107

1996

77 p

Durante la gestión agrícola 1994-95, en la Estación Experimental "Belén" dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), se realizó una evaluación de 40 cultivares de papas nativas (pertenecientes al Banco de Germoplasma de la E.E. Belén) para resistencia genética al nematodo "rosario de la raíz", *Nacobbus aberrans*. Para este propósito se utilizaron tres métodos de evaluación: método de la maceta (invernadero), método de la bolsa cerrada o bioensayo (laboratorio) y método de los platos Petri modificado (laboratorio), a objeto de identificar el método más eficiente de evaluación para los cultivares. Así mismo en todos los métodos se empleo como fuente de inóculo suelo, con una infestación de 1.3 individuos/g de suelo del nematodo *Nacobbus aberrans*.

De los 40 cultivares de papas nativas evaluadas, el cultivar Wila pala (*Solanum tuberosum ssp. andigena*) demostró ser resistente (R), y los cultivares Coyo, K'oyllu (ambos *Solanum tuberosum ssp. andigena*) y los cultivares amargos Pinku, Suhamara y Laram luki (todos *Solanum juzepczukii*) demostraron moderada resistencia (MR) al ser evaluados por el método de la maceta. Por el método de la bolsa cerrada los cultivares Suhamara (*Solanum juzepczukii*) expresó alta resistencia (AR); los cultivares Wila pala, Coyo (*Solanum tuberosum ssp. andigena*) fueron resistentes (R) y los cultivares Pinku y Laram luki (*Solanum juzepczukii*) fueron moderadamente resistentes (MR). Finalmente por ambos métodos de evaluación el cultivar Wila pala, Pinku y Laram luki confirmaron su reacción de resistencia al nematodo *Nacobbus aberrans*.

El método de la maceta fue el más eficiente para la evaluación de los cultivares por su resistencia a *Nacobbus aberrans*. ya se pudo obtener mayor presión de infestación y consecuentemente una mejor selección de material resistente. En cambio los métodos de la bolsa cerrada y platos Petri modificado se mostraron menos eficientes, debido al corto tiempo de tratamiento que permitió una baja multiplicación del nematodo y en consecuencia una menor probabilidad de infestación del sistema radicular de los cultivares.

## **Estudio poblacional y daño que ocasiona el gorgojo de los andes (*Premnotrypes latithorax*) en el cultivo de la papa**

Fanor ANTEZANA LOAYZA, Ing. Teresa RUIZ DÍAZ

T-133

1996

94 p

El presente experimento se realizó en la localidad Japari-cantón Achocalla, provincia Murillo del departamento de La Paz; ubicado a 21 Km de la ciudad de La Paz situado a 16°42,5' de latitud Sur y a 68°15,54' de longitud Oeste. A una altura de 3710 m.s.n.m.

Considerando que el gusano blanco de la papa o gorgojo de Los Andes (*Premnotrypes latithorax*) es una de las plagas que más perjuicios ocasiona en el cultivo de la papa y por ende a los agricultores. El presente trabajo se realizó en condiciones de campo el estudio poblacional y el daño que ocasiona el gorgojo de Los Andes (*Premnotrypes latithorax*) se determinó las características y hábitos de una generación por año el mismo que coincide con el ciclo vegetativo de la papa.

También se observó bajo condiciones de campo que los adultos comienzan a aparecer en el cultivo a los primeros días del mes de enero, favorecidos por las condiciones climáticas como ser precipitaciones, humedad, y cuando la planta alcanza una altura entre 20 a 25 cm por las orillas de la parcela o surcos periféricos.

Con el fin de realizar el estudio poblacional de adultos en la parcela del experimento, se procedió a colocar 60 trampas de cotense y 60 trampas de caída, en estas últimas se utilizó adultos de gorgojos de Los Andes capturados en la región de estudio como atrayentes (feromona de agregación). Las trampas se colocaron alternadamente siguiendo el arreglo de tres bolillo y a una distancia de 3.5 Mts. entre trampas; las primeras capturas se registraron por el mes de enero luego fue aumentando paulatinamente durante el mes de febrero, alcanzando su pico máximo en la segunda quincena del mismo mes hasta la cosecha.

Los daños ocasionados en el área foliar se registraron con mayor intensidad por los surcos periféricos de cada estrato y en menor proporción en el estrato central.

Para determinar el estudio poblacional de larvas, se tomaron muestras al azar de cada estrato que consistió en una planta más su tierra circundante a una altura aproximada de 20 cm cada 15 días, estas muestras se procesaron mediante el método de lavado y flotación, registrándose el número de larvas de cada muestra al mismo tiempo se procedió a revisar raíces, estolones y tubérculos dañados.

La semilla empleada, fue la sub-especie andígena, variedad Sani imilla, variedad susceptible al gorgojo de Los Andes, y por ser la variedad más utilizada por los agricultores del lugar.

## Fluctuación poblacional y control biológico de la pulguilla de la papa (*Epitrix spp*)

Aleida MIRANDA MONDACA, Dra. Cecile B. de MORALES, Lic. Eduardo CARVAJAL

T-137

1997

92 p

Uno de los factores limitantes para la producción de papa es la infestación de plagas.

El objetivo de esta investigación, fue de obtener datos acerca de la fluctuación poblacional, *Epitrix spp*, identificar el biocontrolador de esta plaga que es *Beauveria brongniartii* y observar el comportamiento del hongo sobre su huésped, para tener un conocimiento que nos permita encarar medidas de control oportunas y adecuadas.

El trabajo de investigación se efectuó en la comunidad de Huaraco, los trabajos de laboratorio se los realizó en su primera fase en el laboratorio de Microbiología de la carrera de Biología de la UMSA (La Paz) y la segunda fase en el laboratorio instalado en Villa Esteban Arce a 2 Km de distancia de Huaraco.

Para la evaluación de la eficiencia del tipo de trampeo, variedad de papa con mayor infestación por la plaga y los lugares de ocurrencia de la misma, se utilizó la prueba de "t" de Student.

Se logró determinar que existe mayor infestación de la pulguilla adulta, en la variedad de papa Sani imilla. Con relación a la eficiencia de la trampa de impacto como de Moericke se estableció que eran iguales, luego la ocurrencia de la plaga tanto en la Colina como Planicie es similar.

Se recurrió al Índice de Morris para determinar el tipo de distribución de la plaga.

Se realizaron, muestreos de plantas para observar cuales eran hospederas alternativas de la plaga; también se realizaron muestreos de suelo post-cosecha, para ver si la pulguilla pasaba por una etapa de hibernación, y en que estadio lo hacía.

Su distribución en el espacio es agregada, teniendo como plantas hospederas a dos especies de Tholas (*Parastrephia lepydophylla*, *Baccharis incarum*) y la Paja brava (*Stipa ichu*).

Durante la época de invierno la pulguilla, adulta pasa por una etapa de hibernación, en el suelo donde se cultivaron papas.

Se identificó a *Bauveria brongniartii*, evaluando las cepas más virulentas, obteniendo una dosis letal para la plaga. Aplicando el hongo a nivel de campo en el suelo, para ver el comportamiento del mismo con respecto a la pulguilla saltona.

Resultando que el hongo *Beauveria brongniartii* demostró ser un controlador biológico de la pulguilla saltona de la papa *Epitrix spp*.

La eficiencia del hongo, como biocontrolador de la plaga, resulto ser buena tanto en condiciones de laboratorio como de campo a nivel del suelo.

## Diagnostico de suelos para la detección de *Nacobbus aberrans* y *Globodera spp.* en la zona de Araca, Prov. Loayza del Depto. de La Paz

Alicia TOLA MAMANI, Dr. Javier FRANCO, Ing. Agr. Gerardo CAERO AYALA

T-143

1997

120 p

El presente diagnóstico se realizó en nueve Comunidades de la Quinta Sección Araca de la Provincia Loayza, de La Paz, con el objeto de conocer la dispersión de *Nacobbus aberrans* y *Globodera spp.* e identificar áreas libres para la producción de tubérculo-semilla.

Para establecer el número de muestras de suelo a extraerse se consideró el número de familias y la cantidad de parcelas que posee cada familia por aynuqa, estableciéndose de esta manera el 10% de familias por Comunidad. La obtención de muestras de suelo por parcela, se realizó en forma de zig-zag a una profundidad de 10-15 cm, cada 5 metros con ayuda de una picota y una palita de jardinería.

El trabajo de laboratorio se efectuó en el laboratorio de la oficina y laboratorio de Semillas La Paz.

Para la detección de *Nacobbus aberrans* e identificación de especies de *Globodera spp.* por Cromogénesis, se realizaron Bio-ensayos, utilizando para el mismo frascos transparentes de 200 cc con tapa hermética, y para detección de *Globodera spp.* se utilizó el embudo modificado de Fenwick.

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizaron estimadores estadísticos. Comparando comunidades los resultados muestran que, *Nacobbus aberrans* y *Globodera spp.* se encuentran diseminados en la mayoría de las aynuqas diagnosticadas a excepción de las aynuqas Th'unawarata de la comunidad Ahijadera, Parwakala y Kañuasirca de Sacani y Luriypampa de Sora Sora en cuyas parcelas no se detectó nematodos, calificadas como libres; las mismas podrían ser utilizadas para la producción de tubérculo-semilla de papa.

Realizando comparación de comunidades, Pararani que se encuentra a una altitud de 4000 msnm registró mayor incidencia de *Nacobbus aberrans* (63.3%) en comparación de Sora Sora a 3550 nsnm donde se registró 3% de incidencia. Con respecto a *Globodera spp.*, mayor incidencia(35.3%) se detectó en Bajaderia y no así en la comunidad Ahijadera (20.8%).

Callancani presentó una severidad de infestación moderada de grado 2 (16 nód/raíz) de *Nacobbus aberrans* en relación a las demás comunidades que presentaron infestación incipiente (4-6 nód/raíz), y con referencia a *Globodera spp.*, se detectó una severidad de infestación media en las comunidades Pararani (31.4 hvs/gr suelo) con promedio de 18.4 qtes/100 gr suelo y Sanu Marca(29.8 hvs/gr suelo) con promedio de 16.3 qtes/100 gr suelo, registrándose en las demás comunidades poblaciones bajas.

En las comunidades de Sacani y Hualliqani se observó como especie predominante a *Globodera pallida*, mientras en las comunidades Ahijadera, Collana, Pararani, Bajaderia, Sanu Marca, Sora Sora y Callancani se observó como especie predominante a *Globodera rostochiensis*.

En los Bio-ensayos, se detectó la presencia de un otro género, identificada como *Meloidogyne incognita*, en aynuqas de las comunidades Sacani, Callancani y Hualliqani.

Se observó quistes de *Globodera spp.* inclusive en parcelas con descanso de 15 años, con nivel de infestación incipiente(1.4 hvs/gr suelo) a comparación de parcelas con cultivo de papa, mismas antecedidas por un periodo de descanso, en las que no se detectó quistes. Mientras *Nacobbus aberrans* se registró tanto en parcelas con 20 años de descanso como en parcelas con inicio de rotación, por la existencia de numerosas plantas hospederas.

**Caracterización preliminar del germoplasma de papa amarga (*Solanum juzepczukii* y *Solanum curtilobum*) de la Estación Experimental de Patacamaya**

Cynthia Cecilia PACHECO VELEZ, Dr. Juan RISI C.

T-157

1997

143 p

En el presente estudio se realizó la caracterización morfológica del follaje y tubérculos de las 297 entradas de papa amarga con que cuenta el germoplasma de la Estación Experimental Patacamaya.

Se evaluaron 36 características, para ello se utilizaron los descriptores propuestos por Huamán et al. (1977) que el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), recomienda para poder estandarizar estas descripciones del material genético mediante los métodos estadísticos multivariados: componentes principales y análisis de conglomerados.

Se seleccionaron 5 plantas al azar por entrada para ser evaluadas, las mismas fueron identificadas con el número de registro correspondiente; la toma de datos se efectuó durante toda la época fenológica del cultivo.

Cabe mencionar que no se perdió ni una sola entrada, pese a que en muy pocas entradas se contaron tan solo con tres plantas para efectuar la evaluación; gracias a esto se logró la conservación de las 297 entradas del germoplasma.

El método de componentes principales permitió reducir la dimensionalidad existente de datos, se determinó de esta manera que las variables días a la emergencia, días a la floración, simetría del cáliz, color predominante de la piel del tubérculo y color secundario de la piel del tubérculo aportan con un 69.48% de la información obtenida.

El análisis de conglomerados permitió identificar 12 grupos, de los cuales 5 representan de mejor manera la variabilidad del germoplasma de papa amarga, pero existe un grupo en particular que se caracteriza porque se diferencia mucho más del resto.

Con las características particulares ya identificadas en cada grupo, se podría dar comienzo a una serie de estudios con la finalidad de obtener mayor información para posteriores trabajos de producción y mejoramiento.

## Identificación, multiplicación y elaboración del virus granulosis para el control biológico de la polilla de la papa en condiciones de almacenamiento

Ismael Jaime SILVESTRE BALLON, Ing. Agr. M.Sc. Eduardo CHILON C., Lic. Raúl ALTAMIRANO

T-159

1997

79 p

La polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller), es una de las principales plagas del cultivo de la papa no sólo en zonas de Valle, sino también a nivel del Altiplano. Donde se desarrolla un mayor daño en el periodo de almacenamiento de tubérculos-semilla.

Con el fin de obtener una mayor información acerca de ésta plaga se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar la presencia de larvas y pupas a diferentes profundidades del suelo en las parcelas del cultivo de la papa.
- Determinar la diversidad de especies de polilla presentes en las variedades *Sani imilla* y *Jank'o luk'i*.
- Detectar e identificar el virus granulosis en lanas de la polilla de la papa.
- Multiplicar y elaborar el virus granulosis, en condiciones de laboratorio.
- Determinar la eficiencia del virus granulosis en las variedades de *S. imilla* y *J. luk'i* en condiciones de almacenamiento.

En el presente trabajo de investigación se logró reportar la presencia de las siguientes especies de polillas de la papa: *Phthorimaea operculella*, *Tesia solanivora* y *Paraschema detectentum*, de la misma manera al virus granulosis *Baculovirus phthorimaea* en el Altiplano Central de Bolivia.

En la comunidad de Huaraco se observaron pérdidas alarmantes de tubérculos-semilla durante el periodo de almacenamiento, razón por la cual se procedió a realizar un análisis de la distribución de la polilla en sus diferentes estados a nivel de campo.

En los cultivos de papa y en el periodo de cosecha, se muestréo al azar tubérculos atacados por larvas a diferentes profundidades, obteniéndose un daño al tubérculo de aproximadamente del 50% en los primeros 10 cm de profundidad del suelo.

A su vez, la presencia de pupas en la superficie del suelo fue mayor. Esta preferencia se debe principalmente para que la pupa pueda lograr una mejor emergencia al estado adulto.

Para las condiciones de almacenamiento de tubérculos se tomó dos variedades del lugar como: la *S. imilla* y la *J. luk'i* las cuales fueron sometidas a los tratamientos; de virus en polvo, virus en solución, caolinita y el testigo. Para tal efecto se empleo el Diseño Bloques al Azar con parcelas divididas.

Antes de dar inicio al ensayo se procedió a determinar el promedio de brotes por tubérculo y por variedad, obteniéndose 9.4 y 12.4 brotes para la variedad *S. imilla* y *J. Luk'i* respectivamente.

De acuerdo al análisis estadístico los tratamientos presentaron un similar comportamiento frente a las variedades dulce y amarga. De la misma forma las larvas no mostraron preferencia por una variedad en particular, de esta forma se obtuvo los siguientes resultados:

El mayor número de brotes dañados (atacados) para ambas variedades de papa se presentó en el testigo, seguido de los tiramientos de caolinita, virus en solución y virus en polvo siendo este último el de menor ataque (cero brotes aproximadamente).

El porcentaje de eficiencia de los tratamientos en ambas variedades se puede señalar que el virus en polvo ofrece una mayor protección al tubérculo en un 91%, seguido del virus en solución con el 76% y la caolinita con el 27% de efectividad, en el control de larvas *P. operculella*.

La presencia de galerías por tubérculo y por variedad fue directamente proporcional al número de brotes dañados, es decir, que el tratamiento testigo presentó mayor número de galerías, luego la caolinita, virus en solución y finalmente el virus en polvo. El mayor porcentaje de tubérculos podridos para las dos variedades fue el siguiente; para el testigo con el 14%, la caolinita con el 10%, el virus en solución con el 4% resultando el mejor tratamiento el virus en polvo con el 0% de tubérculos podridos. Además se llegó a la conclusión de que los tubérculos-semilla que van a ser almacenados en las próximas campañas agrícolas, deben estar protegidos contra el ataque de larvas *P. operculella*. En este caso, se ofrece una alternativa de solución empleando el virus en polvo (*Baculovirus phthorimaea*).

## Densidad poblacional y métodos de control del gusano blanco de la papa (*Premnotrypes* sp.)

Macario CONDORI YUJRA, Ph. D. Juan RISI CARBONE

T-167

1997

57 p

El complejo del gorgojo de los Andes, es una plaga que causa grandes pérdidas económicas en la producción del cultivo de la papa. Por lo cual se toma especial atención en las investigaciones para su control.

El presente trabajo se realizó en la localidad de Kalla Centro, Provincia Pacajes del Departamento de La Paz.

Se midió la diferencia de las densidades poblacionales del gorgojo de los Andes, entre la planicie y ladera, donde se observó que existe una diferencia significativa entre ambas, teniendo un 77.5% en la planicie y un 22.5% en la ladera. Esta diferencia es atribuible a la humedad del suelo presente en la planicie que también tiene relación con la precipitación, no siendo determinante la temperatura ambiental.

La estimación del umbral económico se determinó en 10% y el nivel de daño económico en 20% de acuerdo al daño causado por la plaga.

La plaga ataca indistintamente a dos especies de papa amarga como son; las especies *S. Curtilobum* y *S. juzepcsukii*.

De los métodos empleados para controlar el gorgojo de los Andes, se tiene los siguientes porcentajes de control: furadan 5 G (88.49%); extracto de k'oa (20.70%); hojas de k'oa (11.49%); y el extracto de eucalipto (2.65%).

Económicamente, la aplicación con furadan rinde 19.75 veces más que el testigo; con el extracto de k'oa 5.99, con las hojas de k'oa 5.33; y con el extracto de eucalipto se pierde 0.32 veces con relación al testigo.

## Estudio sobre los factores bióticos y abióticos que influyen en los parasitoides endémicos de polillas de la papa y áfidos en el Altiplano Central

Marin RUIZ DAZA, Dr. Helmuth W. ROGG, Dr. Juan RISI C.

T-200

1998

135 p

En los últimos años en el altiplano central, se ha observado que el cultivo de la papa de vital importancia para el poblador andino, es afectado con mayor intensidad por plagas insectiles llegando incluso a causar pérdidas casi totales en la cosecha. Además de los escasos estudios sobre el conocimiento de las plagas insectiles y principalmente de la población benéfica existente (parasitoides, depredadores y entomopatógenos) para uso en contra de los primeros, es que se plantea el presente trabajo con el objetivo de estudiar los factores bióticos y abióticos que influyen sobre los parasitoides naturales de polillas y áfidos de la papa, el que se llevó a efecto en la comunidad de Huaraco, Provincia Aroma; localizada a 135 Km de la ciudad de La Paz.

En base a tres parcelas experimentales (denominadas Parcelas: Limpia, Enmalezada y Protegida por Tapial por la condicionante de desarrollo que se dio a los cultivos), dividida cada una en dos subparcelas (200 m<sup>2</sup>), y sobre dos variedades de papa dulce y amarga: *Solanum andigena* y *S. juzepczukii* respectivamente, cultivadas en las subparcelas de cada parcela. En primera instancia para conocer a las especies de la población de parasitoides naturales que existen en la zona, durante la fase de floración (20 de febrero a 9 de marzo, 1994) se recogieron todas las larvas de polillas y áfidos que se encontraron sobre las plantas de papa elegidas al azar de cada subparcela. De un total de 887 larvas recogidas y al final de la cría de las mismas, 557 resultaron estar parasitadas, de los que se obtuvo especímenes adultos de parasitoides así como en estado de pupa. Identificándose a 6 especies hasta género de 13 especies parasitoides encontrados: 4 especies de la familia Ichneumonidae (*Deleboea sp.*, *Venturia sp.* y 2 especies no identificadas); 7 especies de la familia Braconidae (*Meteorus sp.*, *Apanteles sp.* y 5 no identificadas); 1 especie de la familia Encyrtidae: *Copidosoma sp.*, todas estas familias del orden Himenóptera y finalmente 1 especie de la familia Tachinidae, orden Diptera: *Phytomyptera sp.* Así mismo se reconoció a 12 de estas especies como parasitoides del estado larval de las polillas, las especies de las familias Ichneumonidae, Braconidae y Tachinidae, y la única especie de la familia Encyrtidae como parasitoide de huevo. Actuando estos como parasitoides en las especies de polillas: *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Eurysacca melanocampa* (Meyrick), especies plaga que son un problema serio después del gusano blanco *Premnotrypes spp.*

Entre las especies de áfidos, se registró a: *Macrosiphum euphorbiae* Th. y *Myzus persicae* S. siendo *Macrosiphum sp.* el género que mejor desarrolla en la variedad amarga. En general se observa que los áfidos no son una plaga importante en la zona, puesto que se presentan en poblaciones bajas a partir de abril y cuando el cultivo se encuentra próximo a la cosecha. Como parasitoides de áfidos se registró a tres especies de la familia Braconidae (Hymenoptera), identificándose solo a una especie: *Aphidius colemani* Viereck pre-identificado como A1, el que presenta un amplio rango de hospederos que incluye a *M. persicae*.

Las especies parasitoides de polillas que se destacan por su abundancia son tres: *Deleboea sp.*, *Venturia sp.* y *Copidosoma sp.*, tanto en la captura en campo (trampas Malaise y Moericke) como en el número de especímenes obtenidos de la cría de larvas de polillas (las últimas dos especies en estado de pupa). Y son estas mismas especies los más importantes parasitoides, por causar en conjunto la mortalidad del 76% de 557 larvas parasitadas (30.5, 24.4 y 21.2% respectivamente), la proporción restante por los demás parasitoides. Observándose bastante variabilidad en los porcentajes de mortalidad a causa de cada especie parasitoide. *Venturia sp.* y *Copidosoma sp.* son especies que al final de la cría (8 meses) se mantuvieron en estado de pupa, observándose que estas especies entran en diapausa con anterioridad a las demás.

La fluctuación de las poblaciones de parasitoides, se caracterizan por ser propia de cada especie, unos con actividad a lo largo del ciclo del cultivo (las especies: *Meteorus sp.*, *Venturia sp.*, *Apanteles sp.*) y otros concentrados en pocos meses (principalmente *Venturia sp.* y *Copidosoma sp.*), observándose en todos los casos sincronización en el control de sus hospederos, alcanzando poblaciones altas días después de que lo hacen las polillas y áfidos. Entre los factores bióticos que tienen influencia en los parasitoides se evidencia, primero que es afectado por la planta de la que se alimenta el hospedero (larvas de polillas), por que los parasitoides que llegan a la fase adulta en mayor proporción son los que se desarrollan en larvas que se alimentaron del cultivo de papa de variedad dulce, correspondiendo a este origen el 70% y el 30% a parasitoides de larvas que se alimentaron del cultivo de variedad amarga (aspecto conocido como efecto del primer nivel trófico en el tercero). Y segundo, la variedad de cultivo de papa no influye en el incremento de la presencia de población de parasitoides en la búsqueda de sus hospederos, en vista de que los datos

llevados a la prueba de "t" student dan como resultado diferencias no significativas entre la variedad de cultivo y población de parasitoides ( $T_c=0,014$  y  $T_t=2,145$  con  $GL=14$  y 5% de error). El desarrollo de malezas que se presentaron en el cultivo (como: *Erodium cicutarium*, *Astragalus garbancillo*, *Capsella bursa-pastoris*, *Schkuhria multiflora*, *Bromus unioloides*, y otras pequeñas especies de la familia Compositae y Gramineae), favorecieron significativamente la presencia de mayor población de parasitoides frente a un cultivo limpio, cuyos datos llevados al ANVA y con un nivel de 27% de confiabilidad nos refieren el resultado señalado. También se advierte que la presencia de parasitoides sobre el cultivo, esta significativamente asociado al de sus hospederos (polillas de la papa), atribuyéndose a este factor el 61% de asociación correlativa positiva.

En cuanto a los factores abióticos microclimáticos, se evidencia que el desarrollo de malezas dentro el cultivo incrementa la temperatura a nivel de parcela entre 0.2 a 1.5 °C y la humedad de 1 a 2% respecto de el cultivo limpio. La población de parasitoides muestra mayor respuesta a la temperatura, ya que se encontró una asociación positiva del 58% entre ambas variables, entendiéndose que mejores condiciones de temperatura en los cultivos favorece la presencia de parasitoides. En cambio por efecto de la humedad el grado de asociación en el incremento de la población es menor llegando a 25%.

## Efecto de la fertilización química y abonamiento orgánico en el comportamiento del "Laq'atu" (*Anomala inconstans*) en papa (*Solanum tuberosum*) en la Provincia Tomina-Chuquisaca

Julio TERRAZAS HEREDIA, Ing. Agr. M.Sc. Eduardo CHILON C., Ing. Hugo MENDIETA P.

T-206

1998

125 p

La producción intensiva de los cultivos en la actualidad requieren de la aplicación de fertilizantes químicos y abonos orgánicos, para optimizar el uso del recurso suelo. Es en este contexto, la aplicación del estiércol ovino y fertilizante químico cumplen una función importante en la fertilidad de los suelos y nutrición de las plantas; para incrementar la producción principalmente de tubérculos de papa y al mismo tiempo en este caso, ver el comportamiento del "laq'atu" (*Anomala inconstans*) como plaga de la papa en los tres medios de fertilización.

Es en este sentido, uno de los problemas referidos a factores bióticos más importantes en la localidad de San Juan de Florida y toda la zona de Tomina del departamento de Chuquisaca, son las larvas de un coleóptero conocido en la región con el nombre común de "laq'atu" (*Anomala inconstans*) estas larvas ocasionan daños a nivel de las raíces tallos y tubérculos; atacando a las plantas en forma parchosa en cultivos de papa, afectando en el rendimiento y disminuyendo su valor comercial.

El ensayo se estableció en la localidad de San Juan de Florida de la provincia Tomina del departamento de Chuquisaca, ubicada a 162 km de la ciudad de Sucre, carretera a Sopachuy; geográficamente esta ubicada a los 19° 15' de latitud Sud y a los 64° 26' longitud Oeste y una altura de 2115 m.s.n.m.; investigación llevada a cabo durante la gestión agrícola 1996-1997, en la siembra grande (temporal).

El estudio se inició con la labor en el proceso de descomposición del estiércol libre de ovinos, previamente se hizo el análisis químico de la biomasa (estiércol libre), posteriormente una vez conformada la pila de estiércol para su descomposición se llevó a cabo un registro de la temperatura durante todo el proceso, a los 61 días se procedió al volteo del estiércol y aproximadamente a los cuatro meses se aplicó en la siembra, al finalizar el proceso de descomposición presentó un olor agradable a tierra de hoja, posteriormente se envió una muestra a laboratorio para su respectivo análisis químico de biomasa en estado descompuesto.

Para ver el comportamiento de las larvas de "laq'atu" (*Anomala inconstans*) en los tres medios de fertilización. se sembraron parcelas con el cultivar Desirée, utilizando el diseño experimental de bloques completos al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Para tal efecto se estudiaron los siguientes tratamientos:

Tratamientos	Dosis	Cantidad	Tipo de fertilizante y/o abono	Estado
T1	Media	8 tn/ha	Estiércol ovino	Libre
T2	Alta	16 tn/ha	Estiércol ovino	Libre
T3	Media	50-101-00	Fertilizante químico	Normal
T4	Alta	100-101-00	Fertilizante químico	Normal
T5	Media	8 tn/ha	Estiércol ovino	Descompuesto en P.
T6	Alta	16 tn/ha	Estiércol ovino	Descompuesto en P.
T7	Testigo			

Para conocer la dinámica poblacional de las larvas en los tres medios de fertilización, se procedió a tomar cuatro muestras de suelo de cada unidad experimental y procesarlas mediante el método del lavado de suelos, en forma secuencial cada 15 días durante todo el ciclo vegetativo del cultivo. Constatando de esta manera que las larvas están activas en esta época, vale decir, desde que se inicia la siembra grande (temporal) hasta fines de marzo. En los últimos días del ciclo del cultivo estas larvas se concentraron con frecuencia a sectores donde se encuentran las plantas con los tubérculos, no así en espacios intermedios vacíos.

La evaluación sobre la eficiencia de estos tratamientos se realizó en función a los tubérculos cosechados, observando de esta manera la magnitud de daño que ocasionaron las larvas de "laq'atu" (*Anomala inconstans*).

Después de la cosecha se enviaron muestras de suelos a laboratorio de "Suelos y Aguas" de Cochabamba de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "MARTÍN CÁRDENAS" para determinar las propiedades físicas y

químicas. Por otra parte también se envió muestras al laboratorio de "Microbiología" del Instituto de Ecología - U.M.S.A de la ciudad de La Paz para determinar las propiedades biológicas.

Propiedades físicas.

- \* Sobre la densidad aparente (Da).
- \* Sobre la densidad real (Dr).
- \* Porcentaje de porosidad.
- \* Curvas de retención de humedad.

Propiedades químicas.

- \* Capacidad de intercambio catiónico (CIC).
- \* pH.
- \* Conductividad eléctrica (CE).
- \* Porcentaje de materia orgánica (MO).
- \* Nitrógeno - total (%).
- \* Fósforo disponible (ppm).

Propiedades biológicas.

- \* Unidades formadoras de colonias (UFC) de hongos.
- \* Unidades formadoras de colonias(UFC) de actinomicetos.
- \* Unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias.

Se ha evaluado parámetros de las variables como la dinámica poblacional de larvas de "laqa'tu", vigor de la planta, comportamiento de la larva en los tres medios de fertilización y porcentaje de plantas atacadas, rendimiento, clasificación por categoría de los tubérculos, número de tubérculos afectados por tratamiento, evaluación del daño por tratamiento y porcentaje de incidencia.

Respecto a la dinámica poblacional de larvas de "laq'atu", es alta en los meses de noviembre a enero, de acuerdo a los diferentes tratamientos la población de larvas es superior en T1(8 tn/ha.) y T2 (16 tn/ha) con estiércol libre en relación al testigo e incluso a los tratamientos T3 (50-101-00) y T4 (100-101-00) de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, (fertilizante químico) y T5 (8 tn/ha) y T6 (16 tn/ha) con estiércol descompuesto, lo que significa que al incorporar estiércol ovino en estado libre a los suelos, se estaría aumentando la población de larvas que después ocasionan serios problemas en los cultivos, particularmente de papa.

En cuanto al vigor de las plantas los tratamientos T3 (50-101-00) y T4 (100-101-00) con fertilizante químico demostraron ser los mejores y los tratamientos con fuentes orgánicas en el rango de regular y el testigo de vigor malo.

Evaluando el comportamiento del "laqa'tu" a través del porcentaje de plantas de papa atacadas, se observa con claridad que el porcentaje de ataque es alto en los tratamientos T1 (8 tn/ha) y T2 (16 tn/ha) (estiércol libre) y también en el testigo, que podría atribuirse en este caso a la mayor presencia de larvas de "laq'atu" lo que no ocurre en los tratamientos T3 (50-101-00) y T4 (100-101-00) el ataque es menor posiblemente por el efecto de salinidad del fertilizante químico aumenta la presión osmótica y afecta a las larvas del "laq'atu" reduciendo la población larval y con la incorporación del estiércol descompuesto en pila el ataque también es relativamente alto, probablemente porque en estas parcelas muchas larvas entraron al tercer estadio y el daño es mayor.

Las diferencias de rendimiento de las parcelas con la aplicación de tratamientos, estadísticamente son altamente significativos, con un coeficiente de variabilidad del 13%.

En la categoría de los tubérculos, los tratamientos T3 (50-101-00) y T4 (100-101-00) con fertilizante químico demuestran mayor porcentaje de tubérculos tipo comercial y los tratamientos con fuentes orgánicas mayor porcentaje en la categoría semilla. En cuanto a los tubérculos afectados o dañados se observó en la dosis de aplicación alta para cada tratamiento.

Sobre el número total de tubérculos afectados o dañados por larvas de "laq'atu" por tratamiento se observó el mayor número en los tratamientos con fuentes orgánicas T2 y T6 con 16 tn/ha (dosis alta) de estiércol libre y descompuesto respectivamente.

En cuanto al porcentaje de incidencia comparado con el rendimiento se observó que los tratamientos con dosis alta, vale decir, 16 tn/ha presentaron mayor porcentaje de incidencia principalmente con fuentes orgánicas y no hay proporcionalidad según rendimiento e incidencia de uno u otro tratamiento es decir, son diferentes.

En cuanto al análisis de regresión y correlación simple para la población final y el porcentaje de plantas atacadas demuestra una leve tendencia lineal positiva ( $r=0.88920$ ). Para la regresión y correlación de la incidencia sobre el rendimiento, presenta una leve tendencia lineal negativa ( $r=0,45005$ ). En cuanto al análisis de la varianza para la regresión lineal indica de no significativa.

Finalmente según el análisis económico el mayor beneficio neto (BN) corresponde al tratamiento T3 (fertilizante químico), dosis de aplicación de 50-101-00 de  $N-P_2O_5-K_2O$ , que arrojó un beneficio neto de 17316,7 Bs./ha y una tasa de retorno marginal (TRM) de 1535%, en cambio el tratamiento T4 (fertilizante químico), dosis de aplicación 100-101-00 tiene un costo variable (CV) mayor y un beneficio neto (BN) menor. Respecto a los tratamientos con fuentes orgánicas los tratamientos T1 (8 tn/ha) de estiércol libre y T5 (8 tn/ha) de estiércol descompuesto en pila, son los que tienen mayor beneficio neto y menor costo variable en relación a los tratamientos orgánicos con dosis de aplicación igual a 16tn/ha.

## **Épocas de incorporación y dosis de estiércol sobre la productividad de la papa (*S. tuberosum ssp. andigena*) en zonas de altura de Cochabamba**

Victoria Nelly PARRA GOITIA, Ing. Ph. D. André DEVAUX, Ing. Ph. D. Vladimir ORSAG, Ing. Agr. M.Sc. Pablo MAMANI R.

T-214

1998

118 p

Las malas prácticas agrícolas referidas a los excesivos e inoportunos movimientos de tierra antes y durante el desarrollo del cultivo y principalmente a la incipiente reposición de materia orgánica al suelo, constituyen entre otras prácticas, limitantes para una adecuada conservación de la capacidad productiva de los suelos.

La aplicación de estiércol al suelo como la principal fuente orgánica conocida por los agricultores, no solo debe ser estudiada desde un punto de vista social y económico. Su utilidad desde un punto de vista ecológico-ambiental debería ser más importante, para lo que debe considerarse su estudio en un contexto de sistemas de producción, considerando las limitantes climáticas y los riesgos de erosión de los suelos.

Factores como la sequía y otros, conforman una problemática de importancia social, porque la mayoría de los productores de papa son pequeños agricultores que tienen como único ingreso la comercialización de la papa. Según reportes del INE (1995), en Bolivia se cultivan 1734081 has de las cuales solo el 4% (75468 has) cuentan con riego beneficiando a 42580 familias y el 96% de la superficie se cultiva bajo las condiciones climáticas de cada año.

La zona de estudio (alturas de la Provincia Tiraque-Cochabamba) se caracteriza por ser una zona papera, cuyo cultivo es utilizado como cabecera dentro del sistema de rotación. En la preparación de suelos juega un papel preponderante la humedad del mismo, iniciándose esta práctica por la mayoría de los agricultores con la últimas lluvias de un año agrícola, con los nevados de agosto en algunos casos y con las primeras lluvias de un año agrícola.

Por los antecedentes descritos, el objetivo principal del presente trabajo fue evaluar las épocas de incorporación y dosis de estiércol sobre el contenido de la humedad del suelo, la productividad del cultivo de la papa y su análisis económico.

La presente investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Toralapa, durante la campaña 1995-96, se realizó el estudio de tres épocas de incorporación (últimas lluvias, ILU mayo 94-95; primeras lluvias, ILP octubre 95-96 y en la siembra, IS noviembre 95), dos dosis de estiércol bovino (5 y 10 t/ha) y un testigo absoluto (sin aplicación de estiércol). Para el análisis estadístico se utilizó el diseño "Bloques Completos al Azar" con arreglo factorial 3 x 2 más un adicional con 4 repeticiones.

Las variables de respuesta consistieron en evaluaciones del suelo y del cultivo. Entre las evaluaciones del suelo se tienen a los siguientes: análisis químico, perfil cultural, permeabilidad, densidad aparente y humedad gravimétrica del suelo. Las evaluaciones en el cultivo fueron: emergencia, altura de planta, cobertura foliar, índice de área foliar biomasa seca total, índice de tuberización, índice de cosecha y el rendimiento. Finalmente se realizó el análisis económico.

En el análisis químico de suelos no se vieron comportamientos muy claros con la aplicación del estiércol. El pH, el nitrógeno y el fósforo no presentaron cambios durante el ciclo del cultivo. El potasio se eleva de un nivel muy bajo a moderado en todos los tratamientos, atribuidos al residuo de tejidos de la cosecha de papa (1995-96) y a la descomposición del rastrojo de avena (1994-95). La conductividad eléctrica disminuye dentro del rango de suelos no salinos, como consecuencia del lavado de sales a profundidades mayores del suelo por las elevadas precipitaciones.

La descripción del perfil cultural mostró en general, suelos superficiales y pedregosos, con una profundidad de laboreo (arado de palo) aproximadamente de 15 cm (H1 y H2), además de la presencia de una capa compacta y pedregosa por debajo de ella. El estiércol incorporado con la labranza en ILU e ILP se encontró distribuido en todo el horizonte H1 y H2. En cambio el estiércol aplicado a la siembra se encontró en forma localizada en el fondo de surco de siembra.

La aplicación anticipada del estiércol (ILU e ILP) dio lugar una permeabilidad moderadamente rápida para el H1, por el efecto granulador de la materia orgánica en la estructura del suelo y de esta forma favorecer una mejor infiltración del agua. La aplicación del estiércol al momento de la siembra (IS) no tuvo los mismos efectos por encontrarse en forma localizada, es decir la permeabilidad de H1 fue moderada en un área poco influenciada por el estiércol. En el testigo también se encontró una permeabilidad moderada para el H1.

Las mayores variaciones de densidad aparente se dan con las aplicaciones anticipadas del estiércol (ILU e ILP) en la capa arable (H1y H2) disminuyendo de 1.5 a 1.22 g/cc al final del ciclo de cultivo (valores

similares para las dosis de estiércol). En cambio cuando la aplicación es localizada disminuye hasta 1.27 g/cc. El estiércol al formar agregados con las partículas del suelo mejoro la estructura del suelo repercutiendo en un aumento de la porosidad, mayor disponibilidad del agua y nutrientes, favoreciendo el desarrollo radicular del cultivo.

Se observo que a diferentes profundidades del suelo (0-10, 10-20 y 20-30 cm) existen diferencias estadísticas para el contenido de la humedad del suelo, tanto en un periodo seco (antes del cultivo) como en un período de lluvias (durante el cultivo). En el periodo seco a mayor profundidad del suelo (20-30 cm) existe mayor porcentaje de humedad con respecto a las capas superficiales (0-10 y 10-20 cm), la misma tendencia se repite durante el cultivo cuando las precipitaciones comienzan a disminuir (marzo-abril). En el periodo de lluvias, las capas superficiales (0-10 y 0-20 cm) muestran mayor porcentaje de humedad respecto a la profundidad. Este comportamiento podría deberse a la presencia de una capa arcillosa entre los 15 y 25 cm de profundidad aproximadamente como se evidencio en los perfiles culturales, haciendo que la infiltración del agua sea lenta en el periodo de lluvias y de esta manera las capas superficiales se encuentren saturadas de agua por más tiempo.

Bajo las condiciones climáticas de este año agrícola, algunas variables de respuesta del cultivo fueron afectados por las elevadas precipitaciones. El factor épocas de incorporación actuó independientemente del factor dosis de estiércol, obteniéndose una altura de planta de 39 cm, cobertura foliar de 25%, índice de área foliar de 1.81, biomasa seca aérea de 36.7 g/plta y un índice de cosecha de 0.8, alcanzando su máxima tasa de crecimiento a los 35, 90, 75 y 125 días después de la emergencia (DDE) respectivamente.

Se encontraron diferencias estadísticas para los factores estudiados en la emergencia, biomasa seca de tubérculos, índice de tuberización y rendimiento. La máxima tasa de emergencia se alcanzó en menor tiempo (35-36.5 DDS) con la aplicación anticipada del estiércol en relación a la aplicación al momento de la siembra (38 DDS), debiéndose a la concentración de sales del estiércol, del amonio y a la falta de oxígeno de la atmósfera del suelo. También con la aplicación de estiércol hubo una mayor emergencia que en la parcela sin estiércol, es decir 90 y 89% para 5 y 10 t/ha y 83% en el testigo, debido a las condiciones ofrecidas por la materia orgánica para la emergencia.

La producción de materia seca de tubérculos fue alta con la aplicación del estiércol al momento de la siembra con 207 g/plta seguida de 185.4 g/plta con la incorporación en las primeras lluvias y el más bajo de 147.8 g/plta con la incorporación en las ultimas lluvias. Indistintamente de la dosis, la aplicación del estiércol presentó una mayor producción de biomasa seca de tubérculos (con 170 y 178 g/plta para 5 y 10 t/ha) en relación a la parcela, sin estiércol.

El índice de tuberización fue mayor con ILU e ILP (0.84 y 0.87) respectivamente, siendo bajo con IS (0.78), explicándose una mayor eficiencia de traslocación de fotosintatos. Por el contrario las dosis de estiércol no afectaron el índice de tuberización.

El cultivo de papa respondió favorablemente a la aplicación de estiércol al momento de la siembra (IS), en el cual se encontró un rendimiento elevado de 28 t/ha en comparación a las otras épocas de incorporación (ILU e ILP). Similar situación se presentó con la aplicación de estiércol indistintamente de la dosis, reportando el rendimiento más bajo por el testigo con 16.7 t/ha.

En cuanto al análisis económico, con la aplicación localizada del estiércol durante la siembra y el testigo (parcela sin estiércol) se recuperaron los costos de inversión y además aportaron beneficios, siendo la tasa de retorno marginal (TRM) de 1586% y 1012% para 5 y 10 t/ha respectivamente. Se determinó también que esta práctica realizada por el agricultor es la más apropiada.

## Técnicas de propagación vegetativa para la producción de tubérculo-semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) en camas protegidas

Cornelio AYALA CHOQUE, Ing. M.Sc. Gino AGUIRRE V., Ing. M.Sc. Pablo MAMANI ROJAS

T-238

1999

105 p

En zonas de altiplano y de altura las condiciones climáticas son adversas durante todo el año principalmente por efecto de las bajas temperaturas. La papa es un cultivo que por naturaleza se propaga en forma vegetativa, al plantar tubérculos enteros o trozos de estos.

Actualmente el IBTA-PROINPA pretende establecer una metodología sobre la producción de tubérculos-semilla de papa en el sistema de camas protegidas considerándose a éstas, como una alternativa tecnológica de bajo costo para dar mayor impulso a la multiplicación de tubérculo-semilla de calidad, principalmente en pequeñas empresas o instituciones semilleras, realizando estudios referentes a técnicas de propagación rápida que generen mayor rendimiento en número y peso, especialmente en tubérculos-semilla de tamaño deseado.

El presente trabajo, se origina al plantear la necesidad de buscar un sistema para multiplicar tubérculo-semilla a partir de un reducido stock de semilla de alta calidad, utilizando técnicas de multiplicación rápida, cuyo conocimiento es limitado y utilizado por lo general solo por algunas instituciones.

En el siguiente trabajo se consideran los siguientes objetivos:

- Evaluar un sistema de producción que contemple diversas técnicas de propagación vegetativa de papa en camas protegidas para garantizar la producción de tubérculos-semilla a partir de volúmenes reducidos de semilla de alta calidad y que se adecuen a las condiciones de producción de pequeños y grandes productores de semilla.
- Evaluar las tasas de multiplicación de tubérculo-semilla por efecto de cada una de las técnicas de propagación vegetativa (minitubérculo, minitubérculo desbrotado, esquejes, brotes y plántulas *in vitro*) en tres variedades de papa (Imilla Negra, Revolución, Americana), cultivadas en el sistema de las camas protegidas.
- Realizar el análisis económico de cada una de las técnicas de propagación.

El trabajo se realizó en la estación experimental Toralapa, ubicada en la provincia Tiraque del departamento de Cochabamba, a una altitud de 3430 m.s.n.m., geográficamente esta ubicada entre los 17° 31' de latitud sud y 60° 40' de longitud oeste.

Las variedades de papa que se utilizaron, en el presente trabajo fueron: Imilla Negra (*S. andígena*), Revolución (*S. tuberosum* x *S. andígena*) y Americana (*S. tuberosum*), de categoría prebásica.

Las técnicas de propagación utilizadas fueron: minitubérculo, minitubérculo desbrotado, esquejes, brotes y plántulas *in vitro*.

Se utilizó el diseño de parcelas divididas con una distribución completamente al azar y tres repeticiones donde los factores en estudio fueron técnicas de propagación y variedades.

El ensayo fue realizado en dos fases una en invernadero y la otra fase en las camas protegidas. La fase de invernadero comprendió la aclimatación de plántulas provenientes de: plántulas *in vitro*, esquejes de tallo apical y brotes que procedieron de un minitubérculo, este periodo duró de 15 a 20 días hasta que las plántulas estuvieron listas para ser transplantadas a las camas protegidas. Los otros materiales vegetales utilizados fueron minitubérculo y minitubérculo desbrotado (de donde procedieron los brotes), estos fueron almacenados bajo las mismas condiciones de tiempo y ambiente en un silo de papa.

Una vez que el sustrato de siembra fue esterilizado e incorporado al interior de las camas protegidas, nivelado y humedecido ligeramente, se procedió a la siembra y trasplante del ensayo. Cada unidad experimental comprendía una superficie de 1 m<sup>2</sup>, las cuales tenían 21 plantas/m<sup>2</sup> Una vez establecido el cultivo, el manejo fue similar para todos los tratamientos.

Las variables analizadas en esta investigación fueron: Porcentaje de prendimiento y emergencia, Altura de plantas, Número de tallos, Porcentaje de materia seca y Rendimiento.

Asimismo se realizó un análisis económico utilizando el método del presupuesto parcial.

Los resultados obtenidos en la variable de porcentaje de prendimiento y emergencia, muestran que la técnica de brotes, minitubérculo desbrotado y minitubérculo, presentaron los más altos porcentajes de prendimiento.

La técnica de minitubérculo desbrotado fue obviamente el que produjo el mayor número de tallos.

Respondiendo a características vareteares la variedad Imilla Negra fue la que presentó la mayor altura de planta, seguida de la variedad Revolución y finalmente la variedad Americana.

De los rendimientos obtenidos por efecto de las diferentes técnicas de propagación: la variedad Revolución respondió de una manera favorable para todas las técnicas de propagación dando los mayores rendimientos en peso; la variedad Imilla Negra también respondió de una manera favorable a todas las técnicas de propagación, sin embargo en rendimiento tuvo un comportamiento intermedio frente a las variedades estudiadas. La variedad Americana tuvo un bajo rendimiento probablemente a características varietales y de rango de adaptación limitado.

El análisis económico, en base, a la técnica del presupuesto parcial en las tres variedades en estudio, mostró que la técnica de propagación mediante brotes fue la que presentó los beneficios netos más altos, aspecto que permitirá afirmar que el empleo de esta tecnología constituye la alternativa económicamente más atractiva.

## **Manejo integrado del gorgojo de los Andes de la papa (*Premnotrypes spp.*), en la zona de Araca-Provincia Loayza**

Rene MIXTO APAZA, Ing. Rayne CALDERÓN M., Ing. Teresa RUIZ DÍAZ

T-249

1999

83 p

El gorgojo de los Andes, es una de las plagas de mayor importancia en el cultivo de la papa, sobre todo en las zonas de altura, debido a que existe un desconocimiento total del ciclo de vida del gorgojo y su relación con el estado de desarrollo del cultivo.

En Bolivia, el Programa de Investigación de la Papa (PROINPA) y en Perú el Centro Internacional de la Papa (CIP), están desarrollando estrategias de control integrado del gorgojo de los Andes, el cual se ha aplicado para bajar el daño producido por el gusano blanco a los tubérculos de papa y para determinar la eficiencia y adopción.

El presente trabajo se realizó durante la campaña agrícola 1995-96, en la comunidad de Collana, ubicado en la zona de Araca - Quinta Sección de la provincia Loayza del departamento de La Paz.

El material vegetal utilizado fue, tubérculos-semilla de papa de la variedad: Sani Negra, la misma era procedente de los propios agricultores. Los métodos de control utilizados fueron: control Cultural, control Mecánico y control Químico, con sus respectivos componentes.

El trabajo se inició con la realización de cursillos, donde se dio a conocer a los agricultores, todo el paquete referente al ciclo biológico, multiplicación y daños que causa el gorgojo de los Andes. Finalmente, todo lo que se refiere al Manejo Integrado del Gorgojo de los Andes.

Antes de la siembra, se hicieron un muestreo de 66 parcelas, las mismas abarcaron una superficie aproximada de 5,5 hectáreas; luego se procedió con la remoción de focos de infestación, en lugares de almacenamiento y selección de papa de la anterior campaña agrícola.

Los especímenes adultos, encontrados durante el muestreo, remoción de focos de infestación y desarrollo del cultivo; fueron enviados al Departamento de Entomología de PROINPA. Los mismos fueron identificados como *Premnotrypes latithorax* y *Cylydrodinus sp.*, donde el primero es la plaga más importante de la papa.

Transcurrida todas las fases de desarrollo del cultivo, incluyendo los trabajos del Manejo Integrado. El porcentaje de daño e intensidad de daño se determinó después de la cosecha, tomando 125 tubérculos por parcela (25 tubérculos de cada lado y al centro de la parcela). El resultado obtenido es de 14,2% de daño y 4,2% de intensidad de daño.

El porcentaje de daño e intensidad de daño en las parcelas sin MIGA (testigo) de la comunidad de Collana fue de 31,4% y 11,1% respectivamente; mientras que en las parcelas de la comunidad de Pararani (testigo) el promedio de daño fue de 39,4% y la intensidad de daño 21,2%.

Con los datos del promedio de daño, se calculó el porcentaje de control; donde, dentro de la comunidad de Collana existió un 55% de control de daño en las parcelas con MIGA y con respecto a la comunidad de Pararani, el porcentaje de control de daño obtenido fue de 64%.

Por lo tanto, con el Manejo Integrado del Gorgojo de los Andes, en la comunidad de Collana se ha logrado disminuir el porcentaje de daño, mejorado la calidad de los tubérculos de papa, por consiguiente un incremento del valor comercial de la papa.

Finalmente, los agricultores de la comunidad de Collana están dispuestos a continuar en las próximas campañas agrícolas, con los trabajos realizados sobre el Manejo Integrado del Gorgojo de los Andes.

## **Producción de tubérculos de semilla de papa por esquejes de brote en camas rústicas protegidas, en el Altiplano Norte**

*Jesús CHOQUE TICONA, Ing. Eybar GORENA D.*

T-254

1999

105 p

La papa es uno de los principales cultivos de la zona andina. En Bolivia, se cultiva en siete departamentos y significa una superficie aproximada de 140000 ha, área que involucra a más de 200000 agricultores, constituyéndose en la base alimentaria de los campesinos, particularmente en el Altiplano boliviano.

Sin embargo, su productividad se ve afectada por factores de producción (Abióticos y Bióticos), y aspectos socio-económicos, que inciden en los bajos rendimientos obtenidos por unidad de superficie.

La alternativa de utilizar las camas protegidas, que consisten en construcciones rústicas con paredes de adobe y una cubierta plástica, para la producción de semilla de calidad que garantizaría al pequeño agricultor la provisión permanente de semilla de papa, eludiendo de esta manera los factores climáticos adversos, que limitan muchas veces disponer de semilla para la siguiente gestión agrícola.

Asociado al uso de las camas protegidas, la técnica de multiplicación rápida de papa, esquejes de brote, como una forma de incrementar el índice de multiplicación del cultivo. Los brotes en el momento de la siembra en campo generalmente son descartados. Sin embargo los mismos pueden ser utilizados para la producción de esquejes de brote.

Esta técnica puede alternarse en invernadero (siembra y enraizamiento de brotes), y campo (lugar definitivo de las plantas desde el transplante hasta la cosecha), donde son tratados como plantas de siembra normal.

Por los antecedentes citados, el objetivo principal del presente trabajo fué el de utilizar los esquejes de brote, como una alternativa tecnológica en la multiplicación rápida de tubérculos-semilla de papa, en camas rústicas protegidas, a través de la evaluación del comportamiento agronómico y del rendimiento en peso de los tubérculos-semilla, en los diferentes tamaños de esquejes de brote y el análisis del presupuesto parcial de producción por cama protegida de los tratamientos propuestos.

El presente estudio se llevó a cabo en el altiplano norte del Departamento de La Paz, Provincia Omasuyos, Cantón de Achacachi, en los predios de la Estación Experimental Belén, que se halla a una altitud de 3816 msnm y geodésicamente está situada a 16°03'25" de latitud sur y 68°41'45" de longitud oeste.

El material vegetal utilizado fue tres clones avanzados: 90-239-4, 90-254-15 y 90-245-14, procedentes de PROINPA y como característica principal la de papas amargas.

El experimento fue planteado en un diseño de bloques al azar, con un arreglo factorial combinado 3x3, con cuatro repeticiones conformando un total de treinta y seis unidades experimentales distribuidas en cuatro bloques o camas rústicas protegidas. Donde los factores A y B, son:

Clones:     A1 = 90-239-4  
              A2 = 90-254-15  
              A3 = 90-245-14

Tamaños de esquejes de brote (T.E.B.)

              B1 = brotes con menos de 3 cm  
              B2 = brotes con más de 3 cm  
              B3 = brotes con un pedazo de tubérculo (CPT).

Durante el desarrollo del cultivo, se observó su comportamiento tomando como parámetros las observaciones fenológicas, el rendimiento agronómico, longitud de esqueje de brote, altura de planta, establecimiento de plantas en campo, peso de tubérculos/planta, peso de tubérculo, peso de tubérculos-semilla/planta, peso de tubérculo-semilla, número de tubérculos/planta, número de tubérculos-semilla/planta, número de ojos / tubérculo entre otros.

Las observaciones fenológicas de días al enraizamiento, floración y madurez fisiológica, resultaron ser variables, es así que el número de días al enraizamiento de los diferentes tratamientos estuvo dentro de los 5 a 7 días, destacándose los tratamientos A1B2, A1B3, A2B2 y A2B3, además existiendo el 100% de prendimiento en invernadero. La fase de floración no se evaluó. La madurez fisiológica de los diferentes tratamientos varía de 142 a 144 días.

Así el período vegetativo de los clones en estudio se acorta en forma preliminar entre 28 a 32 días, en comparación al período vegetativo de las papas amargas en el altiplano.

El carácter altura de planta fue afectado notoriamente por la granizada durante las primeras etapas de establecimiento. El promedio de establecimiento de plantas en campo, fue de 92,59%, en todo el ensayo.

La interacción entre los factores A y B es altamente significativo para el peso de tubérculos/planta, variando esta de 103.80 a 155.65 gr/planta. Y en el peso de tubérculo-semilla/planta, los niveles del factor B, es decir, B1, B2 y B3 no muestran diferencias, en el peso, pudiendo ser utilizados tamaños de esquejes de brote <a 3 cm, > a 3 cm y CPT, en los clones avanzados. Los mayores pesos de tubérculos-semilla son obtenidos por los tratamientos A1B2 y A2B3.

El rendimiento de tubérculos (kg/ha), es influenciado por la interacción de los factores A y B, obteniendo los mayores rendimientos los tratamientos A1B2 y A3B1 con 17294.44 y 15853.13 kg/ha, respectivamente.

El rendimiento de tubérculos-semilla (kg/ha), es afectado por la interacción entre los factores A y B, destacándose los tratamientos A1B2 y A3B1 (12570.49 y 13376.74 kg/ha, respectivamente). Las plantas provenientes de brotes produjeron mayor porcentaje de tubérculos tamaño semilla, así como libre de enfermedades fungosas.

El análisis preliminar de costos parciales en la producción de tubérculos de semilla de papa, muestran al tratamiento A3B1 con el mayor beneficio neto de 13.04 Bs/cama, seguido por los tratamientos A1B2 y A2BI con valores de 10.22 y 2.07 Bs/cama respectivamente.

## **Efecto de la distancia de siembra y niveles de fertilización mineral de pequeños tubérculos semilla en el crecimiento y productividad del cultivo de papa**

Heditt Magda FORONDA MONTOYA, Ing. Agr. M.Sc. Pablo MAMANI ROJAS

T-255

1999

94 p

El presente estudio fue llevado a cabo en la Estación Experimental Belén, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés en La Paz, la Estación, se halla ubicada en la provincia Omasuyus del departamento de La Paz, a un altura media de 3800 msnm, durante el año agrícola 95-96.

El propósito de trabajo fue principalmente optimizar la producción en campo, de los tubérculos-semilla de los tamaños IV(25-35mm) y V(15-25mm) de categoría básica. Se tomó en cuenta los siguientes objetivos:

1. Determinar el comportamiento agronómico en campo bajo diferentes densidades de siembra y niveles de fertilización mineral en dos tamaños pequeños de tubérculo - semilla de papa.
2. Determinar la densidad de siembra y nivel de fertilización mineral que económicamente genere mayores beneficios en los dos tamaños de tubérculo-semilla de papa.

La zona donde se realizó el estudio tiene una altura aproximada de 3800 msnm, con una temperatura media anual de 9 °C, una precipitación anual de 600mm, los suelos son profundos con textura Franco-arcillo-arenoso con una profundidad de 0,50 metros.

Se probaron tres densidades de siembra: 10 cm, 20 cm y 30 cm entre plantas con una distancia de surco de 80 cm, tres niveles de fertilización mineral: (80-180-00), (160-160-00), (80-160-60) y dos tamaños pequeños de tubérculo-semilla de papa, IV(25- 35 mm) y V(15-25 mm) y un tratamiento adicional, con densidad de siembra normal de 30 cm entre plantas, nivel de fertilización 80-160-00 y tamaño de semilla 3<sup>a</sup> (35-45mm).

Se trabajó con la variedad Imilla Negra (*Solanum tuberosum ssp. andigena*), se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar con una arreglo factorial de 3x3x2 con tres repeticiones y 18 tratamientos, más un tratamiento adicional.

El procedimiento experimental consistió en preparación del terreno con ayuda de un tractor (arada, cruzada, nivelado), surcado, siembra, cuidados culturales (fertilización, aporque y control fitosanitario) y cosecha. El cultivo durante su desarrollo recibió un manejo uniforme para los 19 tratamientos.

Durante el desarrollo del trabajo se realizaron observaciones fenológicas como: por ciento de emergencia, número de tallos y altura de plantas.

De acuerdo al análisis estadístico, existen diferencias significativas entre tratamientos, el testigo vs las combinaciones, el factor de densidades de siembra y niveles de fertilización mineral.

Los rendimientos de tubérculo semilla permiten ver que la densidad óptima para la producción de semilla con estos dos tamaños pequeños de tubérculo-semilla es la densidad uno (10cm entre planta), combinado con el nivel de fertilización dos (160-160-00).

De acuerdo al análisis económico, para producción de semilla, empleando los dos tamaños de tubérculo semilla pequeños, se tiene, en el caso del tamaño uno (IV 25-35mm) la combinación factorial del tratamiento tres presenta elevada tasa de retorno y un elevado ingreso neto: en el caso del tamaño dos de semilla (V 15-25mm), la combinación factorial del tratamiento diez presenta elevada tasa de retorno y un ingreso neto aceptable.

## **Dinámica poblacional del gorgojo de los Andes (*Rhigopsidius tucumanus*) en cinco variedades de papa y control biológico en laboratorio en Huaraco**

Primitivo MAMANI CONDORI, Lic. Raúl ALTAMIRANDO, Ing. Agr. Félix MAMANI REYNOSO

T-274

1999

98 p

El estudio de la Dinámica Poblacional del Gorgojo de los Andes (*Rhigopsidius tucumanus*) en Cinco Variedades de papa y Control Biológico en Laboratorio en Huaraco, se estableció en Tauca a 4020 m de altitud, a 20 km de la estación climática de Huaraco, al sur de la Provincia Aroma, en Diseño de Bloques al Azar en 554.40 m<sup>2</sup>, capturándose 134 adultos desde noviembre a abril de 1994-1995.

El Ciclo Biológico de *Rhigopsidius* a 16 °C, 53% de humedad relativa, se desarrolló desde huevo a adulto invernante en 258 días, desde larva hasta adulto invernante dentro del tubérculo en 220 días como promedios, en 73.54% de humedad del hospedero.

En noviembre de 1996 se encontraron adultos invernantes muertos por la acción de *Beauveria brongniartii* en tubérculos "K'ajas". De Gorgojos adultos infectados con *Beauveria* se aislaron para sembrar en puntos y surcos sobre PDA y PAA gelificada, cultivándose a 22°C para su reproducción, luego se multiplicó sobre arroz para su desarrollo y crecimiento saprofitico a 25+/-2 °C, ambos en 30 días.

El conteo de conidios se hizo en una cámara de Neubauer en un microscopio compuesto, determinándose 3 dosis (2x10, 3x10 y 4x10 exp 7 c/ml) más el testigo, aplicándose bajo el Diseño Completamente al Azar a adultos de *Rhigopsidius* a 20°C y 75% de humedad relativa, murieron el 63%.

El rendimiento para "Imilla blanca" fué de 8207 kg/ha, el costo de producción 3388.34 bs/ha, obteniéndose 5180.25, 1791.91 y 287.00 (bs/ha) por la venta, la utilidad y pérdida económica respectivamente.

## **Transferencia de tecnología del control biológico de la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), utilizando (*Baculovirus phthorimaeae*) en la comunidad de Huaraco**

Rodolfo Emilio ESPINOZA HERRERA, Lic. Raúl ALTAMIRANO, Ing. M.Sc. José CORTÉS GUMUCIO

T-281

1999

84 p

En los últimos años en el altiplano central, se ha observado que el cultivo de la papa de vital importancia para el poblador andino, es afectado con mayor intensidad por plagas insectiles, los agricultores para evitar los daños causados por estas plagas utilizan plaguicidas como único método de control, cada vez más constante e indiscriminadamente, además de costosa ha traído consigo una serie de efectos colaterales negativos, rompiendo el equilibrio natural entre plagas insectiles y sus enemigos naturales, poniendo en riesgo la salud humana con el envenenamiento crónico de los agricultores y sus semillas. Entre los insectos dañinos en el altiplano central que disminuye la calidad del tubérculo-semilla se considera al pequeño lepidóptero *Phthorimaea operculella* (Zeller), el cual es muy peligroso por su ataque en campo y en almacén. Una alternativa para superar este problema, es el uso del Control Biológico como parte de la estrategia del Manejo Integrado de Plagas. En esta perspectiva y con el afán de desarrollar el Control Biológico en el altiplano central se realiza el presente trabajo en la comunidad de Huaraco, Provincia Aroma; localizada a 135 km de la ciudad de La Paz.

Con el presente trabajo se pretende realizar la transferencia de tecnología para controlar en forma biológica a la polilla de la papa, mediante la capacitación de promotores líderes de la comunidad en la multiplicación del *Baculovirus phthorimaeae*, de la misma manera enseñar a los agricultores el ciclo biológico de la *Phthorimaea operculella*, su relación con el ciclo vegetativo del cultivo de papa, control de la plaga en condiciones de almacenamiento y el manejo adecuado de plaguicidas. Realizando seminarios-talleres, demostraciones de campo, visitas familiares, clases de capacitación a los agricultores para formarles como promotores y las evaluaciones de almacenes.

Para evaluar la eficiencia del entomopatógeno, se realizó la validación de tecnología en algunos almacenes de agricultores de la comunidad de Huaraco y de acuerdo a los resultados obtenidos el *Baculovirus phthorimaeae* redujo significativamente el porcentaje de daño causado por las larvas de la polilla de la papa, presentando una eficiencia del 100% en almacenes tratados con *Baculovirus* a diferencia del testigo que presenta un 15% de daño en almacenes que se encuentran cerca de las laderas y un 12% en almacenes que se encuentran, en planicie.

De acuerdo a las diferentes actividades se evaluó el conocimiento del agricultor sobre el manejo adecuado de plaguicidas teniendo los siguientes resultados: El 74.7% aprendió a utilizar la dosis recomendada de la etiqueta del producto, el 72% conoce el manejo adecuado de los plaguicidas en campo, el 69.5% aprendió que no debe beber, comer o fumar con las manos contaminadas y el 70% sabe que debe guardar los plaguicidas en un lugar seguro. Logrando de esta manera concientizar a los agricultores sobre la problemática que trae consigo el uso inadecuado de los plaguicidas al frágil ecosistema del lugar y a la salud del agricultor y su familia.

De la misma manera se evaluó el grado de conocimiento del ciclo biológico de la polilla de la papa por parte de los agricultores, el 65% reconoce a la larva de la polilla de la papa, como el estado que causa mayor daño al tubérculo, el 65% de los agricultores conoce a la pupa como el estado más débil y el 57.5% conocen el ciclo biológico. Estadísticamente existe diferencia significativa en el porcentaje de personas que participaron y no participaron en los seminarios y el aprendizaje del ciclo biológico de la polilla de la papa

En la evaluación sobre el conocimiento del *Baculovirus*, el 82.5% de los agricultores conoce el *Baculovirus*, el 87.6% sabe que es un producto natural que no daña a personas, animales ni medio ambiente, el 70% de los evaluados sabe cuando y como utilizar el entomopatógeno y el 62.5% sabe que cantidad se debe utilizar en el momento de almacenar el tubérculo semilla. Estadísticamente existe diferencia significativa en el porcentaje de personas que participaron y no participaron en los, seminarios en el aprendizaje del conocimiento del manejo y uso racional del *Baculovirus*.

La tecnología fue adoptada aisladamente, en especial por 16 personas progresistas que aplicaron en sus haciendas el *Baculovirus*, para el control biológico de las larvas de la polilla de la papa en su tubérculo semilla.

La capacitación de agricultores como promotores líderes en el control biológico, el interés de toda la comunidad y el apoyo del Instituto de Ecología, se estableció un convenio con FONAMA, para la construcción del laboratorio comunal, donde los agricultores aportaran con la mano de obra, dando continuidad al proyecto de desarrollar el Control Biológico en el Altiplano Central.

## Niveles de fertilización mineral y densidades de transplante en plántulas obtenidas de cultivo *in vitro* para producción de semilla pre-básica de papa en invernadero

Eliana Elinol LARA CUBA, Ing. Agr. M.Sc. Jorge PASCUALI, Lic. Eduardo CARVAJAL

T-292

1999

162 p

El invernadero modelo "dos aguas" del Centro de investigaciones Nucleares de Viacha dependiente del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, se encuentra ubicado en el cantón Surimanta (aledaña a la localidad de Viacha) de la provincia Ingavi del Departamento de La Paz, a una altura de 3853 m.s.n.m. a 16°39' Latitud Sur y 68° 18' Longitud Oeste. La orientación del mismo es de Nor-oeste a Sur-este, a 32 Km de la Ciudad de La Paz; cuenta con una precipitación media anual de 619 mm y una temperatura media anual de 7,1 °C respectivamente.

El presente trabajo, se realizó entre los meses de Febrero a Agosto de 1996. Se contemplaron nueve tratamientos que surgieron de la combinación de los factores A (densidades de transplante:  $A_1=50$  pl.,  $A_2=35$  pl.,  $A_3=25$  pl/u.e.) y B (niveles de fertilización mineral:  $B_0=0-0-0$ ,  $B_1=22-22-22$ ,  $B_2=26-52-26$  de N-P-K/u.e.). Estos fueron dispuestos bajo un diseño completamente al azar en arreglo factorial 3x3 con tres repeticiones que hacen un total de 27 unidades experimentales cuya área es de 1,3 m<sup>2</sup> se distribuyeron en siete camas orgánicas que contaban con substrato preparado en base a turba y tierra (2:1). El mismo fue tratado (desinfectado) con BASAMID (i.a.Dazomet) y su pH varía entre 6,11-6,31.

Para complementar las dosis prácticas de fertilización mineral, se utilizaron como fuentes: el complejo 17-17-17 (N-P-K) y superfosfato triple (0-46-0 de N-P-K) incorporados al substrato en forma fraccionada en cinco aplicaciones líquidas de fertilizante disuelto, cada 15 días.

Se encontró por la evaluación de resultados, que la densidad de transplante más óptima para plántulas obtenidas de cultivo *in vitro* de *Solanum andigenum* variedad *Sani imilla* es  $A_1$  (50 pl/u.e.) frente a  $A_2$  (35 pl/u.e.) y  $A_3$  (25 pl/u.e.), porque a través de esta se obtuvieron mayor cantidad y peso de tuberculillos de las clases III y IV. Es decir, las densidades bajas ( $A_2=35$  pl y  $A_3=25$  pl) produjeron mayor número de tubérculos de tamaño grande, contrariamente a la densidad  $A_1$  (50 pl/u.e.) a través de la cual se obtuvieron mayor cantidad de tuberculillos de tamaño mediano a pequeño.

En función al presente trabajo, se encontró también que el nivel de fertilización mineral más óptimo es el  $B_1$  (22-22-22 de N-P-K/u.e. ó 17-17-17 de N-P-K/m<sup>2</sup>), porque coadyuva a la densidad, favoreciendo a un mejor estolonamiento e indirectamente al incremento en número y peso de tubérculos - semilla.

Los resultados se evaluaron sobre los totales del rendimiento en peso y número de tuberculillos, efectuándose la clasificación en cinco clases: Tamaños I (>50 mm.), II (41-50 mm), III (31-40 mm), IV (20-30 mm) y V (< 20 mm.), de los cuales se obtuvo el peso y número de tubérculos.

Se encontró diferencias significativas en cuanto al rendimiento y número de tuberculillos de las clases III y IV (tamaños deseados) por efecto de la interacción de factores  $A_1$  (50 pl./u. e.) y  $B_1$  (22-22-22 de N-P-K/u.e.), que es denominado  $T_2$  ( $A_1B_1$ ).

En base a los rendimientos obtenidos se realizó un análisis económico, utilizando para el mismo el método de selección marginal de beneficios mencionado por Muñoz (1988). La evaluación indica que el  $T_2$  ( $A_1B_1$ ) es el más aconsejable en relación al resto de los tratamientos, porque existe compatibilidad entre el óptimo técnico y económico. Cuenta con un ingreso de 43,72 \$us/u.e. y un beneficio de 7,04 \$us/u.e.; superando a los tratamientos  $T_1$  ( $A_1B_2$  beneficio:-4,72 \$us/u.e.),  $T_3$  ( $A_2B_1$  beneficio: -5,75 \$us/u.e.),  $T_4$  ( $A_1B_0$  beneficio: -8,13 \$us/u.e.),  $T_5$  ( $A_2B_0$  beneficio: -10,82 \$us/u.e.),  $T_6$  ( $A_3B_0$  beneficio: -12,04 \$us/u.e.),  $T_7$  ( $A_3B_2$  beneficio: -5,92 \$us/u.e.),  $T_8$  ( $A_3B_2$  beneficio -17,86 \$us/u.e.) y  $T_9$  ( $A_3B_1$  beneficio:-3,29 \$us/u.e.), que no brindan beneficio.

## **Evaluación de la eficiencia de dos tipos de insecticidas utilizando dos épocas de aplicación dentro del control integrado del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax*) en papa (*Solanum juzepczukii*) en el Altiplano Norte**

Freddy Jesús MONTERO CASTILLO, Ing. Alejandro VALDIVIA, Ing. Alfonso VARGAS LIMACHI

T-293

1999

75 p

En la comunidad de Aygachi el cultivo de la papa, tiene una vital importancia actualmente, su producción esta disminuida debido al ataque del gorgojo de los Andes que constituye el insecto plaga más importante por el daño que ocasiona, sobre todo cuando este no es controlado oportunamente, incrementándose de esta manera el grado de infestación en algunos casos, la pérdida de la producción puede ser total.

Los agricultores de la zona (de Aygachi basan su estrategia de control en la aplicación de productos químicos, esta se realiza de una manera inadecuada, sin considerar el ciclo de vida del gorgojo, la relación con el estado de desarrollo del cultivo y además existe un desconocimiento sobre la dosis, épocas y forma de aplicación de insecticidas.

El insecticida de mayor uso en la zona es el temik (aldicarb) producto altamente tóxico, posee una DL50 oral de 1mg/Kgr, actualmente esta prohibido para su uso por el alto riesgo de contaminación del medio ambiente y el operador que con lleva su manejo, el uso de insecticidas en la localidad debe enmarcarse en la utilización de productos menos tóxicos y de mayor eficiencia, alternándolos con el tiempo, disminuyendo el efecto residual para no crear resistencia de la plaga, aminorando la probabilidad de toxicidad por parte de los usuarios.

El presente ensayo se estableció durante la campaña 97/98, en la comunidad Aygachi, ubicada en el cantón Aygachi de la provincia Los Andes del departamento de La Paz, donde se evidenció la presencia de esta plaga, los métodos de control utilizados fueron el control cultural y el control químico.

Las parcelas experimentales fueron establecidas bajo el diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. La elección de los insecticidas se realizó tomando en cuenta la categoría a la que pertenecen, de preferencia aquellos de categoría III, moderadamente tóxicos (etiqueta azul) como el Karate, también se utilizo insecticidas del grupo de los carbamatos como el Carbodan que es muy efectivo para el control y Temik como el testigo del lugar.

Los especímenes adultos encontrados del gorgojo de los Andes, fueron enviados al PROINPA, identificados posteriormente como *Premnotrypes latithorax*, transcurrido todas las fases de desarrollo del cultivo, incluyendo el manejo integrado, se observo que el análisis estadístico entre los productos evaluados (Carbodan y Karate) para las variables: número de tubérculos dañados por planta, porcentaje de daño, número de larvas por tubérculo, índice de daño o severidad y porcentaje de control o eficiencia, determinó que no existen diferencias significativas entre ambos, pero la observación agronómica de campo demostró que el producto Carbodan posee una tendencia de mejor control para las variables mencionadas.

Entre las dos épocas de aplicación (siembra-aporque y emergencia-aporque) no se encontraron diferencias significativas, sin embargo la observación agronómica registra una tendencia de mejor respuesta en el control del gorgojo de los Andes para la segunda época de aplicación (emergencia-aporque) para cualquiera de los productos.

El análisis económico realizado por el método de presupuestos parciales para los tratamientos del ensayo determinó que Karate registró mayor beneficio neto obtenido en comparación con Carbodan y el Testigo. El análisis de dominancia económica, demostró que Carbodan es el producto dominado, registrando mayor costo que varia, en otras palabras Karate produce más beneficios a un menor costo en comparación con Carbodan y el Testigo.

Desde el punto de vista económico se ha determinado que los dos productos son más ventajosos en comparación con el Testigo, de estos Karate es el que tiene el mayor retorno por boliviano invertido.

A través de la encuesta realizada al 100% de los agricultores involucrados en la investigación, sobre la naturaleza de los componentes culturales del control del gorgojo de los Andes, se determinó como prácticas nuevas: la recolección de plantas espontáneas o k'ipas y la cosecha sobre mantas; las más eficientes en el control fueron: selección de semillas antes de la siembra, recolección de plantas espontáneas o k'ipas y la cosecha sobre mantas. Los agricultores de la zona de estudio al utilizar el criterio económico en la definición del producto a adoptar eligieron inicialmente al producto por su menor valor económico de mercado (Karate) y posteriormente por su eficiencia de control (Carbodan).

## **Evaluación de cultivares potenciales de papa resistentes al tizón tardío causado por *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary en Coroico, La Paz**

Eduviges Marisol FLORES PINTO, Ing. Nicanor CUBA, Ing. René CALATAYUD, Ing. M. Sc. Julio GABRIEL,  
Ing. M. Sc. Enrique CARRASCO

T-303

1999

112 p

En Bolivia se encuentra una gran diversidad de variedades de papa, en el altiplano, y en los valles interandinos, siendo Bolivia el principal centro de origen de la papa.

La papa es un alimento básico y componente principal en la dieta diaria de la población Boliviana, las formas de consumo son variadas.

Los rendimientos obtenidos en el país son bajos, ocasionados por muchos factores, considerando de mayor importancia la sequía, heladas, granizo, baja fertilidad de los suelos, uso de variedades de bajo rendimiento y enfermedades.

Las enfermedades disminuyen los rendimientos de las plantas de la papa, por consiguiente inciden en la economía del productor porque reducen la cantidad y calidad de sus productos.

Algunos son muy destructivos como el tizón tardío de la papa causado por *Phytophthora infestans*, principalmente en zonas templadas y húmedas, donde es muy complejo su manejo. El método de control generalmente se realiza con aplicaciones de fungicidas.

En la Prov. Nor Yungas (Coroico) del departamento de La Paz se realizó un trabajo de investigación teniendo como objetivo general, evaluar el comportamiento de cultivares potenciales de papa resistentes al tizón causado por *Phytophthora infestans* de cinco cultivares, de las cuales tres cultivares son provenientes de la fundación PROINPA (Perla, Chaposa, Jaspe); el cultivar Waych'a y el cultivar Wila que se utilizó como testigo. El diseño a utilizarse fue el de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones.

El análisis de resultados mostró diferencias altamente significativas para altura de planta, número de tallo, número de tubérculo, rendimiento por planta, rendimiento por surco, rendimiento por unidad experimental y para el Área Bajo la Curva de *Phytophthora infestans*; no se presentó diferencia significativa para emergencia.

Los cultivares Perla, Chaposa, y Jaspe presentaron mayor precocidad y fueron los que alcanzaron mayor altura de planta. El cultivar Waych'a mostró un promedio de seis tallos por planta, siendo superior a los demás cultivares. Perla, Chaposa y Jaspe son los más resistentes a *Phytophthora infestans*.

El mayor rendimiento por planta se obtuvo con el cultivar Perla seguido de los cultivares Chaposa, Jaspe y Wila. El cultivar Waych'a obtuvo el menor promedio de tubérculo por planta. Se observó el mayor número de tubérculo para el cultivar Chaposa, el cultivar Perla es el que presentó menor número de tubérculos por planta y mayor rendimiento por planta.

Perla es el que mayor porcentaje tuvo en proporción de tubérculos grandes seguidamente de los cultivares Jaspe, Chaposa; Waych'a no presentó tubérculos grandes y el testigo Wila tuvo un porcentaje menor de tubérculos grandes. Se observó que el mayor porcentaje de tubérculos afectados por tizón se presentó en el cultivar Waych'a seguido por el cultivar Wila. La menor proporción de tubérculos podridos fue observado en los cultivares Perla, Jaspe y Chaposa.

## **Análisis descriptivo de características agromorfológicas en 271 accesiones de papas nativas en la estación experimental belén**

*Genaro CHOQUE CALLISAYA, Ing. Agr. M.Sc. Alejandro BONIFACIO F., Ing. Agr. Yakov ARTEAGA G., Ing. Agr. Felix MAMANI REYNOSO*

T-335

2000

133 p

En el banco de germoplasma de papas nativas de la Estación Experimental Belén, se conserva una cantidad importante de variabilidad genética y morfológica de papas nativas, cuyo propósito es de mantener la diversidad biológica, regenerar, caracterizar y documentar cada una de las accesiones existentes hasta el presente.

El presente trabajo de investigación consistió en la descripción de variables morfológicas y agronómicas cuanti y cualitativas de cada una de las accesiones antes, durante y después del periodo vegetativo, las características fueron registrados en cada fase fenológica.

La descripción agromorfológica consta de 271 accesiones de la colección, pese haberse tomado al principio como 281 accesiones, de las cuales 10 entradas son inexistentes en el banco de germoplasma.

El análisis fue dividida en dos partes: una primera parte que describe el comportamiento de las accesiones a través de los estadísticos descriptivos como medidas de tendencia central y de dispersión aplicada sobre las 9 variables cuantitativas.

Para la segunda parte que consistió en el análisis de la variabilidad genética, se aplicó las técnicas de análisis multivariado a partir del análisis de correlación simple, componentes principales y análisis de agrupamientos para lo cuál previamente se agrupó en 5 grupos morfológicamente similares.

Las accesiones pertenecientes al grupo de las denominadas "imillas", "palas", "ajahuiris" y "khatis" presentaron altos coeficientes de correlación  $r=0,6307$ ;  $r=0,8892$ ;  $r=0,7032$ ;  $r=0,8383$  respectivamente las características (DF) días al final de la floración, con (DPF) días a la plena floración.

Con la técnica de análisis de componentes principales aplicada sobre las 9 variables activas, en forma separada para cada grupo se ha explicado más de 80% de la varianza total hasta el 5<sup>to</sup> componente principal para todos los grupos.

El análisis de agrupamientos conocido también como el análisis de conglomerados y aplicando el coeficiente de distancia confirmó la existencia de amplia variabilidad morfológica y genética de la colección. Posteriormente para cada grupo se realizó un análisis de conglomerados para ver el comportamiento de cada grupo.

El banco de germoplasma de papas nativas de la Estación Experimental Belén cuenta con 39 grupos morfológicamente similares, caracterizadas como duplicadas de acuerdo a la descripción efectuada con los descriptores de papas nativas.

**Producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*), Var. Sani Negra por medio de selección positiva, testeo serológico y utilización de brotes en Araca, Prov. Loayza**

*Volga Disan HUASCO FLORES, Ph. D. Enrique N. FERNÁNDEZ-NORTHCOTE, Ing. Walter CÉSPEDES ZARDÁN*

T-348

2000

109 p

El presente estudio "Producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*), var. Sani Negra por medio de selección positiva, testeo serológico y utilización de brotes en Araca, Prov. Loayza" se realizó en dos pisos ecológicos Cabecera de Valle y Puna, en cuatro comunidades, durante dos gestiones agrícolas, bajo los siguientes objetivos: 1) Determinar la factibilidad de producir tubérculo-semilla de buena calidad a través de una técnica basada en la selección positiva, testeo serológico y utilización de brotes en campo abierto, 2) Determinar el grado de infección por virus de los campos seleccionados para la marcación de plantas en los dos pisos ecológicos, 3) Determinar el efecto de virus en el rendimiento por planta y 3) Analizar costos parciales de producción de tubérculo-semilla bajo esta técnica.

El trabajo en campo se dividió en cuatro fases dos en campo y dos en laboratorio.

1. Primera Fase-Campo: Identificación, selección del material vegetal por el método de selección positiva (fase vegetativa: prefloración) en cuatro parcelas/por comunidad y cosecha de los tubérculos-semillas de las plantas seleccionadas, fueron pesadas y desinfectadas posteriormente se sacaron submuestras para el análisis en laboratorio.
2. Segunda Fase-Laboratorio: Se realizó el análisis serológico en brote en laboratorio de virología de la Estación Experimental de Toralapa de la Fundación-Proinpa analizando los nueve tipos de virus (PVX, PVY-B, PVY-A, PVS, PVV, APLV, APMV, PVA y PLRV); el material vegetal que dio como positivo (con virus) fueron descartados y los negativos (libre de virus) se destinaron para remultiplicación de brotes (19% para la tercera fase).
3. Tercera Fase-Campo: Se sembró los brotes a campo abierto, efectuando seguimiento del grado sintomatológico, control fitosanitario, en la etapa de prefloración se realizó el muestreo de folíolos compuestos (tercio superior medio e inferior) de las plantas procedentes a los tubérculos de una misma planta.
4. Cuarta Fase-Laboratorio: Se realizó el análisis serológicos en follaje para corroborar lo afirmado en la segunda fase, donde obtuvimos del material vegetal procedente de la Cabecera de Valle en 89% de plantas libres de virus y en Puna el 100%.

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizaron los estadísticos de la prueba de "t", además se realizó el análisis jerárquico.

De acuerdo a los objetivos planteados, se arribaron a los siguientes resultados que:

- Técnicamente, es posible producir tubérculo-semilla de calidad por el método empleado; sin embargo para obtener resultados mucho más alentadores considerando para la multiplicación de tubérculos-semilla mayores al tamaño III.
- El grado de infección determinado por el índice sintomatológico en Cabecera de Valle y Puna fue del 38% y 36% respectivamente, demostrándose que no existe relación entre la sintomatología determinada y el grado de incidencia de virus detectada.
- El virus PVA, se encontró diseminado en ambos pisos ecológicos y los virus considerados de mayor importancia en la zona son el APMV en Cabecera de Valle y el PVX en Puna que determinó una reducción del rendimiento en forma considerable del 36.7% y 24% respectivamente, en comparación con otros virus.
- Económicamente el empleo de la técnica de la selección positiva, testeo serológico y utilización de brotes permitió generar una mayor rentabilidad comparada con el sistema tradicional.

## **Limpieza viral y conservación del germoplasma *in vitro* de papas amargas y dulces del Altiplano Norte y Central del departamento de La Paz**

Douglas Jesús IBAÑEZ REAZA, Lic. Felicidad ESPINOZA, Ing. Jorge PASCUALI, Ing. Víctor MENDOZA

T-379

2000

116 p

El Altiplano paceño forma parte del centro de origen de la papa como cultivo, donde existe alta variabilidad genética, existiendo variedades de papa que principalmente se cultivan en el Altiplano y no se producen en los valles. Pese a ser uno de los cultivos de mayor importancia en el ámbito mundial y principalmente en el área Andina, esta diversidad se va perdiendo gradualmente con el transcurrir de los años por falta de políticas de conservación de germoplasma nativo. Asimismo se estima que existe mayor incidencia de diferentes virus en los cultivares nativos de papa de las comunidades del Altiplano paceño; que año tras año inducen a un proceso de degeneración, menor calidad y rendimiento de estas variedades, consecuentemente existe mayor probabilidad de perder una importante parte de los recursos genéticos existentes en estos ecosistemas, debido a un manejo poco adecuado por los agricultores con relación a la presencia de estos virus en variedades nativas, que conservan con mucho esfuerzo y que día a día son más escasos:

El trabajo de investigación se realizó con variedades (Wila Pala, Kaysalla, Chiar Surimana, Ajahuri y Pitiquiña), recolectadas de comunidades del Altiplano paceño de regiones aledañas a las estaciones experimentales de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Mayor de San Andrés ubicadas en Belén y Choquenaira y/o áreas analizadas por el proyecto UNIR UMSA, que definió y priorizó diferentes aspectos y necesidades de varias comunidades de la micro región Irpa Tayka, considerando que el rescate y conservación de germoplasma nativo es de gran importancia.

Se evaluó el porcentaje de ataque viral inicial, mediante la técnica DAS-ELISA, se aplicó tratamientos de termoterapia continua, a plántulas dentro de la cámara de termoterapia, (utilizando temperaturas entre 30°C y 10°C por un lapso de tiempo de 20 y 10 días) y tratamientos de termoterapia discontinua, (que consideraron los mismos rangos de temperatura, pero realizando los cambios diariamente por 30 días, utilizando 16 horas (durante el día) para la aplicación del primer rango de temperatura y 8 horas (durante la noche) para la aplicación de un segundo rango de temperatura.

Se realizó el establecimiento de meristemos (0.1 a 0.5 mm) a partir de plantas sometidas al tratamiento de termoterapia. Para la obtención de individuos con menor probabilidad de carga viral.

Se estableció que el tratamiento térmico aplicado en forma discontinua, (30 °C por 16 horas y 20°C por 8 horas diarias durante 30 días), exhibió mejor resultado en el proceso de eliminación de los virus más importantes que afectan a variedades nativas de papa estudiadas, inhibiendo la multiplicación de los virus, sin perjuicio en el desarrollo de las yemas de las plantas.

En la fase de conservación el material vegetal se estableció en 16 diferentes tipos de medios de conservación teniendo un total de 960 vitroplantas evaluadas en esta etapa, bajo las condiciones del laboratorio de cultivo de tejidos *in vitro* de la Estación Experimental de Belén.

El medio basal utilizado fue el de Murashige y Skoog (1962). Se utilizó como factores de estudio 4 niveles de sacarosa (30 g/l; 45 g/l; 60 g/l; 75 g/l, empleando azúcar blanca comercial como fuente de carbono), 4 niveles de ácido acetil salicílico (componente principal de la aspirina) (0 mg/l, 0.5 mg/l, 1 mg/l y 1.5 mg/l) y 5 variedades de papa.

Las variedades Ajahuri y Wila Pala, tuvieron las medias de altura de conservación más bajas, como consecuencia de los tratamientos a los que fueron sometidos, precedidos por la variedad Chiar Surimana, la variedad Kaysalla y por ultimo la variedad Pitiquiña, que también revelaron un buen comportamiento durante la fase de conservación.

Se determinó que 60 g/l de sacarosa en los medios de conservación proporcionó la menor altura de crecimiento en las vitroplantas, por otra parte se encontró que 75 g/l de sacarosa intensificó el proceso de formación de microtubérculos.

Se observó que 1 mg/l de ácido acetil salicílico mostró la menor altura de crecimiento de las vitroplantas en la fase de conservación, jugando un papel importante dentro del proceso de regulación de crecimiento de las vitroplantas, al mismo tiempo se pudo constatar que no tuvo un efecto significativo en la sobrevivencia de las vitroplantas durante la fase de conservación, asimismo se encontró que 0.5 mg/l de ácido acetil salicílico indujo una mayor formación de microtubérculos.

Las 5 variedades al final de la etapa de conservación, mostraron un buen porcentaje de viabilidad (entre 87% y 93%) considerándose un factor importante en el proceso de regeneración de vitroplantas conservadas. Las evaluaciones se efectuaron a lo largo de un período de 12 meses de conservación.

Se obtuvo plantas libres de los 6 virus de mayor importancia que afectan al cultivo de la papa, en cinco variedades nativas del Altiplano paceño, que formaran parte del primer Banco de Germoplasma *in vitro* de la Facultad de Agronomía, de la Estación Experimental de Belén.

## **Riego en tiempo real para la producción de semilla pre-básica en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*)**

Agela María PALACIOS NOGALES, Ing. Agr. M.Sc. Jorge PASCUALI CABRERA,

Ing. Agr. M.Sc. Rafael MURILLO GARCÍA

T-469

2002

94 p

El cultivo de papa (*Solanum* spp) se constituye en uno de los principales productos de la agricultura nacional tanto desde el punto de vista económico como social puesto que aproximadamente 60% de las familias campesinas cultivan este producto. Sin embargo, el rendimiento promedio registrado en nuestro país es uno de los más bajos en el mundo debido entre otras cosas al uso de semillas de baja calidad y a la inadecuada práctica de riego producto de la creciente escasez de agua. Es en ese sentido que a través del presente trabajo se evaluó el riego en tiempo real para la producción de semilla prebásica de papa.

El estudio se realizó en el Centro de Investigación Nuclear (CIN-Viacha) dependiente del Instituto de Tecnología Nuclear (IBTEN) localizado en la localidad de Viacha del departamento de La Paz. Se utilizaron plántulas de papa (*Solanum andigenum*) var. Waycha propagadas "in vitro", las cuales se transplantaron a camas orgánicas dentro un invernadero con doble cubierta plástica. Se establecieron tres tratamientos (dosis de riego) que correspondieron a 75, 100 y 125% de la evapotranspiración del cultivo (Etc) calculado a partir de la ecuación de Penman-Monteith.

Se evidenció que la utilización de los valores de insolación registrados a campo abierto para la determinación de la  $E_t$ , mediante el método de Penman-Monteith para las condiciones de invernadero, dio como resultado una sobrestimación de la  $E_t$  (variando entre 2,55 a 4,40 mm.d<sup>-1</sup>) debido a que en el interior del invernadero, las horas sol son menores en aproximadamente 1 hora, además de que la radiación global también se redujo a causa de las pérdidas por reflexión y pérdidas por absorción producida por la cubierta del invernadero, este hecho provocó también la sobrestimación de la dosis de riego, siendo 229,45; 305,93; y 382,40 mm para T1, T2 y T3, respectivamente, razón por la cual la humedad del suelo en base a volumen estuvo mayormente por encima de capacidad de campo en los tres tratamientos, llegando incluso a saturación.

La eficiencia de uso de agua (EUA), fue alta en los tres tratamientos, obteniéndose valores de 2,00; 2,97; y 2,12 kg MS. m<sup>3</sup> de agua, para T1, T2 y T3 respectivamente. Se tuvo mayor EUA en T2 debido al mayor rendimiento de tubérculos comparado con la cantidad de agua utilizada. No obstante el rendimiento de tuberculillos en los tres tratamientos no presentó diferencias estadísticas, registrándose una producción de 1,07, 1,03 y 0,92 kg m<sup>-2</sup> para T3, T2 y T1, respectivamente. También no se registraron diferencias significativas en las variables de diámetro y longitud del tallo.

De acuerdo con el análisis económico se observó que no es rentable producir semilla prebásica en áreas pequeñas debido a los elevados costos comparativos, sin embargo, si se asume la existencia de una demanda continua por este producto, además si se considera un uso eficiente de la mano de obra, área de producción, esta actividad se torna rentable para T2 y T3, principalmente T2.

## **Introducción de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo dos densidades de siembra en la localidad de Phusa-Ichoca provincia Inquisivi**

Alberto QUISPE GUTIÉRREZ, Ing. Yakov ARTEAGA GARCÍA, Ing. Jorge PASCUALI CABRERA, Ing. Zacarías HUIZA LAURA

T-500

2002

120 p

La Papa (*Solanum tuberosum*, L.), planta nativa de la región Andina Sudamericana, es de vital importancia como fuente de alimentación humana a escala mundial y del poblador andino que constituye la base de su sistema económico y socio-cultural; ocupando el quinto lugar entre los principales cultivos alimenticios del mundo y como todo producto agrícola se encuentra expuesta a una serie de factores adversos abióticos y bióticos que limitan severamente su producción, (Franco y Ortuño 1995).

Al margen de la importancia económica, el cultivo de la papa ofrece mucha de las cualidades importantes para su adaptación como la altitud, la latitud y el ecosistema, condiciones que influyen en sus características de resistencia, (Estrada 2000),

Considerando a la papa como un cultivo excepcional en la dieta de la población andina se introduce cuatro variedades mejoradas de papa, libre de enfermedades y plagas para que de esta manera se pueda elevar la productividad y su rendimiento; el presente trabajo se llevó a cabo entre los meses de Octubre de 1997 a Abril de 1998 y fue planificado para estudiar los siguientes objetivos:

- Evaluar las características agronómicas de las 4 variedades de papa bajo dos densidades de siembra para diversificar el sistema de producción como fuente alimentaria en la localidad de Phusa-Ichoca.
- Determinar el rendimiento de las 4 variedades bajo dos densidades representativas de siembra.
- Determinar el efecto de la densidad de siembra sobre las etapas fenológicas del cultivo de papa.
- Realizar el análisis económico en busca de la mejor alternativa de cultivo.

Para el presente trabajo experimental, se emplearon 5 variedades bajo dos densidades de siembra para su evaluación, de los cuales 4 son variedades certificadas y 1 testigo, con arreglo en parcelas divididas con bloques completos al azar; en parcelas principales las variedades en las sub parcelas las densidades de siembra.

Se tomaron para la evaluación los parámetros de variables de desarrollo como días a la emergencia, días a la tuberización, días a la floración, número de tallos principales, días a la madurez fisiológica, índice de área foliar, cobertura de planta, altura de planta y rendimiento del cultivo. En la etapa de evaluación no se presentaron enfermedades y plagas.

Al analizar los respectivos análisis de varianza se observó que a densidades de siembra de 0.30 m, se registra un aumento progresivo de producción con rendimientos que alcanza a 35.4 t/ha con respecto a densidades de siembra de 0.20 m entre plantas de 30.6 t/ha. La aplicación de densidades bajas se observa claramente que se obtiene mayor rendimiento y peso de tubérculos superiores a 45 mm y tamaño I, a densidades altas se obtiene mayor número de tubérculos de tamaños III y IV y de peso menor.

Los resultados de correlación nos indican que existe una alta asociación de correlación entre el índice de área foliar y cobertura de planta frente al rendimiento sin embargo el efecto de las variables del número de tallos y la altura no influyeron en la misma con una coeficiente de correlación de 0.76.

Realizando el análisis económico se sostiene que los tratamientos  $V_2d_2$ ,  $V_1d_2$  y  $V_3d_2$ , que corresponden a las variedades Waycha, Imilla Negra y Sani, con densidades bajas son factibles para la producción comercial ya que a estas densidades de siembra se obtiene un mayor número y tamaño que ofrecen mayor porcentaje de retorno marginal de 263, 14786 y 1181% respectivamente; sin embargo para el destino de semilla es conveniente el tratamiento  $V_2d_1$  que corresponde a la variedad Waycha a densidad alta con una tasa de retorno marginal de 386%.

## **Caracterización y evaluación agro-morfológica de 50 cultivares de papa (*Solanum* spp.) en la localidad de Viacha Dpto. La Paz**

Juan Carlos VALDEZ MAMANI, Ing. Félix MAMANI REYNOSO, Ing. Bernardo SOLIS

T-508

2000

151 p

El presente trabajo "Caracterización y Evaluación Agro-morfológica de 50 cultivares de Papa", fue realizado en las dependencias de la Carrera Técnica Superior Agropecuaria de Viacha, de la Facultad de Agronomía (U.M.S.A.), ubicado en la provincia Ingavi del departamento de La Paz.

El objetivo principal de este trabajo fue caracterizar la morfología de la planta de papa, comparar los rendimientos de los tubérculos entre las accesiones de cada grupo y realizar el análisis de correlación para los diferentes caracteres agro-morfológicos.

Se evaluaron 42 caracteres, para ello se utilizaron los descriptores propuestos por Huamán *et al.* (1977), recomendados por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).

La variabilidad fenotípica y los nombres nativos de las diferentes accesiones de papa en estudio, permitió agrupar en 5 grupos de cultivares; Imilla, Khati, Pala, Luk'i y Ajawiri.

Establecidos los grupos, se identificaron las características agro-morfológicas para cada uno de los grupos.

La comparación de los rendimientos de tubérculos entre las accesiones de cada grupo, permitió identificar a cultivares que tienen un alto valor de rendimiento con referencia a la zona.

El grupo Imilla con 15 accesiones presentaron un rendimiento promedio de 11.59 TM/ha, siendo la accesión 38 uno de los que muestra un alto valor de rendimiento de 17.12 TM/ha dentro el grupo.

El grupo Khati reunido de 19 accesiones, tiene un rendimiento promedio de 10.45 TM/ha. Considerando la accesión 4 con un alto valor de rendimiento de 22.06 TM/ha.

El grupo Pala con 7 accesiones, presentaron un rendimiento promedio de 16.05 TM/ha, todas con alta capacidad de mayor rendimiento de los tubérculos.

El grupo Luk'i agrupado de 5 accesiones, tiene un rendimiento promedio de 7.03 TM/ha.

En el grupo Ajawiri conformado de 4 accesiones presentaron un rendimiento promedio de 8.64 TM/ha, siendo la accesión 21 con mayor rendimiento de 13.03 TM/ha.

El análisis de correlación, aplicado a los caracteres cuantitativos, permitió analizar que con cuales de los caracteres se pueden asociarse directamente o indirectamente con el rendimiento del cultivo.

## **Evaluación de manejo del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp.*) por agricultores de cuatro comunidades del Altiplano Norte de La Paz**

Rina YANAPA CHAMBI, Ing. Teresa RUIZ DÍAZ, Ing. Simón COCARICO YANA

T-521

2002

120 p

En las comunidades del altiplano y en la economía del pequeño productor, el cultivo de la papa (*Solanum spp.*) es de vital importancia. Actualmente, debido al daño causado por el complejo del "gorgojo de Los Andes" (*Premnotrypes spp.*), su producción es disminuida significativamente.

El presente documento da a conocer los resultados sobre la evaluación del manejo del gorgojo de Los Andes (*Premnotrypes spp.*) por agricultores de cuatro comunidades del altiplano norte de La Paz. Para la recopilación de la información se utilizó el muestreo simple al azar, aplicando la entrevista estructurada, complementada con la entrevista informal y la observación directa. Los resultados confirman que la plaga principal en el cultivo de papa es el complejo del "gorgojo de Los Andes". Respecto al conocimiento de los estados biológicos del insecto plaga, el estado larval es conocido por el 100% de agricultores. Alrededor del 25% de agricultores conocen el indicador apropiado para detectar la incidencia del gorgojo durante el desarrollo del cultivo. Para controlar la plaga los agricultores emplean varios métodos. El método químico es conocido y practicado por el 96% de la población. El empleo de k'oa también es tradicionalmente practicado por más del 70% de los comuneros. Más del 50% de informantes afirman conocer y emplear a las aves como una forma de reducir el gusano blanco.

Entre los métodos culturales es mejor conocido y practicado la cosecha temprana. En cuanto al uso de variedades resistentes, remoción de suelo, aporques altos y eliminación de plantas voluntarias solamente es conocido por 10 al 30% de la población, cuya práctica no es realizada. El uso de mantas durante la cosecha es practicada solamente por más del 50% de productores de Gran Puni, pero el objetivo no es eliminar al gorgojo.

Los métodos mecánicos como: barreras vegetales, recojo manual de adultos, construcción de zanjas, es conocido por más del 20% de la población, de los cuales ninguno pone en práctica.

La producción de papa sería afectada significativamente si no se aplicara insecticidas. Pero, ni con la aplicación de estos productos el control es efectivo.

## **Desinfección de semilla, identificación e incidencia de pudrición vascular en papa amarga (*Solanum juzepczukii*), bajo el sistema de Suka Kollu**

Maritte Barinka GONZALES BRISTOTT, Ing. Mery HERVAS DE QUITON, Ing. Agr. M.Sc. René TERAN CÉSPEDES, Ing. Jorge BOHÓRQUEZ HURATADO

T-535

2002

85 p

La zona del Altiplano boliviano, presenta factores adversos como ser: climáticos y también la presencia de plagas y enfermedades, siendo el cultivo de papa muy susceptible a estos patógenos. Para prevenir las altas incidencias de ataque de enfermedades se realizó la siguiente investigación: "Mejorar los rendimientos del cultivo de la papa evaluando el efecto de la desinfección de semilla e identificación del agente causal de la Pudrición Vascular en papa amarga", bajo el sistema de "Suka kollu".

Este trabajo fue realizado en la comunidad de Igachi a 3.5 km de Batallas de la provincia Los Andes, del departamento de La Paz.

El Programa Interinstitucional de "Suka kollu" (PROSUKO) evidenció en la zona la alta incidencia de la enfermedad de Pudrición Vascular, la cual afectó bastante en los rendimientos del cultivo de papa en el ciclo agrícola 1999-2000.

El trabajo de investigación fue conducido bajo el diseño de bloques completos al azar. Los tratamientos en estudio fueron: Un testigo y tres fungicidas desinfectantes (Busan, Tecto, Vitavax), el material vegetal utilizado fue semilla de papa amarga (*Solanum juzepczukii*) de la variedad Luk'i.

La aplicación de estos productos se realizó antes de la siembra, se procedió a desinfectar los tubérculos con la finalidad de limpiar la semilla y proteger de los agentes patógenos que se presentan en el suelo y en todo el desarrollo del cultivo.

Posteriormente se fue detectando la presencia de Pudrición Vascular cuyo agente causal identificado fue *Rhizoctonia solani* Kühn.

La variable agronómica que nos permitió medir la efectividad de los fungicidas desinfectantes fue el porcentaje de emergencia. En la desinfección del tubérculo semilla no se encontró diferencias significativas entre bloques y tratamientos, los productos actúan como protectores del tubérculo hasta el total de la emergencia, después la planta se ve a expensas de ataque de patógenos y por las condiciones medio ambientales adecuados para el desarrollo de la enfermedad. Respecto al porcentaje de incidencia de Pudrición Vascular (*Rhizoctonia solani*); se observó que el menor porcentaje que obtuvo fue el tratamiento Tecto con 47% y el testigo con un 56% por lo que se afirma que efectivamente esta práctica reduce la incidencia. Es necesario recomendar esta práctica para prevenir las enfermedades en gestiones agrícolas posteriores. Respecto al número de tubérculos infectados; los desinfectantes que mejor comportamiento tuvieron son el Vitavax y Tecto.

## **Introducción *in vitro* y conservación de cinco accesiones de papa phureja (*Solanum phureja* Juz. et Buk.) del Altiplano Norte de La Paz**

Juvenal HUANCA LEYVA, Ing. Rafael MURILLO GARCÍA, Ing. Agr. M.Sc. Mario COCA MORANTE

T-581

2002

92 p

*Solanum phureja* Juz. et Buk. es cultivada principalmente en el este de los andes, entre 2.000 y 3.400 msnm. En Bolivia se cultiva ampliamente en el noroeste, al norte de los departamentos de La Paz y Cochabamba (Ochoa, 1990), esta diversidad no deja de ser importante puesto que representa el material base para el mejoramiento genético por lo que se hace imprescindible conservarlos.

Sin embargo, debido a algunas limitaciones como la precocidad de las papas phurejas y su dificultad de mantenimiento en campo en condiciones del Altiplano, y los altos costos que significa su manejo, se usó la técnica de la conservación *in vitro*.

Para cuyo efecto se tomaron cinco accesiones de *S. phureja* Juz. et Buk., es decir las accesiones: 1150 (chojllu phureja), 1151 (polo phureja), 1152 (phureja amarilla), 1153 (phureja roja) y 1154 (phureja negra) del Banco de Germoplasma de la Estación Experimental Belén.

Se seleccionaron (Coca, 1999) y desinfectaron (Hidalgo, 1999) cinco tubérculos por cada accesión, estos tubérculos se almacenaron durante 7 días, en cajas oscuras para estimular la brotación (Coca, 1999).

Los esquejes de brotes apicales obtenidos fueron sometidos al establecimiento *in vitro* en el medio basal Murashige y Skoog (MS) (Murashige *et al.*, 1962 mencionado por Perea, 1988) durante 21 días, de las que se obtuvieron las plántulas *in vitro* de las cinco accesiones de *S. phureja* Juz. et Buk.

De las vitroplántulas, se hicieron cortes del ápice de 5 mm, para luego sembrarlos en los tres medios de multiplicación propuestos. Estos medios presentaron las siguientes concentraciones e ingredientes adicionales al medio basal MS: MO, (0.1 ppm AG3 + 2.5% sacarosa + 0.7% agar); M1 (0.1 ppm AG3 + 0.1 ppm ANA + 3.0% sacarosa + 0.8% agar); M2 (0.1 ppm AG3 + 0.1 ppm ANA + 0.2 ppm Pant. Ca + 3.0% sacarosa + 0.8% agar). El medio M1, recomendado por el CIP (Espinoza, 1992).

Las vitroplantulas multiplicadas, fueron transferidas a los seis medios de conservación propuestos, los que adicionalmente al medio basal MS presentaron las siguientes concentraciones e ingredientes: CO, recomendado por el CIP. (Espinoza, 1992), (sorbitol 4% + sacarosa 2%); C1 (sorbitol 1% + sacarosa 2%); C2 (sorbitol 3% + sacarosa 2%); C3 (sorbitol 2% + sacarosa 1%); C4 (sorbitol 3% + sacarosa 1%); C5 (sorbitol 4% + sacarosa 1%).

Los resultados indican que las accesiones se adaptaron sin problemas en el medio MS. de esta manera se obtuvieron las vitroplantas que posteriormente se usaron en la fase de multiplicación. Pero cabe destacar que en el establecimiento *in vitro* se presentaron bacterias, aunque su presencia no fue significativa será muy importante identificarlos en lo futuro.

La multiplicación de las vitroplántulas en el medio M2 (0.1 ppm AG3 + 0.1 ppm ANA + 0.2 ppm Pant. Ca + 3.0% sacarosa + 0.8% agar) fue óptima, puesto que las características de las vitroplántulas son las adecuadas y además la velocidad de crecimiento y el número de nudos es mayor con respecto a los medios: MO y M1; es decir es el medio por el cual se obtienen mayor cantidad de vitroplantas.

Las vitroplantas conservadas presentaron mejor comportamiento en el medio C1 (sorbitol 1% + sacarosa 2%); donde las características de las vitroplantas se mantuvieron durante los 6 meses de conservación presentando el 100% de viabilidad con respecto a los medios con mayor porcentaje de sorbitol (C4 y C5).

Los medios de conservación C4 y C5 causan estrés osmótico excesivo lo que impide la viabilidad de las vitroplantas. Por otra parte estos medios inducen a la oxidación fenólica, escaso y/o casi nulo desarrollo de raíces, y clorosis de hojas y tallo, en los seis meses de conservación.

## Fluctuación poblacional de áfidos en la producción tubérculo-semilla de papa en la Estación Experimental de Belén Altiplano Norte La Paz

Gregory PEÑAFIEL AGUILAR, Ing. Agr. M.Sc. Mario COCA MORANTE, Ing. Agr. M.Sc. Marco Antonio JORDÁN

T-586

2002

129 p

Muchas plagas y enfermedades prosperan poco en zonas de altura, siendo estos lugares aptos para la producción de semillas. La producción del "tubérculo-semilla" de papa requiere de zonas libres del ataque de plagas, para ofrecer al agricultor semillas de buena calidad y sobre todo libre de enfermedades virósicas responsables de los bajos rendimientos y la degeneración de la calidad de la semilla en el transcurso del tiempo; lo cual obliga nuevamente al agricultor a recurrir a las zonas de altura generando movimientos económicos que van en contra de su magra economía.

Durante la gestión agrícola 98/99 en la Estación Experimental de Belén se realizó el estudio sobre las fluctuación poblacional de áfidos en las parcelas de producción de "tubérculo-semilla" de papa. Los objetivos fueron: Estudiar el comportamiento poblacional de los áfidos en la producción del "tubérculo-semilla" de papa, identificación de especies y evaluación poblacional mediante tres métodos de captura: Trampas amarillas de agua o Moericke; Trampas adhesivas o pegantes y conteo de áfidos por planta (método del golpeo), según la metodología planteada por Raman (1984) y el Centro Internacional de la Papa (C.I.P); e identificación de las plantas hospedantes; se ha atribuido a los áfidos como los principales vectores responsables en la diseminación y en la trasmisión de virus así mismo los daños que causan en las plantas que son directos e indirectos.

La mayor cantidad de áfidos identificados pertenecen a la especie *Myzus persicae*, seguido por la especie *Macrosiphum euphorbiae* que registro una menor población. Los métodos de captura trampas amarillas de agua y trampas adhesivas o pegantes proporcionaron información sobre las actividades de vuelo de los áfidos dentro y fuera de la parcela de investigación y el método de conteo de áfidos en planta proporcionó información sobre el movimiento de los áfidos alados y *ápteros* dentro la parcela de investigación. Así mismo, los resultados obtenidos sobre la población de los áfidos establecieron que la mayor cantidad de áfidos capturados de las especies *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae* alados y *ápteros* se registraron en el mes de Febrero, que coincidieron con la fase de desarrollo vegetativo del cultivo. Posteriormente las densidades poblacionales registraron aumentos y descensos reduciéndose al mínimo en el periodo de post-cosecha en los meses de Julio-Agosto.

Se estableció que los factores ambientales ejercen influencia en el desarrollo de las poblaciones de áfidos, por lo cual se realizaron pruebas de correlación múltiple considerándose temperaturas: máximas, mínimas y promedio; humedad: máximas, mínimas y promedio; velocidad del viento: máximas, mínimas y promedio y la precipitación.

Los resultados establecen que la especie *M. persicae* está más adaptada a la zona de estudio mostrando tolerancias a los factores ambientales y no así la especie *M. euphorbiae* que registró una menor población durante todo el proceso de evaluación. Las temperaturas por encima de los 10 °C no afectan la actividad de las especie *M. persicae* y *M. euphorbiae*, pero a temperaturas mínimas a los 0°C sílos afectan en su actividad; así mismo las humedades por encima del 80% y menores al 30% los afectan en su actividad; las velocidades del viento entre 0 km/hr - 8 km/hr no influyen en las actividades de las poblaciones de áfidos; la precipitaciones menores a los 25 mm no afectan la actividad de los áfidos, pero a precipitaciones mayores a los 25 mm pueden afectar la actividad de las poblaciones de áfidos alados y *ápteros*.

Para el estudio de hospedantes de áfidos se realizaron dos evaluaciones en los diferentes cultivos de la Estación Experimental de Belén, empleando el método de conteo de áfidos en planta, en las cuales se identifico la presencia de áfidos de las especies *M. persicae* y *M. euphorbiae* alados y *ápteros* en los cultivos de Haba (*Vicia faba*); Alfalfa (*Medicago sativa*); Avena (*Avena sativa*); Cebada (*Hordeum vulgare*); Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y la maleza Mostaza silvestre (*Brassica campestris* L). Los cuales actúan como hospedantes, razón por lo cual dichas especies de áfidos están presentes en las zonas gran parte del año. También se identifico a las especies de áfidos *Aphis fabae* en los cultivos de Haba y Alfalfa la presencia del áfido *Aulacorthum solanni* pasó inadvertida durante todo el proceso de evaluación en la parcela de experimentación.

## **Adaptabilidad de cinco variedades de papas amargas (*Solanum juzepczukii* Buck.) en diferentes medios de introducción y conservación *in vitro***

Edgar GÓMEZ VILLALBA, Ing. Rafael MURILLO GARCÍA, Lic. Felicidad ESPINOSA SOTO

T-641

2003

84 p

El cultivo de la papa (*Solanum* sp) se constituye entre varios, uno de los productos de origen andino que presenta una gran variabilidad genética, los cuales son consideradas como una de las bases alimenticias para las civilizaciones y culturas andinas. Dentro de esta variabilidad genética se encuentra la papa amarga (*Solanum juzepczukii* Buck.) el cual está sometido a diferentes condiciones adversas naturales (plagas, enfermedades, heladas, etc.) así como a la mano del hombre que prefiere cultivar variedades de mayor comercialización y consumo (monocultivo). Estos factores en su conjunto originan un proceso de degeneración de la semilla tubérculo y su posterior pérdida, en especial la papa amarga que por su sabor amargo es poco consumido.

La pérdida de material genético es enfrentada por el mantenimiento de estas especies en Bancos de germoplasma en campo, es así que la E.E. Belén de Achacachi, mantiene una colección de más de 1000 accesiones de tubérculos andinos, pero debido a las dificultades que presenta en el manejo, se propuso la introducción a condiciones *in vitro*, por medio del cultivo de tejidos.

La presente investigación tiene como objetivo el de establecer medios de multiplicación y conservación adecuados para que se adapten los explantes de papa amarga (*S. juzepczukii* Buck.), para lo cual se consideró cinco accesiones de papa recolectadas de la cosecha del Banco de germoplasma y son las siguientes: 33 (Luki), 41 (Pirinkayo), 177 (Wakolloco), 235 (Phiñola) y 308 (Kaysalla) con diferente número de tubérculos cada uno entre 2 y 6 unidades.

Los brotes generados en un ambiente oscuro; bajo condiciones de asepsia fueron desinfectados con diferentes concentraciones de Hipoclorito de sodio, de acuerdo al grosor del brote. Posteriormente fueron sembrados en el medio basal de Murashige y Skoog (1962) sin la adición de hormonas, para mantenerlas en crecimiento por 28 días con 16 horas luz y 8 horas de oscuridad.

Los brotes apicales de las vitroplantas desarrolladas fueron sembrados en cinco diferentes medios de multiplicación consistentes en el medio basal MS, 3% azúcar, 0,6% agar, más los siguientes ingredientes: M1 (0.1 mg/l GA<sub>3</sub>), M2 (0.05 mg/l GA<sub>3</sub> +15% AC), M3 (18% AC), M4 0.1 mg/l BAP) y M5 (0.05 mg/l BAP + 15 % AC).

Posterior a los 28 días de evaluación, se pasó a la fase de conservación *in vitro* en la que los ápices de papa amarga fueron sembrados en cinco diferentes medios de conservación consistentes en el medio basal MS, más los siguientes ingredientes: M1 (3% sacarosa + 4% manitol), M2 (8% sacarosa), M3 (4% sacarosa + 3 mg/l AAS), M4 (2% manitol + 3 mg/l Ácido acetil salicílico "AAS") y M5 (1% sacarosa + 5 mg/l AAS). Fueron mantenidos en crecimiento por el tiempo de seis meses.

De los medios de multiplicación se concluye que los ápices de papa amarga se adaptaron al medio M2 al utilizar agua de coco combinado con ácido giberélico GA<sub>3</sub> seguido del medio M4 demostrando de esta manera que los explantes se comportan mejor en estos medios por que permiten mayor desarrollo de las vitroplantas en cuatro semanas en altura, formación de nudos y raíces, por lo que se los puede tomar en cuenta para una propagación masiva.

En cuanto a los medios de conservación, los explantes de papa amarga reprimieron su crecimiento a lo largo de seis meses de conservación en el medio M5 y M4 los cuales poseen AAS en combinación de sacarosa y manitol. Estos medios generan una menor altura, menor número de nudos y menor presencia de ramificación. Debemos destacar que la presencia del AAS en el medio permite en la mayoría de los casos el mantenimiento del color verde de los explantes en crecimiento así como menor formación de raíces aéreas.

Posterior a la fase de conservación *in vitro*, todos los ápices y microtubérculos de papa amarga sembrados en el medio M2 de multiplicación, se mantuvieron viables por que generaron plantas completas en 28 días de crecimiento.

## **Efecto de las trampas de caída con insecto vivo, como atrayente para el control del gorgojo de los Andes en papa**

Rubén Saúl HUANCA CANAZAS, Ing. Víctor CHURQUINA MAMANI, Ing. Eduardo OVIEDO FARFÁN

643

2003

75 p

La localidad Jalsuri, de la Central Irpa Chico, Primera Sección de la provincia Ingavi del Departamento de La Paz, presenta uno de los problemas de más difícil solución en el cultivo de la papa, causado por el complejo del gorgojo de los andes y el uso indiscriminado de plaguicidas para su control que merman la producción y calidad de los tubérculos.

La investigación se realizó usando trampas de caída modificadas con insectos vivos como atrayentes frente al testigo, registrándose semanalmente los insectos capturados que presentaron distribución espacial de tipo agregado. La mayor densidad ocurrió en los bordes del campo experimental, colindantes a áreas pobladas y a parcelas cultivadas con papa en el año anterior y menor población en el centro.

La fluctuación poblacional alcanzó el pico máximo la tercera semana de febrero con 1261 insectos capturados, encontrándose asociada a las condiciones climáticas de precipitación pluvial y humedad relativa no así a la temperatura ambiental.

La diferencia entre el tratamiento 1 y 2 por efecto de las trampas de caída en los tubérculos de papa fue 9.93% de intensidad de daño, 14.11% porcentaje de daño con un 25.47% de porcentaje de control. Identificándose las especies *Premnotrypes lathitorax* y el *Rhigopsidius tucumanus*.

La relación entre el porcentaje e intensidad de daño, guardó una estrecha relación con la cantidad de adultos capturados durante el ciclo del cultivo.

El rendimiento promedio fue de 12.25 t/ha, en ambos tratamientos, registrándose mayor beneficio neto en el tratamiento 1 con 8063.32 Bs/ha frente al tratamiento 2, de 5985.87 Bs/ha, advirtiéndose la reducción del porcentaje de tubérculos dañados a la cosecha con un incremento del valor comercial.

## **Evaluación agroeconómica de especies nativas de papa (*S. tuberosum*, spp. *andigena* y *Sx juzepczukii*), bajo riego por aspersión y fertilización adicional, en el altiplano norte de La Paz**

*Jhonny CONDORI FLORES, Ing. Agr. M.Sc. Jorge PASCUALI CABRERA, Ing. Agr. M.Sc. Mario COCA MORANTE*

T-659

2003

115 p

El cultivo de papa es importante desde el punto de vista económico y social en la región del Altiplano Norte de La Paz, el mismo tradicionalmente se cultiva con abono orgánico y fertilización química con resultados poco satisfactorios.

Asimismo, existen varios factores que limitan su producción; entre los cuales están la baja fertilidad de los suelos, enfermedades, plagas, la escasa precipitación e irregular distribución que influyen en el desarrollo y producción del cultivo.

Por otro lado, la producción del cultivo de papa se ve limitado por el escaso suministro de agua de riego, por esta razón es que se plantea la aplicación de riego por aspersión como alternativa, por la baja precipitación existente.

Para el análisis de resultados se usó el diseño estadístico de bloques al azar con arreglo factorial en parcelas divididas. Donde los factores de estudio son variedades (Waycha paceña, Sani imilla, Luky moroqo y Luky piñaza); y el factor fertilización (materia orgánica con una dosis de 15 tn/ha, y fertilización química urea con una dosis 46-00-00, y fosfato diamónico con una dosis de 18-46-00).

Durante la ejecución del trabajo, se evaluaron las siguientes variables agronómicas como porcentaje de germinación, altura de planta, número de tallos por planta, número de tubérculos por planta, peso de tubérculos por planta y rendimiento; observándose un incremento en cada variable con la aplicación de riego.

Los costos del sistema de riego por aspersión es elevado. Sin embargo, con su aplicación se obtiene rendimientos altos con relación a secano Waycha paceña con fertilización de materia orgánica con 25,89 tn/ha, seguido con 22,63 tn/ha bajo fertilización química. En tanto que en condiciones normales para la misma variedad, presenta un valor de 17,27 tn/ha y 17,45 tn/ha, respectivamente.

Por otro lado, con relación a los beneficios se logró una relación B/C de 4,7 en el T12 en condiciones a secano y 2,5 para el T1 bajo riego.

## **Identificación y control de la mancha foliar de la papa, causado por *Septoria sp.*, en comunidades de las provincias Omasuyos y Larecaja del departamento de La Paz**

Wilfredo CASTILLO PLATA, Ing. Agr. M.Sc. Mario COCA MORANTE

T-666

2003

89 p

En las localidades de Murumamani y Chojchoni de las provincias Omasuyos y Larecaja del departamento de La Paz, el cultivo de papa tiene vital importancia, actualmente su producción está disminuida debido al ataque de una mancha foliar que constituye la enfermedad más importante por el daño que ocasiona, sobre todo cuando este no es controlado oportunamente, incrementándose de esta manera el grado de incidencia y severidad.

Los agricultores de estas zonas de Murumamani y Chojchoni basan su estrategia de control en la aplicación de productos químicos, esta se realiza de una manera inadecuada, sin considerar las dosis de aplicación y forma de aplicación de fungicidas.

En la gestión agrícola 1999-2000 se identificó al agente patógeno, que causa las manchas foliares, en el cultivo de la papa en las localidades de Murumamani y Chojchoni, por las características que presenta se identificó como: *Septoria lycopersici*.

Se evaluó la aplicación de tres fungicidas para el control de la mancha foliar de la papa causado por *S. Lycopersici*. Los ensayos se llevaron a cabo en las localidades de: Murumamani y Chojchoni, bajo un diseño de Bloques al Azar con Arreglo en Parcelas Divididas, los fungicidas utilizados fueron Tizoneb, Bravo 500 y Champión en dos variedades de papa: Waych'a e Imilla negra.

El producto químico que tuvo mayor eficiencia para el control de la mancha foliar fue Tizoneb (Ditiocarbamato).

El análisis económico en las localidades de Murumamani y Chojchoni realizado por el método de presupuestos parciales para los tratamientos de los ensayos determinó que Tizoneb registró mayor beneficio neto obtenido en comparación con Bravo 500, Champión, y el Testigo. En otras palabras Tizoneb produce mayor beneficio neto a menor costo en comparación con Bravo 500, Champión y Testigo.

## **Selección *in vitro* de genotipos mutantes de la variedad Waycha paceña de papa (*Solanum tuberosum* L. *ssp. andigenum*) con tolerancia a la salinidad**

Jaime Constantino ARIZACA RAMIREZ, Ing. Agr. M.Sc. Wilfredo ROJAS, Ing. Agr. M.Sc. V. Hugo MENDOZA C.

T-674

2003

85 p

Los problemas de salinización de suelos a nivel mundial, regional y en el altiplano boliviano anualmente presenta enormes pérdidas para la agricultura. En zonas potenciales para la producción de papa (*Solanum sp*) en el país, a un mediano plazo se corre el riesgo de este fenómeno adverso. La obtención de nuevos genotipos de papa (*Solanum sp.*) con tolerancia a la presencia de sales en los suelos será importante para la seguridad alimentaria de los lugares afectados, ya que la papa es uno de los cultivos de mayor importancia para la subsistencia del poblador andino.

La aplicación de técnicas de cultivo de tejidos *in vitro* y las nucleares, como inducción de mutaciones por irradiación de  $\text{Co}^{60}$  se han aplicado a plántulas de papa de la variedad Waycha paceña (*Solanum tuberosum* L. *ssp. andigenum*) a objeto de obtener genotipos con tolerancia a la salinidad, estudio que se realizó en tres fases: Dosimetría, Umbral Salino y Selección de nuevos genotipos mutantes.

En una primera fase se obtuvo el nivel óptimo de irradiación en base a la DL-50 a consecuencia de irradiar plántulas de papa a diferentes dosis de irradiación 0, 15, 30 y 45 G y dando por resultado una dosis óptima a los 26 Grey. A esta dosis se encontraron los genotipos mutantes. La respuesta de las plántulas a las dosis de irradiación fueron diferentes; a 15 Grey tuvieron un buen crecimiento de tallos y raíces, a dosis de irradiación de 30 y 45 Grey fueron letales.

En la segunda fase, se determinó que el umbral salino en base a la DL-50 por efecto de añadir sal (NaCl) en el medio de cultivo fue 55 mM, el cual fue determinado en función de 5 niveles de agregar sal en el medio de cultivo (20, 40, 80 y 100 mM). Al igual que en la primera fase, en niveles superiores a 60 mM de sal en el medio de cultivo, las plantas presentaron ser problemas en el desarrollo.

Para la selección de los genotipos mutantes se utilizó 1000 plántulas, las cuales fueron irradiadas con 26 Grey de  $\text{Co}^{60}$  por 15,87 minutos, esquejes de estas plántulas se cultivaron en medio salino de 55 mM. De todos los esquejes cultivados en este medio 9 se recuperaron como plántulas con tolerancia a sales, con alturas de 85 mm a 102 mm, que no presentaron mal formaciones en su estructura morfológica.

## **Causas de erosión de las papas nativas desde la perspectiva de género en la comunidad de Ahyjadera de la provincia Loayza – La Paz**

*Emiliana MACUCHAPI ALIAGA, Ing. Agr. M.Sc. Víctor IRIARTE SEJAS, Ing. Hector ALVARADO JIMÉNEZ, Lic. Silvia CARDONA*

T-677

2003

145 p

Desde tiempos inmemoriales, en los Andes de Bolivia viene desarrollándose un cultivo importante como es la papa, cuya producción es la base fundamental para la economía de las familias.

Pero de un tiempo a esta parte el recurso genético papa que cuenta con una amplia diversidad de variedades y ecotipos reportados en los diferentes bancos de germoplasma estaría en un serio riesgo de erosión y por ende una carga más para la seguridad alimentaria.

Estas razones y otros motivaron el presente estudio en la comunidad de Ahyjadera donde existen diferentes experiencias ya sea en el manejo local así como la intervención de instituciones con trabajos de limpieza viral realizados por la Fundación PROINPA.

La metodología de estudio fue la Investigación Acción Participativa, con familias de estudio de caso que fueron seleccionados bajo criterios relacionados al tema de investigación.

Las familias de estudio fueron agrupados entre los semilleristas y los no semilleristas, los primeros conformados en una Asociación de productores.

De acuerdo a los resultados obtenidos y con referencia con el título mismo de la investigación la relación genérica entre las generaciones (adultos y jóvenes) tienen una marcada diferencia en cuanto a conocimiento sobre la diversidad de papas nativas siendo así que estos últimos conocen menos del 50% de papas en sus hogares.

Entre las conclusiones importantes de mencionar es que las causas de erosión de papas nativas y el desplazamiento de las mismas están relacionados con diferentes factores como son: la certificación, la demanda del mercado, el rendimiento de las variedades, la resistencia a los factores abióticos y bióticos, la selectividad, la introducción de nuevas variedades, el rechazo de variedades por las nuevas generaciones, los bajos precios de variedades nativas y el minifundio entre otros.

En lo que respecta a la conservación de las variedades, se ha identificado que no existe una conciencia marcada al respecto por la población de estudio sean hombres o mujeres. Sin embargo la mujer actúa como agente pasivo para evitar la erosión de papas nativa, porque ella conoce los usos que le da a éstas en la dieta alimentaria de su familia. Pero al interior y exterior de las unidades familiares existen intereses y oportunidades las cuales favorecen a abandonar las variedades nativas como son el tamaño familiar y la insatisfacción del mercado por este producto que detentan sobre la sostenibilidad económica y estatus social.

Finalmente con estas conclusiones nos queda un profundo análisis y toma de conciencia en las intervenciones que pueda realizarse en pro de la conservación de las variedades nativas entre técnicos y productores buscando fines comunes acordes a la realidad del productor y de una política clara de desarrollo de este rubro a nivel sectorial.

## Recolección y caracterización morfológica de especies silvestres de papa del Altiplano Norte de La Paz

Víctor MARIO TICONA, Ing. Agr. M.Sc. Mario COCA MORANTE, Ing. Eduardo OVIEDO FARFAN

T-681

2003

110 p

De acuerdo con el Centro Internacional de la Papa (1994), en los últimos años se viene evidenciando la pérdida de las especies silvestres de papa. Según Hawkes (1989) en Bolivia existe una distribución de 92 especies y subespecies silvestres en los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Potosí, Santa Cruz y Tarija, siendo La Paz el tercero en distribución. En el Altiplano Norte están las provincias Omasuyos, Manco Cápac, Ingavi, Los Andes, Camacho y parte de Bautista Saavedra y Muñecas. Realizando un resumen de especies silvestres de papa del libro de Ochoa (1990) y Hawkes (1989), se identificó que las provincias Omasuyos, Camacho, Bautista Saavedra y Larecaja son las que más especies silvestres poseen. Estos antecedentes dieron las razones para realizar en presente trabajo con los objetivos siguientes: Recolectar especies silvestres de papa de provincias del Altiplano Norte de La Paz, describir las características morfológicas de las especies silvestres recolectadas y elaborar un mapa de dispersión de las diferentes especies de papa silvestre recolectadas. Los materiales utilizados son herbario, pala de mano, libreta de campo, bolsas y el paquete estadístico MVSP, como los más importantes. Los resultados son: se identificaron cinco especies, *S. acaule* recolectadas en la provincia Omasuyos, Larecaja, Muñecas y Bautista Saavedra en un rango de altura de 3480 a 4294 m. *S. achacachense* en la provincia Larecaja a 4148 m. *S. tub, sub.sp, andigenum, var, lelekkoya* en las provincias Larecaja y Muñecas en 3078 y 4000 m de altura. *S. candolleanum* provincia Larecaja en 3600 y 3900 m de altura y *S. circaeifolium* en las provincias Larecaja y Camacho de 3214 a 3859 m. De acuerdo a esto. *S. acaule, S. achacachense, 3 tb.subsp.andigenum, var. lelekkoya*, pertenecen al piso alto andino. *S. candolleanum, S. circaeifolium* y *S. acaule*, a los pisos de puna y prepuna. En el análisis de similitud se obtuvo un cluster con cuatro grupos, 1. *S. acaule*, 2. *S. achacachense*, 3. *S. tub var lelekkoya, S. candolleanum* y 4. *S. circaeifolium*, donde se establece que en las muestras de *acaule* existen diferencias en longitud de los foliolos, pubescencia de los foliolos y disección en hojas. En el grupo 3 las diferencias son la forma de alas en el tallo, color del tallo y color de la flor. Del análisis de componentes principales se encontró que una clasificación de especies silvestres puede asentarse en los caracteres, hábito de crecimiento, grado de floración, diámetro de tallo altura de planta.

## **Evaluación de variedades de papas phurejas (*Solanum phureja*) para resistencia al tizón tardío causado por *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary**

Ismael TOLIN TORDOYA, Ing. Agr. M.Sc. Mario COCA MORANTE

T-682

2003

99 p

En Bolivia unas 20 mil hectáreas de papa son afectadas por el tizón tardío de la papa. Perjudicando la producción de 40 mil familias de agricultores paperos perdiendo alrededor de 30 millones de dólares anualmente. Si la enfermedad no es controlada las pérdidas pueden llegar al 100% e inclusive con niveles más bajos de infección, la cosecha puede considerarse no apta para el almacenamiento (Northcote *et al.*, 1998).

Los objetivos del presente estudio fueron determinar niveles de resistencia a *P. infestans* en diferentes variedades de papas phurejas, evaluar el comportamiento agronómico y caracterizar el tipo de apareamiento sexual de la población de *P. infestans* presente en el área de influencia del experimento.

En diciembre de 1999 se establece en la comunidad de Chojchoni Bajo, provincia Larecaja a 20 kilómetros aproximadamente de la localidad de Achacachi, provincia Omasuyos (Altiplano Norte) del departamento de La Paz, sobre el camino La Paz – Sorata, la parcela de estudio. La comunidad se encuentra a una altitud aproximada de 3200 msnm, Longitud 15°52' y una Longitud 68°39' (SENAMHI, 1999).

Se recolectaron 5 variedades de papas phurejas: phureja amarilla, polo phureja, chojillo phureja, phureja roja y phureja negra, la parcela de estudio se estableció bajo un diseño experimental de Bloques al Azar con 3 repeticiones. Fueron inoculadas con *P. infestans* y posteriormente evaluadas en su comportamiento para resistencia en campo a *P. infestans*.

Durante el ciclo del cultivo se realizaron las evaluaciones de daño causadas por tizón y se calculó área bajo la curva de progreso de *P. infestans* (AUDPC), la evaluación de daño se hizo con la escala internacional del CIP que va de 1 a 9 (1 = 0% y 9 = 100%). Las variedades phureja negra y phureja roja alcanzó los niveles más bajos de AUDPC lo que indica la característica genética de la planta referida a una mayor presencia de genes menores.

El comportamiento agronómico muestra algunas diferencias en emergencia y floración, manifestando características fenotípicas diferentes. El rendimiento de las variedades phurejas respecto al testigo fue diferente, dentro de las variedades phureja no existió diferencias significativas.

Para determinar el tipo de apareamiento se analizaron 30 aislamientos codificados como BL-PL-01 a BL-PL-30, recolectados en las comunidades: Humanata y Chojchoni perteneciente a la provincia Larecaja del departamento de La Paz, los aislamientos analizados corresponden al mismo tipo de apareamiento sexual al no haberse encontrado oosporas. La ausencia de oosporas indica que la reproducción de *P. infestans* en el área de influencia del experimento es de tipo sexual suponiendo así que el grupo de compatibilidad sexual es A<sub>2</sub>.

## **Fluctuación poblacional de tres tipos de polillas de la papa, en la provincia Aroma (Centro Belén, Challapata y Tarakollu) del departamento de La Paz**

Magda Cecilia FIGUEROA VACAFLORES, Ph. D. David CRUX CH., Ing. Raúl ESPRELLA E., Ing. Luis CRESPO V.

T-694

2004

95 p

El presente trabajo está enfocado en la identificación de tres especies del complejo de polillas que atacan al cultivo de la papa, la fluctuación poblacional de cada una de ellas considerando el efecto que tienen los factores abióticos en dicha fluctuación. La determinación del porcentaje de daño en tubérculo es un parámetro para evaluar el daño causado tanto en cosecha como en almacén afectando el valor comercial del tubérculo.

Las polillas de la papa ocupan el segundo lugar de importancia en relación a las plagas presentes en el país. La presencia del complejo polilla de la papa está ampliamente distribuida en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, Tarija y Santa Cruz.

Las características morfológicas y hábitos particulares de cada especie permitieron realizar una evaluación cuantitativa de los adultos machos que fueron atraídos por las trampas con dispositivos de feromonas y con trampas de caída (Moericke), es así que se pudieron obtener valores promedio en cuatro trampas con un máximo registrado de 73 adultos en la especie *S. tangolias*, 14 en *P. operculella* y 1,5 en *P. detectendum* en la localidad de Tarakollu. En la localidad de Challapata se obtuvo un valor promedio de cuatro trampas con un máximo de 51,5 adultos en *S. tangolias*, 22,25 adultos en *P. operculella* y 5,25 adultos en *P. detectendum*. En la localidad de Centro Belén se obtuvieron valores promedio de cuatro trampas con valores máximos de 18,5 de *P. operculella*; 42,5 en *S. tangolias* y 2 en *P. detectendum*.

Para los factores climáticos (temperatura y precipitación) y el número de adultos para las especies *P. operculella*, *S. tangolias* y *P. detectendum*, se tiene en forma general que la temperatura influye en forma directa a la densidad poblacional de *S. tangolias* y en menor grado a *P. operculella*. La precipitación reduce la densidad poblacional actuando como regulador en mayor proporción para *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*.

El mayor porcentaje de daño corresponde a la localidad de Tarakollu (18%), en la cual se verificó la mayor intensidad de daño (80%), realizado en mayor medida por *P. detectendum* seguido por *P. operculella* y en menor grado por *S. tangolias*. En la localidad de Challapata se tuvo un 15% de daño, con una intensidad de 63,3% ocasionada por *P. operculella*, *S. tangolias* y *P. detectendum*. El porcentaje promedio de daño más bajo registrado fue en la localidad de Centro Belén (4%) y una intensidad de 25% ocasionando principalmente por *P. operculella*

## **Evaluación de accesiones de papas nativas del Altiplano para resistencia al nematodo *Nacobbus aberrans* Thoner & Allen**

Dominga CHAMBI MAMANI , Ing. Agr. M.Sc. Mario COCA MORANTE

T-696

2004

125 p

El presente estudio, titulado "Evaluación de accesiones de papas nativas del Altiplano para resistencia al nematodo *Nacobbus aberrans* Thoner & Allen", fue realizado en la Estación Experimental de Belén dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.

Para este propósito se realizó en invernadero en macetas con Masas de huevo y Tierra infestada, a objeto de identificar y seleccionar accesiones con resistencia empleando fuente de inóculo Masas de huevo de *Nacobbus aberrans* a partir de nodulaciones con una población inicial de 102.5 individuos/100 g de suelo.

Las 89 accesiones más los testigos, de acuerdo al índice de nodulación. En suelo con Masas de huevo se obtuvieron: 3 cultivares resistentes perteneciente a la especie *Solanum stenotomum* las mas importantes Lauravi, Jank'o allka y Phiñola, 61 cultivares moderadamente resistente que se encuentran 4 especies. *S.t.subsp.andigenum* con las variedades Phiñu, Jara ch'uque y Jamp'atu, en *S.xjuzepczukii* las variedades Qetu, Laram luk'i y luk'ii sailu, *Solanum stenotomum* las variedades Q'ellu surik'u, Ch'iar palma y Khaty camara y *Solanum ajanhuiri* la variedad Ajjahuiri. 25 cultivares moderadamente susceptible las especies *S.t.subsp.andigenum* las variedades Isla, Wila imilla y Sani blanca, *S.xjuzepczukii* las variedades Luk'i pulu y Luk'i.

En suelo con Tierra infestada se encontró: 31 cultivares resistentes pertenecientes a las especies *S.t.subsp.andigenum* las variedades de importancia son Wila sani, Phiñu, Chujllapuya *Solanum stenotomum* las variedades Lauravi, Janko palma y Q'ellu surik'u que muestran resistencia. En la especie *S.xjuzepczukii* las variedades Luk'i qetu y Luk'i pulu y finalmente la especie *Solanum ajanhuiri* la variedad Ajjahuiri. 57 cultivares moderadamente resistente la especie *S.xjuzepczukii* las variedades Qetu, y Luk'i, *S.t.subsp.andigenum*, se tiene a Jamp'atu, Carnada y Chiar sachi. *Solanum stenotomum* las variedades Surik'u, Churipuya y Wila palma y *Solanum ajanhuiri* la variedad Ajjahuiri. Moderadamente susceptible perteneciente *S.t.subsp.andigenum* con la variedad Wila imilla.

El comportamiento de la variable Peso de Raíz en Fresco en Masa de huevo muestran las variedades Waych'a, Sani blanca, Llusco imilla y Sani mostraron ser Moderadamente susceptibles, de la especie *S.t.subsp.andigenum*. Las variedades Luk'i, Qetu y Luk'i pulu que son moderadamente resistentes de la especie *S.xjuzepczukii*. Las especies *Solanum ajanhuiri* con la variedad Ajjahuiri y *Solanum stenotomum* con las variedades Wila palma, Phiñola y Churipuya.

En Tierra infestada tenemos el cultivar Willa imilla moderadamente susceptible presenta un mayor peso de raíz en fresco de la especie *S.t.subsp.andigenum*. La especie *S.xjuzepczukii* con las variedades Ch'iar imilla, Luk'i phulu y Luk'i qetu que son moderadamente resistente. Las especies *Solanum ajanhuiri* y *Solanum stenotomum* con las variedades Ajjahuiri y churipuya, Wila palma, Surik'u especies moderadamente resistente.

El análisis de cáscara de los tubérculos en Masas de huevo y Tierra infestada tenemos las especies por su resistencia genética en condiciones de invernadero, a *S.t.subsp.andigenum* como Phiñu, Sandro y Llusco imilla. Luego *S.xjuzepczukii* los cultivares Luk'i qetu, Luk'i pulu y Luk'i sailu. De la especie *Solanum stenotomum*, Phiñola, Wila palma y Jank'o allka y *Solanum ajanhuiri* con la variedad Ajanhuiri. Todas estas variedades mencionadas mostraron ser resistentes.

El método de Masas de huevo fue el más eficiente para la evaluación de los cultivares por su resistencia a *Nacobbus aberrans*. Se pudo obtener mayor presión de infestación y consecuentemente una mejor selección de material resistente. En cambio en tierra infestada mostró menos eficiente que permitió baja multiplicación y en consecuencia una menor infestación del sistema radicular de los cultivares.

## **Control de babosa (*Limex spp*) con diferentes métodos en haba (*Vicia faba*) y papa (*Solanum juzepczukii*) bajo el sistema de Suka Kollus**

Norminha MATTA HUAÑAPACO, Ing. Teresa RUIZ-DÍAZ LUNA-PIZARRO, Ing. Jorge BOHÓRQUEZ HURTADO

T-723

2004

130 p

La producción intensiva de los cultivos de hoy en día, requiere de la aplicación de productos fitosanitarios para optimizar la producción, con el fin de minimizar pérdidas en el rendimiento. Es en este contexto que se llegó a probar diversos métodos para el control de la babosa, plaga agresiva por su particular naturaleza.

El presente trabajo "Control de babosa (*Limex spp*) con diferentes métodos en haba (*Vicia faba*) y papa (*Solanum juzepczukii*) bajo el sistema de suka kollus", se llevó a cabo en la comunidad de Igachi, Municipio de Batallas de la Provincia Los Andes, situado a 3825 m.s.n.m., desde el mes de julio de 1999 a junio de 2000.

Las evaluaciones para los diferentes objetivos planteados fueron realizadas en forma secuencial de acuerdo a la biología de la babosa y la fenología del cultivo, los resultados que se obtuvieron durante todo el trabajo de investigación se resume en lo siguiente:

Las parcelas experimentales fueron establecidas bajo el diseño de bloques al azar, se emplearon tres productos para el control de la babosa: Metagol (químico), Probione (biológico) y Cal (etológico).

La fluctuación poblacional de babosas se evaluó por contaje directo por planta. La misma está determinada por la presencia del cultivo a partir de septiembre en el caso del haba y la segunda quincena de noviembre en el caso de la papa.

Se evaluó la densidad poblacional, estadio biológico y distribución a diferentes profundidades del suelo en la que se ubica la babosa, y estas a su vez fueron medidas de acuerdo con los efectos de los diferentes métodos de control, donde se observó que en estos casos existen diferencias significativas entre los métodos de control.

El tiempo de permanencia de babosas dentro del cultivo de haba se prolonga desde diciembre hasta abril disminuyendo la población en este último mes por falta de alimento, presentándose la mayor cantidad de babosa en la segunda quincena de enero (5 babosas por planta). En el caso del cultivo de papa se tiene la presencia desde enero hasta mayo teniendo la mayor población en la segunda quincena de febrero (5 babosas por planta).

Los daños al cultivo de haba empezaron a los 40 días después de la siembra (tallos y hojas) y en la vaina a los 162 días. En el cultivo de papa el daño comenzó a los 70 días (hojas) y a los tubérculos a los 132 días después de la siembra.

Se realizaron tres aplicaciones en el haba y dos en la papa, de los métodos de control a la babosa se tienen los siguientes porcentajes: la Cal fue el mejor, con un promedio de 54% de eficiencia en el haba, y en el caso de la papa con un promedio de 59%, con mucho menor porcentaje el Probione (22% en haba y 16% en papa) y el Metagol (10% en el haba y 19% en la papa).

La incidencia y severidad de daño evaluados en la cosecha repercutieron en el rendimiento de las vainas y los tubérculos; en el caso de haba se tuvo en el tratamiento testigo un rendimiento de 1,995 Tm/ha de grano seco, donde el tratamiento controlado por el producto Cal tuvo un resultado de 3.015 Tm/ha; en la papa en el tratamiento testigo 9.19 Tm/ha y el tratamiento con mejor rendimiento fue el de la Cal de 17.36 Tm/ha.

En el cultivo de haba los resultados obtenidos, determinaron que el beneficio neto (Bs/ha) más alto corresponde al producto Cal (7409.68 Bs.) seguido por el Probione (7255.60 Bs.) y el Metagol (7018.52 Bs.), comparados con el testigo (4794.78 Bs.). En el cultivo de la papa el beneficio neto (Bs/ha) más alto corresponde al producto Cal (16842.40 Bs.) seguido por Metagol (8380.80 Bs.) y el Probione (3504.0 Bs.), comparados con el testigo (137.60 Bs.).

## **Efecto de la aplicación de abonos orgánicos mejorados en el cultivo de la papa amarga (*Solanum juzepczukii*) en el Altiplano Central**

Jorge Benito CONDORI PÉREZ, Ing. Agr. M.Sc. Jorge PASCUALI CABRERA, Ing. Eliseo QUINO MAMANI

T-730

2004

88 p

La papa es un tubérculo importante en el altiplano, base de la alimentación de la familia campesina. La baja fertilidad de los suelos es un problema en la producción de la papa en el altiplano relacionada además, con factores limitantes de humedad y temperatura que influyen en la absorción de nutrientes del suelo. En este sentido es necesario contar con alternativas económicamente viables que mejoran la producción a bajo costo y sin afectar el medio ambiente, entre las alternativas se tiene el uso de los abonos orgánicos mejorados de base y foliares. Razón que justifica la búsqueda de mayores rendimientos y prácticas agronómicas apropiadas para este cultivo.

Considerando los anteriores aspectos se ha propuesto estudiar el efecto de la aplicación de los abonos orgánicos mejorados como el Biol y Jiri en el cultivo de la papa amarga.

El presente estudio se realizó en los predios del Tecnológico Agropecuario "Caquiaviri", ubicada en la Comunidad de Kalla Centro de la Segunda Sección de Caquiaviri, Provincia Pacajes, situada geográficamente a 17° 01' de latitud Sur, 68°36' de longitud Oeste y una altitud de 3900 m.s.n.m.

Los abonos orgánicos mejorados foliares empleados fueron: "Jiri" y "Biol." diluidos al 12.5% en peso y volumen, provenientes de wanu de ovino y estiércol de bovino fermentados respectivamente, así mismo se utilizó "Jiri sin refuerzo" y "Jiri reforzado con fósforo" embadurnado al tubérculo en la siembra.

La siembra se realizó con una densidad media de 30 qq/ha. La aplicación de abonos orgánicos se efectuó en la siembra ("Jiri sin refuerzo" y "Jiri reforzado" embadurnado al tubérculo) y en las fases fenológicas de: emergencia, inicio de floración, floración y al final de la floración ("Jiri diluido" y "Biol"). El manejo del cultivo fue tradicional con dos aporques a los 15 cm de altura y después de 30 días del primer aporque.

Se utilizó un diseño de bloque al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, además de la incorporación de dos testigos, el primero con "wanu" tradicional y en el segundo la aplicación "Jiri" embadurnado al tubérculo en la siembra. A cada tratamiento con complemento de abono foliar se aplicó una dosis de 2 lt. Biol: 15 lt. de agua y 2 Kg Jiri:15 lt de agua, es decir a una concentración de 12,5% en volumen y 12.5% en peso respectivamente, previo tamizado de estos.

El análisis a la cosecha indica que los abonos orgánicos de base y foliares no muestran diferencias estadísticas significativas para el rendimiento, sin embargo muestran diferencias numéricas, así todos los tratamientos son superiores a los testigos con aumento en promedio de 2.2 Tn/ha de rendimiento de tubérculo que representa un incremento de 19,7%.

Los testigos T<sub>1</sub> (wanu tradicional) y T<sub>2</sub> (Jiri) alcanzaron rendimientos de 11.42 Tn/ha y 11.14 Tn/ha respectivamente, siendo estas cifras las más inferiores con relación a los demás tratamientos. Los rendimientos más altos pertenecen a los tratamientos: Jiri p + Jiri diluido (J<sub>p</sub>J) con 14.48 Tn/ha, Jiri p + Biol diluido (J<sub>p</sub>B) con 14.36 Tn/ha, Jiri + Biol diluido con 13.41 Tn/ha, sin embargo, el tratamiento Jiri + Jiri diluido (JJ) muestra respuestas ligeramente similares que los anteriores tratamientos.

La clasificación de tubérculos por tamaño se realizó en cuatro categorías: Tamaño comercial, semilla I, semilla II y tamaño menudo, los mayores rendimientos en el tamaño comercial "1<sup>ra</sup>" sobresalieron los tratamientos "Jiri reforzado más complementos foliares" con 5.27 Tn/ha (J<sub>p</sub>B), 5.21 Tn/ha (J<sub>p</sub>J) y 4.94 Tn/ha (J<sub>p</sub>N) seguidos del tratamiento "Jiri sin refuerzo más complementos foliares" con 4.57 Tn/ha (J<sub>p</sub>B). En el tamaño semilla I sobresalen los tratamiento J<sub>p</sub>B con 4.40 Tn/ha seguido del tratamiento JB con 4.38 Tn/ha, sin embargo en el resto de los rendimientos por tamaño, muestran resultados casi uniformes en todos los tratamientos.

En el análisis económico se encontró las mayores tasas de retomo marginal con la aplicación de los tratamientos: Jiri p + Jiri (J<sub>p</sub>J) (450%), Jiri p + Biol (946%) y Jiri + Biol (JB) (701%) en comparación al testigo T<sub>1</sub>.

**Introducción de dos fuentes de explante *in vitro* para limpieza viral y dos concentraciones de ácido naftalenacético para cuatro accesiones de *Solanum tuberosum ssp andigena* del germoplasma de la Estación Experimental Belén**

Roberto Carlos GEMIO OLIVIO, Ing. Rafael MURILLO GARCÍA, Ing. Mario COCA MORANTE,  
Dra. M.Sc. Aleida NINA CRUZ

T-745  
2004  
120 p

La producción de papa está afectada por diversos factores, entre ellos el ataque de enfermedades de origen viral que ocasionan la reducción progresiva del rendimiento; estas enfermedades pueden ocasionar la desaparición de variedades nativas de importancia por lo que su control tiene gran importancia.

Del Banco de Germoplasma de papa de la Estación Experimental Belén se priorizaron cuatro accesiones (150 Amajaya, 155 Chupic – Chanca, 177 Waka Lluqu y 375 Janku Kunurana) para ser introducidas a condiciones *in vitro*, para ello es necesaria la indexación para los principales virus que afectan a este cultivo mediante la técnica DAS – ELISA.

Se extrajeron secciones apicales con tamaño alrededor de 1 mm de longitud de plantas desarrolladas y de brotes de tubérculos para ser introducidas *in vitro* en el medio basal Murashige – Skoog (1962) suplementado con Kinetina (0,04 mg/l) y Ácido Giberélico (0,1 mg/l), se realizó el traspaso a medios frescos a los quince días de la introducción, se evaluaron los mismos durante el lapso de nueve semanas; transcurrido este tiempo se multiplicaron las vitroplantas en el medio basal Murashige – Skoog (1962) suplementado con Kinetina (0,05 mg/l) y Ácido Giberélico (0,25 mg/l), en esta fase se probaron dos concentraciones de Ácido Naftalenacético (0,1 y 0,01 mg/l) las vitroplantas se evaluaron por el lapso de seis semanas. Durante las dos fases se evaluó la altura semanal y al finalizar ambas se tomaron datos de: altura final, número de nudos totales, número de nudos viables y número de hojas; además, al final de la fase de multiplicación se evaluó el enraizamiento con la escala visual propuesta por Colque (2000).

Una vez desarrolladas las plantas en invernadero (tanto de las que se extrajeron secciones apicales como de las que se extrajeron brotes) se tomaron muestras de las mismas que junto a las vitroplantas obtenidas al final de la multiplicación fueron analizadas en el Laboratorio de Virología del Instituto Nacional de Laboratorios en Salud (INLASA) para los seis virus más importantes de la papa (PVX, PVY, PVS, PLRV, APLV y APMV). Las accesiones estudiadas estuvieron infectadas con los seis virus a excepción de la accesión 150 Amajaya donde no se detectó la presencia de PVY.

Se obtuvieron plantas libres de los virus PVX, PVY, PVS, PLRV, APLV y APMV en las accesiones utilizadas. El menor porcentaje de plantas libres de virus se dio en la accesión 150 Amajaya con 29% para el virus APLV.

Se tiene que el corte de secciones de un tamaño cercano a 1 mm en ambas fuentes de explante (ápices de planta y ápices de brote) favoreció a la limpieza viral, siendo recomendable la utilización de ápices de brotes por la menor probabilidad de contagio a la existente entre plantas desarrolladas.

En la etapa de Introducción *in vitro* las accesiones tuvieron un buen comportamiento a excepción de la accesión 375 Janku Kunurana que registró la menor altura promedio final con 44,90 mm; similar comportamiento se tuvo en la etapa de Multiplicación en la que tuvo una altura promedio final de 52,90mm; por lo que se deberán reformular los medios para esta accesión.

En lo referente al enraizamiento se apreció que a una concentración de Ácido Naftalenacético de 0,1 ppm se tuvo un valor promedio de 2,40, mientras que para 0,01 ppm el valor promedio fue de 2,43; ambos valores están comprendidos entre Regular y Bueno por lo que se recomienda el uso de una concentración de 0,01 ppm de Ácido Naftalenacético en el medio de cultivo.

## **Influencia del riego por aspersión y la incorporación de estiércol en el efecto de heladas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la localidad de Belén del Altiplano Norte de La Paz**

Franz Jaime SALINAS QUISPE, Ing. Dionicio CONDORI MAQUERA, Ing. Roberto MIRANDA CASAS

T-766

2004

105 p

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una de las fuentes de calorías e ingresos económicos más importante a escala mundial, y a la vez su actividad esta limitada por factores bióticos, como el ataque de hongos, virus, bacterias, nematodos, etc. y por los factores abióticos, como la sequía, helada, granizada, etc. La helada es una de las causas que afectan el 70.4% de la producción agrícola.

Con el avance y la aplicación de la tecnología, se han desarrollado métodos para minimizar el problema de helada, como los métodos activos (Riego por aspersión, combustión, uso de ventiladores, etc.), y los métodos pasivos (Incorporación de materia orgánica al suelo, variedades resistentes, agroforestería, etc.).

En base a las consideraciones anteriores, se ha realizado el presente trabajo de investigación a objeto de evaluar la "Influencia del riego por aspersión y la incorporación de estiércol en el efecto de heladas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)", durante la gestión agrícola 2000-2001, en predios de la Granja Experimental Belén, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Mayor de San Andrés, situado en el Cantón Achacachi, primera sección de la provincia Omasuyus, distante a 92 km de la sede de gobierno.

Los factores en estudio son: el factor "A" corresponde al "Riego por aspersión en presencia de helada", con niveles de  $a_0$  (con riego por aspersión en presencia de helada) y  $a_1$  (sin riego por aspersión en presencia de helada), asignados en parcelas grandes y dispuestos en bloques al azar; y el factor "B", corresponde al "estiércol", con niveles de  $b_0$  (con estiércol en el suelo) y  $b_1$  (sin estiércol en el suelo), que fueron designados en parcelas pequeñas, sujetos ambos factores a un diseño experimental de bloques completos al azar, con arreglo en parcelas divididas y con tres repeticiones. Se ha empleado como material vegetal semilla de papa (*S. tuberosum*, *ssp andigenum*, variedad *waich'a*).

Los parámetros evaluados fueron: La temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, rendimiento, incidencia de heladas, severidad de heladas, severidad de plagas, coeficiente de uniformidad de distribución del agua, relación beneficio/costo (B/C) y la tasa de retorno marginal (TRM), haciendo énfasis en el comportamiento de la temperatura del medio ambiente inmediato y el suelo por influencia de los tratamientos en presencia de heladas. Del experimento realizado se obtuvieron los siguientes resultados:

Existe una ganancia en 2.38 °C a favor del nivel ( $a_0$ ) con riego por aspersión en presencia de helada del factor "A", en comparación al nivel ( $a_1$ ) sin riego por aspersión de -1.5 °C, del mismo factor "A". Los niveles del factor "B", o sub tratamientos, registran a nivel ( $b_0$ ) con estiércol y sin estiércol ( $b_1$ ), temperaturas de 1.87 °C, y 0.4 °C respectivamente; por tanto, existe una diferencia en 0.97 °C a favor del nivel ( $b_0$ ) con estiércol del factor "B", en condiciones de riego por aspersión en presencia de helada del factor "A", en condiciones de una pluviometría promedio de 4.8 mm/h. Por otra parte se verifica una ganancia en 0.75 °C a favor del nivel ( $b_0$ ) con estiércol del factor "B", bajo condiciones de un nivel ( $a_1$ ) sin riego por aspersión del factor "A".

La humedad relativa que se registra es de 93.3% al nivel ( $a_0$ ) con riego por aspersión en presencia de helada del factor "A", y por el contrario, el nivel ( $a_1$ ) sin riego, es de 90.1%, del mismo factor, medidos a distintas alturas y registradas en un horario similar hasta horas 06:00. La variación en el promedio de humedad en el perfil del suelo se acentúa a los niveles del factor "B", 30.7% para el nivel ( $b_0$ ) con estiércol y 26%, para el nivel ( $b_1$ ) sin estiércol; sujetas al nivel ( $a_0$ ) con riego por aspersión del factor "A". Por otro lado, 26.4% para el nivel ( $b_0$ ) con estiércol y 23.4% para el nivel ( $b_1$ ) sin estiércol del factor "B", sometidas al nivel ( $a_1$ ) sin riego por aspersión en presencia de helada del factor "A".

La velocidad del viento promedio tiene un comportamiento variable en horas de la mañana, tarde, anochecer y al amanecer, con respecto a las alturas en que fue registrado y precedentes a la presencia de helada. Así tenemos de 32.16 cm/s para las horas de la mañana; 36.6 cm/s, para las tardes y 11.3 cm/s para horas del amanecer.

El rendimiento fue mayor para el nivel de ( $a_0$ ) con riego por aspersión en presencia de helada del factor "A", y el nivel ( $b_1$ ) sin estiércol del factor "B" con 29.1 t/ha del T-2; con respecto a los demás de 29.0 t/ha, para T-1; 24.7 t/ha para T-3 y 21.8 t/ha para T-4.

En cuanto al efecto de la incidencia de heladas, esta se ve reducida a un 5.6% y minimizada a 2.365 por influencia del nivel ( $a_0$ ) con riego por aspersión en presencia de helada, en contra de aquella reducción del 24.5% y minimizada hasta 4.8283 por influencia del nivel ( $a_1$ ) sin riego por aspersión en presencia de helada del factor "A". Este porcentaje reducido es debido al cambio físico que experimenta las gotas de agua al ser emitida mediante el riego al medio ambiente, desprendiendo energía calorífica, incrementando la temperatura ambiente y protegiendo del efecto de helada, dependiendo de la uniformidad de distribución de las gotas de agua sobre la cobertura vegetal del cultivo.

De similar manera el efecto de la severidad de heladas del nivel ( $a_0$ ) con riego del factor "A", es 4.7583 y reducida favorablemente a un 22.8%, en contra de aquel nivel ( $a_1$ ) sin riego del mismo factor, de 7.21 y reducida a un 53.3%. Este porcentaje es similar a lo que sucede en la incidencia, pero con la diferencia de que esta afecta al conjunto de las hojas de una planta y su efecto es reducido por el aporte térmico de las gotas de agua al ser emitida mediante el riego al medio ambiente, desprendiendo energía calorífica de 80 Kcal, incrementando de esta manera la temperatura ambiente y protegiendo del efecto de helada, dependiendo mucho la uniformidad con que sistema distribuya las gotas de agua sobre la cobertura vegetal del cultivo. A ello debemos añadir la influencia mínima que ejerce el estiércol incorporada al suelo, almacenando calor y transferida a las hojas de las partes bajas de la planta, protegiendo de esta forma del efecto de helada por irradiación.

La severidad del ataque del insecto-plaga, el efecto a causa del nivel ( $b_0$ ) con estiércol del factor "B" se encuentra en una proporción de 5.695 y siendo afectada en un 49.2%, en contra de aquel nivel ( $b_1$ ) de 4.71 y afectando tan solo un 35.5% del rendimiento promedio del cultivo. El estiércol, es un factor que influye en las características físicas, químicas y biológicas del suelo, proporcionando un ambiente apropiado, en alimentos y condiciones para el desarrollo de las entidades vivientes y en particular de la larva del insecto plaga del Gorgojo de Los Andes.

Los coeficientes encontrados fueron de 76%, para la Uniformidad de distribución (UD) y 86%, para el coeficiente de Christiansen (CUC), según las recomendaciones se encuentran por debajo del rango de aceptabilidad (para UD, son valores mayores al 80% y para CUC, mayores a 88%), lo que nos indica que el sistema de riego por aspersión se encuentra operando con dificultad o que las condiciones para el altiplano no permite el uso eficiente.

Económicamente, el tratamiento que mejor relación de beneficio/costo (B/C) muestra, es de 3.32 y una tasa de retorno marginal (TRM) de 1410% corresponde al T-1, muy a pesar que este tratamiento muestra un rendimiento inferior de 29 t/ha frente a 29,1 t/ha de T-2. La curva de beneficios netos indica que el T-1, es superior con 32238 Bs/ha y un costo variable de 785 Bs/ha.

## **Utilización de tres diferentes almidones, como agentes de soporte, en medios de propagación *in vitro* de papas nativas (*Solanum tuberosum* subsp. *andigena*, var. *Waych'a pacaña* y *Solanum x juzepczukii*, var. *Bola luk'i*)**

*María Guicela SOLIZ BURGOA, Ing. Rafael MURILLO GARCÍA, Ing. M.Sc. Jorge PASCUALI CABRERA, Ing. Teresa RUIZ DÍAZ L.P.*

T-784

2004

86 p

El cultivo de la papa (*Solanum spp*) se constituye en uno de los productos de origen andino de mayor importancia; para la producción intensiva, desde hace algunos años se ha buscado mecanismos de mayor producción; la Biotecnología vegetal ha ayudado en este propósito, obteniendo mayor cantidad de plantas, en menor tiempo y espacio, plantas libres de virus y con mayor producción, sembradas en medios de cultivo de los cuales el mayor costo lo constituye el agente de soporte; siendo más utilizado el agar, que tiene un costo del 80% del total del medio de cultivo.

Por esta razón, a través del presente trabajo se proponen como agentes de soporte a tres diferentes almidones probados con dos variedades de papas nativas (*S. tuberosum*, ssp *andigena* var. *Waych'a* y *S. x juzepczukii* var. *Bola luk'i*).

Se utilizó vitroplantas ya establecidas (lab. IBTEN) de las cuales se trabajó con la parte apical. Estas fueron micropropagadas en siete diferentes medios de multiplicación en dos fases, consistentes en el medio basal MS (Murashige y Skoog), 3% de azúcar, más los agentes de soporte: Fase I M1 (0.6% de agar-testigo 1), M2 (0.3% de agar + 2.5% almidón de maíz), M3 (0.3% de agar + 2.5% almidón de yuca), M4 (0.3% de agar + 2.5% almidón de papa), M5 (5% almidón de maíz), M6 (5% almidón de yuca), M7 (5% almidón de papa). Fase II M1 (5% gelatina -testigo 2), M2 (2.5% gelatina + 2.5% almidón de maíz), M3 (2.5% gelatina + 2.5% almidón de yuca), M4 (2.5% gelatina + 2.5% almidón de papa), M5 (5% almidón de maíz), M6 (5% almidón de yuca), M7 (5% almidón de papa).

El comportamiento de las dos variedades con respecto a los medios de cultivo mostró que en la fase I el testigo no presentó alteración en la variedad *Waych'a* pero si en la variedad *Bola luk'i*, pues se obtuvieron vitroplantas muy débiles; lo que no ocurrió con el medio M5 que en ambas variedades se observó vitroplantas con buenas características, con buena altura, tallos y raíces vigorosas; también se vio un buen desarrollo con el medio M4 en la variedad *Waych'a*, no así en la variedad *Bola luk'i*, pues se vio problemas de vitrificación.

En la fase II el medio testigo presentó vitroplantas con menor altura, débiles en especial con la variedad *Bola luk'i*, el medio tiende a volverse líquido debido a que las escleroproteínas de la gelatina son absorbidas por las vitroplantas; también en esta fase el medio M5 fue el que mejor se comportó en las dos variedades teniendo vitroplantas con mejores características.

Si bien el medio M5 presentó un buen comportamiento, también se vio la mayor presencia de hojas necróticas de los cuales sus nudos no desarrollaron al ser subcultivados, o desarrollaron tallos muy delgados.

Con relación al grado de ramificación, tanto en la fase I como en la fase II, el medio M4, seguido por el medio M3 demostraron mayor grado de ramificación este dato es importante porque con él podemos saber cuántas plantas a futuro tendremos.

## Evaluación de especies silvestres de papa para resistencia a *Phytophthora infestans*

Noemí Norah MONTEALEGRE VILLANUEVA, Ing. Agr. M.Sc. Mario COCA MORANTE, Ing. René CALATAYUD VALDEZ

T-789

2004

93 p

La papa es uno de los cultivos más importantes de Bolivia, por sus aptitudes culinarias y consumo diario, es por esta razón que muchas familias se dedican a este cultivo.

Lamentablemente la papa se ve afectada por varias enfermedades entre la más devastadora es la *Phytophthora infestans* (tizón tardío) y esta es cada vez más agresiva debido a la evolución y variación de sus diferentes razas; por ser un organismo heterotalico (tiene 2 tipos de apareamiento) en Bolivia se registro el tipo A<sub>2</sub> y en el Perú A<sub>1</sub>, lo cual aumenta la probabilidad de daño al cultivo y obviamente incrementa la perdida de las cosechas.

En el presente trabajo de investigación se planteó evaluar diferentes especies silvestres de papa (10 especies) comparándolas con 2 variedades de papa, una resistente (*Solanum phureja*) y la otra susceptible (*Solanum waych'a*).

Así se llegaron a plantear los siguientes objetivos: Mejorar los rendimientos de papa a través de la evaluación de especies silvestres resistentes a *Phytophthora infestans* y determinar niveles de resistencia a *Phytophthora infestans* en las diferentes especies de papa silvestre.

Este trabajo en su primera fase se la realizó en la Estación Experimental Belén perteneciente a la Facultad de Agronomía - UMSA. Siete especies silvestres (acl, ach, ver, cap, crc, spl, tor) fueron tomadas del banco de germoplasma de dicha estación, tres especies (crc de Laripata Alto, crc de Laripata Bajo y crc de Cotaña), se colectaron de la localidad de Sorata específicamente de las comunidades de Cotaña y Laripata, las 2 variedades de papa a ser testigos se tomaron del banco de la Estación Belén.

Todas estas variedades y especies se cultivaron en un invernadero en la Estación Belén, de las plántulas de papa, antes de su floración se tomaron foliolos (del segundo tercio), estos se pusieron en una caja petri con una solución de agar-agua (15% en concentración). La segunda fase se la llevó a cabo en el Laboratorio de la Oficina Regional de Semillas La Paz posteriormente, las cajas petri con los foliolos se llevaron a laboratorio para ser inoculadas con aislamientos de *P. infestans* (esporangios) para su posterior evaluación.

Durante la evaluación se observo diferentes tipos de reacción a la enfermedad esto bajo condiciones controladas de temperatura y humedad las cuales eran favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Como se llega a apreciar en el documento se dieron diferentes comportamientos pues algunas especies en un principio presentaron resistencia (primera lectura) pero a medida que transcurrió el tiempo (tercera lectura) se observo mayor infección por parte de la enfermedad.

Luego de la evaluación se llego a determinar los siguientes resultados:

Las especies silvestres con menor desarrollo de la enfermedad fueron *Solanum toralapanum* con 15.3% de infección y *Solanum acaule* con 26.1% de infección ambas a la tercera lectura por lo que se presume la presencia de genes menores para resistencia a *Phytophthora infestans*.

Las especies silvestres que presentaron susceptibilidad a la enfermedad fueron: *S achacachense* con 91.6% y *Solanum capsicibacatum* con 94% de infección a la tercera lectura.

El comportamiento de las dos variedades testigos fue muy variante a lo reportado por otros autores pues la variedad susceptible *S. waych'a* presento 96.2% de infección en tanto que el testigo resistente tuvo un comportamiento casi similar presentando un 86.3% de infección.

Obtenidos los resultados se puede mencionar que estos merecen una validación en condiciones de campo la cual afirmarían mas los mismos. Estos además sirven como una base para futuras investigaciones, las cuales vayan a mejorar los rendimientos actuales de papa y así mejorar la calidad de vida de los productores satisfaciendo la necesidad de los consumidores.

# PAPA Y FISIOLOGÍA

## Evapotranspiración del cultivo de la papa en condiciones de campo y su respuesta a la sequía en el Altiplano Central

Rubén Jacobo TRIGO RIVEROS, Dr. Vladimir ORSAG CÉSPEDES, Ing. Jorge PASCUALI CABRERA

T-10

1992

189 p

En el Centro de Investigaciones Nucleares-Viacha, ubicada geográficamente a 16° 39' de latitud sur y 68° 18' de longitud oeste del Altiplano Central de Bolivia, se realizó un estudio de balance hídrico, cuyo principal componente fue la evapotranspiración. Asimismo las respuestas fisiológicas, morfológicas y agronómicas frente a la sequía en cuatro variedades del cultivo de papa provenientes de dos especies y dos subespecies (especie: *Solanum tuberosum* sp. *tuberosum* var. Alpha y Desireé; *Solanum tuberosum* sp. *andigenum* var. Sani imilla y *Solanum juzepczukii* var. Luki).

Los objetivos perseguidos fueron:

- Determinación del agua consumida por evapotranspiración (ET).
- Comparación de la ET por los métodos del balance de masas y teóricos-empíricos.
- Determinación de coeficientes de corrección de cultivo  $K_c$ .
- Determinación del periodo de mayor aprovechamiento del agua y por ciento de extracción de humedad del suelo por capas de 20 cm.
- Diferencias fisiológicas, morfológicas y agronómicas del cultivo de papa a secano y bajo riego.

Para la determinación de la evapotranspiración, se empleó el método del balance de masas en el que se empleo la sonda de neutrones para determinar el contenido de humedad del suelo. En comparación con métodos teórico-empíricos comúnmente utilizados en proyectos de riego.

Las variables evaluadas de resistencia a la sequía fueron: potencial hídrico foliar, resistencia estomática en el componente fisiológico; en la parte morfológica se cuantifico: la altura de planta, profundidad radicular y el número de estomas, y en el aspecto agronómico se evaluó el rendimiento bajo las condiciones de riego y a secano.

Para la siembra y prácticas culturales se adoptaron parcelas de 18 m<sup>2</sup>, totalizando un área total de 576 m<sup>2</sup>, en las cuales se considero el efecto de advección sobre los valores de ET real hallados, de los cuales y, a determinados períodos se consideran valores de reducción de la ET del orden del 20% bajo condiciones de riego.

Para la determinación del potencial hídrico foliar y la resistencia estomática se emplearon la Bomba Scholander y el Porómetro, cuyas mediciones se efectuaron a partir de la 19ª semana después de la siembra y por espacio de cuatro semanas.

Para determinar el crecimiento de la planta, el peso de materia verde y materia seca, se recolecto al azar una planta de cada parcela experimental, cada 20 días después de la germinación.

El balance hídrico se cálculo en un periodo de 60 días para las variedades holandesas y de 88 días para las variedades nativas. La máxima intensidad de evapotranspiración fué de 5.09 mm/día, 4.53 mm/día, 5.52 mm/día y 4.29 mm/día por metro cuadrado de suelo, en las variedades Sani imilla, Luki, Alpha y Desireé respectivamente.

Los datos obtenidos de la evapotranspiración real estimados por el método del balance de masas se compararon con los de evapotranspiración potencial calculados por los métodos de Penman, Radiación, Tanque Clase "A", Blaney-Criddle y Thornthwaite. De esta comparación se dedujo, que mientras los métodos de Blaney-Criddle y Thornthwaite sobreestiman los valores de consumo de agua por los cultivos; los métodos de Penman, Radiación y Tanque Clase "A" los subestiman, pero éstos son más próximos al método del balance de masas, y por lo tanto de mayor precisión. Además se calcularon coeficientes de corrección ( $K_c$ ) para las cuatro variedades en los diferentes estadios de crecimiento, los mismos que guardan relación con los métodos recomendados teórico-empíricos.

El método del balance de masas para el cálculo del balance hídrico presenta mayor confiabilidad que los métodos teóricos-empíricos utilizados comunmente debido a que, estos métodos no consideran factores del suelo como la variación de almacenamiento de agua y factores de la planta como la profundidad y actividad radicular, área foliar y edad del cultivo.

La variedad Sani imilla muestra ser un cultivo de ligera resistencia a las condiciones climáticas de la zona, cuya estrategia de resistencia a la sequía es con el cierre de los estomas como reportaron otras investigaciones al respecto, debido a las buenas condiciones climáticas durante los meses del cultivo en el experimento no permitieron corroborar resultados obtenidos en años con sequía marcada en el cultivo de la papa.

De los resultados obtenidos se muestran que la papa amarga (Luki) se comporta como un cultivo excepcional al déficit hídrico, pero para la variedad Sani imilla ésta tolerancia es relativa hasta determinados rangos de potencial hídrico y resistencia estomática.

Las variables morfológicas y agronómicas de los cultivos, demostraron que a pesar de las buenas condiciones climáticas del año se ven afectados en su desarrollo y producción de los cultivos, cuando existen períodos prolongados de sequía

Aunque las variedades Luki y Sani imilla tuvieron un similar comportamiento en todas las variables estudiadas se evidenció una mejor respuesta de estas características frente al déficit hídrico en comparación con las variedades holandesas.

## **Comportamiento hídrico y fotosíntesis de variedades de papa amarga y dulce en el Altiplano Central**

Carmen Rosa DEL CASTILLO GUTIERREZ, Dr. Jean Joinville VACHER

T-61

1995

165 p

En la Estación Experimental de Patacamaya del IBTA, ubicada en el Altiplano Central de Bolivia, durante el año agrícola 1991/1992, se realizó un estudio del comportamiento hídrico y fotosintético frente a la sequía de tres variedades de papa, provenientes de tres especies: *Solanum x curtilobum* var. *Ocucuri*, *Solanum x juzepczukii* var. *Luki piñaza* y la *Solanum tuberosum ssp. andigena* var. *Sani imilla*.

Los parámetros evaluados fueron: evapotranspiración real, potencial hídrico foliar (de equilibrio y mínimo), resistencia estomática, transpiración, fotosíntesis, interrelaciones entre las variables estudiadas y los mecanismos de resistencia a la sequía.

Los resultados obtenidos mostraron que la variedad *Luki piñaza* tiene una mejor adaptación, con mayor extracción de agua del suelo y una reacción positiva al déficit hídrico; un ajuste osmótico moderado y baja sensibilidad estomática que le permitió seguir transpirando y teniendo una tasa fotosintética casi todo el período de investigación. El análisis de las interrelaciones en esta variedad mostró un tipo de estrategia de máximo uso de agua del suelo, potencial hídrico foliar bajo y mecanismo de una planta que se adapta a sequías prolongadas.

La variedad *Ocucuri*, presentó baja utilización de agua del suelo, pero alta capacidad de ajuste osmótico, gran sensibilidad estomática a la sequía y cierre muy rápido de sus estomas; mostró una tolerancia al estrés hídrico con una reducción más importante de la tasa transpiratoria que la fotosintética. La estrategia de esta especie frente a la sequía, con el cierre de sus estomas y consecuente reducción de las pérdidas de agua, la clasifica como una planta que posterga el efecto del estrés hídrico evitando la sequía.

La variedad *Sani imilla*, reflejó una buena extracción de agua del suelo, un comportamiento estomático tolerante a la sequía, cierre progresivo de sus estomas y tasas transpiratorias y fotosintéticas no muy altas. Presenta una estrategia para reducir las pérdidas de agua, evitando y postergando el estrés hídrico al principiar la sequía, para luego mostrarse tolerante; mecanismos que le hacen responder a la variabilidad de las precipitaciones que se tiene en el Altiplano central boliviano.

## **Efecto de las sales en el agua de riego sobre el desarrollo vegetativo de tres variedades de papa en condiciones semi controladas**

*Milton Reynaldo ROCHA, Dr. Vladimir ORSAG CESPEDES, Ing. Jorge PASCUALI CABRERA*

T-72

1995

100 p

Con el objeto de estudiar la sensibilidad – resistencia de tres variedades de papa (Alpha, S. imilla y Luki), al contenido de sales en las aguas del río Desaguadero. Se estableció el experimento en condiciones semi controladas, donde se evaluaron las respuestas morfológicas y fisiológicas de las plantas al contenido de sales en el agua de riego. Las mismas que fueron sometidos a una frecuencia de riego paulatino, después de la emergencia, además de evaluar la calidad del agua en dicho río.

Las aguas del río Desaguadero tienen un contenido de sales que en un tiempo puede afectar a los suelos y cultivos. Los contenidos de Sodio varían desde 11.62, 11.83 y 14.32 meq/lt. en tanto que los contenidos de Cloro varían desde: 13.50. 15.0 y 16.0 meq/lt siendo estos los más significativos. Además de efectuar la calificación según las normas de Revirside, estas aguas se califican dentro los índices C3 S2 - C4 S3 para el primer segundo y tercer tramo siendo así aguas con un alto riesgo de salinización y un grado medio de alcalinización, tomando en cuenta todos los aspectos que califican a un agua, en el río Desaguadero, estos tienen ciertas limitaciones en su uso, según la evaluación, siendo en muchos casos aguas de riesgo para la agricultura.

Respecto al comportamiento del cultivo de papa, regadas con soluciones preparadas, simulando así el agua del río Desaguadero, sobre tres variedades. Los síntomas presentados se caracterizan por un marchitamiento paulatino y angostamiento de los folíolos en las plantas, presentando en algunos casos apariencia de un déficit de humedad y un paulatino necrosamiento del sistema foliar, y un desarrollo vegetativo poco común, en los tratamientos dos y tres, siendo en este último tratamiento más notorio los síntomas indicados.

En la evaluación agronómica, los rendimientos presentan una reducción en la producción desde: 63.74 - 84.47, 26.13 - 60.22 y 20.65 - 43.45 por ciento, para las variedades Alpha, S. imilla y Luki respectivamente, siendo las más afectadas las variedades Alpha y S. imilla. Por otro lado los contenidos de Sodio y Cloro se incrementan a medida que las plantas se desarrollan, teniendo una relación directa con la frecuencia de riego. Los contenidos mayores de sodio son siempre en los tratamientos dos y tres con: 75.20, 98.66 y 121.65 meq/100 gr m.s. para las variedades Alpha, S. imilla y Luki respectivamente. En tanto que los contenidos de cloro valores de: 82.13, 91.96 y 89.95 meq/100 g m.s. para el tratamiento dos.

El tratamiento tres presenta contenidos de sodio: 75.29, 171.35 y 90.38 meq/100g m.s. para las variedades Alpha, S. imilla y Luki respectivamente, este ultimo se caracteriza siempre por alcanzar los mayores valores en el área foliar, por las características y la particularidad de esta variedad de tener una habilidad de absorber mayor cantidad de agua o poseer una mayor fuerza de extracción de agua que la ubican como una de las variedades de papa tolerantes a factores, climáticos adversos y la ultima característica de ser tolerantes a las sales.

En tanto los potenciales hídricos de la planta, también sufren incremento significativos en los tratamientos dos y tres, tanto en los potenciales de equilibrio y mínimo, siendo que la variedad Luki que alcanza los mayores valores.

Debido a aspectos ya anotados la resistencia y susceptibilidad de las variedades de papa a las sales, cabe destacarla respuesta favorable de la variedad luki, calificándose como una planta tolerante a las sales; evaluación llevada a cabo en función al porcentaje de reducción en el rendimiento MAAS-HOFFMAN (1983).

Otro aspecto a anotar es la presión osmótica de la solución del suelo evaluada en base a la relación N° 1 y corregida por la relación N° 6 estos tienen una tendencia a subir paulatinamente a medida que transcurre el desarrollo de las plantas, uno de los aspectos a mencionar es la saturación de la solución de suelos con el contenido de sales en las aguas de riego. Siendo siempre los mayores valores en los tratamientos dos y tres, comparados con el tratamiento testigo.

## **Influencia de las características del suelo y la incorporación de materia orgánica en el comportamiento térmico de los Suka Kollu**

Berna MAMANI PORCO, Dr. Nicolás MARTINIC, Ing. M. Sc. Eduardo CHILON

T-141

1997

113 p

El presente trabajo de investigación se realizó en la campaña agrícola 1993/1994 en el sistema Suka kollu de Kallutaca perteneciente a EX-CORDEPAZ. De la provincia Los Andes, Cantón Laja a 20 km de la ciudad de La Paz. Cuya finalidad fue de determinar la influencia del suelo y la incorporación de la materia orgánica en el comportamiento térmico de los Suka kollu, bajo tres dosis de estiércol: 0.5 (T1), 1.0 (T2) y 1.5 kg/m<sup>2</sup> (T3) y el testigo sin materia orgánica. En el mes de noviembre de 1993 se empezó el trabajo sembrando papa de la variedad huaycha después de incorporar estiércol. Entre los parámetros estudiados se consigna principalmente la temperatura del suelo a diferentes profundidades con instrumentos convencionales hasta marzo, y en abril se instala los equipos Campbell y el graficador de temperatura, gracias a la ORSTOM y al IHH-UMSA, además se toma muestras para determinar las características físico-químicas del suelo. Del estudio efectuado se desprende lo siguiente:

Las dosis de materia orgánica incorporados permite comprobar variaciones en la humedad, porosidad y densidad aparente con respecto a la parcela testigo y la temperatura estos parámetros están en relación directa o inversa con el contenido de materia orgánica, como se observa al realizar regresión lineal y obtener correlaciones relativamente alta. Cuantitativamente los valores son los siguientes: Un gradiente de 0.07 °C por porcentaje de humedad, 0.13 °C de porosidad y un gradiente negativo de 2.51 °C por gr/cc de densidad aparente para la parcela testigo y los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, confirmando la necesidad de incorporar materia orgánica a suelos de camellones provenientes de horizontes alterados.

De los resultados encontrados en el estudio de la tendencia del suelo hacia la salinidad y la observación del sistema en general se puede decir, que para la calidad del agua de la zona y para suelos pesados con baja permeabilidad y bajo las condiciones pluviométricas de la región la construcción de camellones y la inversión de horizontes puede llevar a un proceso de salinización acelerado (0.25 mmhos/mes) en el testigo, que puede controlarse si se incorporan materia orgánica (T3 -0.01mmhos/mes) confirmando la ventaja del estiércol que controla la salinidad. La superficie de cada uno de los tratamientos presenta mayor temperatura que en el testigo, la diferencia en amplitud de oscilación es del orden del grado. Las temperaturas promedios en función de los tratamientos de acuerdo a ajustes lineales ofrecen una interpretación relativamente simple. Se observó que posee 0.05 °C por T/ha de materia orgánica, a 5 cm de profundidad, 0.03 °C por T/ha a 15 cm y prácticamente un gradiente de 0 °C por T/ha de materia orgánica a 30 cm de profundidad.

El comportamiento en época de heladas es muy similar al comportamiento mostrado por las amplitudes durante todo el periodo vegetativo del cultivo. Las oscilaciones de humedad del suelo por la precipitación durante febrero es efecto, tal vez, de la oscilación al interior del suelo y la cobertura del suelo por el cultivo, dando como resultado promedio una mayor oscilación en las parcelas con dosis alta de materia orgánica, y no así para el tratamiento T2 y T1 cuyo comportamiento es mejor al Testigo y cuyas dosis de materia orgánica son las más reales que se usa en el altiplano.

Se aplica el modelo de Martinic (1996) siendo la hipótesis del trabajo la geometría de Suka kollu, el comportamiento de la atenuación de la amplitud de la oscilación diaria de la temperatura muestra una mayor atenuación para mayor materia orgánica, la atenuación se la puede representar de tipo lineal. La interpretación cualitativa del modelo involucra una capa más espesa de mayor temperatura a mayor materia orgánica. Se presenta un cálculo aproximado del coeficiente de conducción térmica en función de la materia orgánica obteniendo: para T1 0.00976, T2 0.00987 y T3 0.00898, mientras que para el testigo 0.01119 cm<sup>2</sup>/seg. El rendimiento de tubérculos en camellones bajo tres dosis de materia orgánica presentan diferencias significativas con relación al testigo, sobresaliendo el tratamiento T3 (15 T/ha) dosis alta de materia orgánica con un rendimiento de 16.5 T/ha, en segundo lugar T2 (10 T/ha) con 9.85 T/ha, luego T1 (5T/ha) con 5.40 T/ha y al final el testigo con 4.95 T/ha. Estos rendimientos son altos en comparación con los obtenidos en el altiplano. Sin embargo, el tamaño de los tubérculos fue mayor para el tratamiento T2 dosis media.

## Evaluación de clones avanzados y variedades de papa amarga por su tolerancia a heladas en el Altiplano Central

Víctor Hugo MENDOZA CONDORI, Ing. Willman GARCÍA, Ing. Félix PALENQUE, Lic. Eduardo CARVAJAL

T-147

1997

118 p

De todos los factores climáticos adversos en el Altiplano de Bolivia, las heladas son las de mayor importancia ocasionan pérdidas del 83% del total de la producción de papa en el país, (Mac Lean, 1992). Ante estas adversidades el Altiplano presenta un buen número de variedades de papa con tolerancia a factores bióticos y/o abióticos. Al respecto, el Programa de Investigación de la Papa (IBTA-PROINPA) está trabajando con estos genotipos en la obtención de clones tolerantes a heladas, pero no se sabe con precisión la causa de tolerancia a heladas de estos genotipos ya que el carácter de tolerancia es poligénico, sin embargo se conoce que las variedades de papa amarga (*Solanum juzepczukii* y *Solanum curtilobum*) son tolerantes a heladas por su constitución cito-morfológica siendo ésta una característica principal de tolerancia, pero estas variedades poseen un elevado contenido de glicoalcaloides, lo que las hace poco comestibles en su estado fresco (Estrada, 1992), consecuentemente se atraviesa con el desconocimiento del contenido de glicoalcaloides del híbrido mejorado. De esta forma se hizo necesario realizar y llevar adelante el presente trabajo de investigación sobre clones avanzados y variedades de papa amarga con tolerancia a heladas, con la finalidad de estudiar y evaluar las características de los mismos, durante el ciclo vegetativo del cultivo y post cosecha, lo que permitió determinar algunos de los aspectos agrobiológicos peculiares de los cultivares estudiados. El trabajo se realizó en dos fases:

1) Evaluación de campo: Se utilizaron para el estudio 47 genotipos (clones avanzados y variedades de papa amarga) de procedencia del Programa de Investigación de la Papa, esta evaluación se realizó en la Estación experimental de Choquenaira (UMSA). El método empleado Consistió en: a) Selección de genotipos en base al grado de tolerancia a heladas de acuerdo a la escala (1-9) de Mendoza y Estrada (1979). b) Determinación del grado de rebrotamiento (Huaman *et al.*, 1977; Cahuana, 1993).

2) Evaluación de laboratorio: Esta fase fue realizada en los laboratorios de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y Centro de Investigaciones Nucleares (CIN-IBTEN). De los genotipos seleccionados se estudiaron al microscopio el; Número-longitud de células y estomas por unidad de superficie, número de cloroplastos y tipo de células; también se estudio el número de capas de tejido de empalizada, con la técnica de la microfotografía; el análisis de los datos se realizó bajo un diseño completamente al azar. La determinación de los glicoalcaloides se realizó en los laboratorios del Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas e Instituto de Investigaciones Químicas (IIFB, IIQ-UMSA); cuyo procedimiento consistió en la: extracción, purificación, determinación y cuantificación.

3) Evaluación agroclimática: Esta evaluación se realizó con la ayuda de instrumentos de registro agroclimático in situ. Consistió en el registro de datos relacionados a las heladas; temperaturas, humedad relativa, precipitación, radiación y humedad del suelo. Con estas evaluaciones hechas durante las campañas 93-94 y 94-95 se determinaron los siguientes resultados.

Durante la gestión agrícola 93-94 en el Altiplano Central se presentaron varias heladas, la de mayor importancia fue la registrada en fecha 11-1-94 con una duración de 3 horas y una temperatura de -4.7°C. Esta helada ayudó a determinar que los clones; 84-34-2, 90-10A.1, 90-11A.7, 90-20-18, 90-239-4 y 90-245-14 y las variedades amargas; Luk'y rosada, L. negra, L. Sayt'o, L. yuraj, L. kheto, L. largo, L. kaisalla, K. qollu y Sisu blanca, tienen buena tolerancia a heladas debido a sus características fenotípicas positivas, asimismo fueron seleccionadas para ser estudiadas en laboratorio descartándose los demás genotipos. Respecto al rebrotamiento, se determinó que los clones manifiestan esta característica con mayor eficiencia. En cuanto al estudio citomorfológico realizado en laboratorio, se observó que las variedades de papa amarga tienen mayor número de estomas y células por mm<sup>2</sup> doblando este número al de los clones tolerantes a las heladas, concordando estos resultados con lo reportado por Estrada (1992). Sin embargo no se pudo evidenciar las capas de empalizada debido a la técnica empleada Durante la gestión 94-95 se desarrolló la metodología de obtención de glicoalcaloides de *Solanum* sp con el se determinaron los siguientes resultados; en los clones avanzados la concentración de glicoalcaloides está en un orden de menos a una posición intermedia en relación a las variedades de papa amarga que tienen un alto contenido de glicoalcaloides, estos resultados obtenidos tienen gran similitud a los reportados por Schmiediche, 1977 y Tapia, 1988. Con los datos agroclimáticos se observó que la frecuencia de heladas en la zona de Viacha, es de alto riesgo como se pudo determinar en los meses de Enero y Febrero la probabilidad que se presenten heladas en pleno desarrollo del cultivo es alta, además de que las condiciones agroclimáticas

tienen mucho que ver con la producción final del cultivo, es así que se tiene las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Se seleccionaron seis clones y nueve variedades de papa amarga con tolerancia a heladas y buenas características de precocidad, rebrotamiento y rendimiento además de poseer estos genotipos estructura semi-arrosetada y arrosetada. Del estudio cito-morfológico se determinó que el número de estomas y células de las variedades de papa amarga es superior al de los clones avanzados. Los estomas de los clones avanzados tienen mayor longitud que las variedades de papa amarga, asimismo el número de cloroplastos en clones como en variedades amargas es superior en el envés de la hoja. No existen diferencias significativas aparentemente en el tipo de células de los genotipos seleccionados con tolerancia a las heladas. El número de capas de empalizada no se pudo determinar no obstante se observó que las variedades de papa amarga tienen mayor tejido esclerenquimático. Se logró obtener una metodología con el cuál se puede determinar, la cantidad y el número de glicoalcaloides de la papa (*Solanum sp.*), con esta metodología se determinó que los clones seleccionados tienen en su mayor parte, bajo contenido de glicoalcaloides, permitiendo también realizar una clasificación de genotipos con características de dulce o amargo. Y finalmente se evidenció que el Altiplano Central tiene una alta probabilidad de heladas durante el ciclo agrícola, confirmándose además que las heladas en esta zona son del tipo radiactivo.

Se recomienda, buscar técnicas para la reproducción y conservación de los genotipos seleccionados, para garantizar el producto constantemente, ya que estos pueden representar una alternativa para la economía del campesino. En cuanto a las variedades amargas por tener tolerancia genética a las heladas es necesario que se implanten programas de fitomejoramiento relacionados a bajar el contenido de glicoalcaloides que es la principal desventaja para la baja producción. Para posteriores evaluaciones de genotipos con tolerancia a heladas se recomienda realizar observaciones directas al microscopio, principalmente de las características, citomorfológicas, ya que estos parámetros considerados son los más importantes para determinar la tolerancia a heladas en las especies de papa. Con relación a la metodología encontrada para la determinación de glicoalcaloides debido a su sencillez se recomienda afinarla y utilizarla para cuantificar los glicoalcaloides de otros genotipos y clasificar las variedades nativas de papa en dulces o amargas. Finalmente se recomienda utilizar los clones seleccionados como progenitores para el establecimiento regional de genotipos con tolerancia a heladas.

**Parámetros agrofisiológicos del desarrollo y crecimiento de los cultivos: papa (*Solanum tuberosum*); Oca (*Oxalis tuberosa* Mol) e Isaño (*Tropaeolum tuberosum* R.) en Toralapa, Cochabamba**

Clemente QUISPE CONDORI, Dr. André DEVAUX, Ing. Agr. M.Sc. Jorge PASCUALI CABRERA, Ing. Silvia GONZALES

T-173

1997

110 p

En la gestión agrícola 1995-1996 se evaluó los parámetros agrofisiológicos del desarrollo y crecimiento de los cultivos papa, oca e isaño en la Estación Experimental Toralapa (3 450 msnm), Cochabamba.

Se realizaron observaciones en las fases de desarrollo considerando los macroestadios (% de emergencia, inicio a la tuberización, inicio a la floración y madurez fisiológica). Para el análisis de crecimiento se efectuaron muestreos destructivos periódicamente para obtener el peso seco de los diferentes órganos de la planta. El estudio tuvo un carácter descriptivo en base a regresiones polinomiales y logísticas.

Los resultados obtenidos demostraron que la papa (var. Waych'a) es más precoz en el desarrollo respecto a la oca e isaño llegando a su completa madurez fisiológica los 175 DDS (Días Después de Siembra). La oca (var Puka ñawi) e isaño (var. Anaranjada) requieren un periodo mayor a los 200 DDS para llegar a su completa madurez fisiológica.

Los tres cultivos completan sus fases de crecimiento en diferentes periodos, además se ha observado que el cultivo de oca requiere un mayor tiempo para llegar a completar su última fase de crecimiento. La papa presenta una Tasa de Crecimiento de Cultivo mayor (26.9 g/m<sup>2</sup>\*día) respecto a la oca e isaño (9.9 y 17.31 g/m \*día). La papa presenta también un mayor Índice de Área Foliar (4.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) respecto a la oca e isaño (2.5 y 3.6 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>). En cuanto al rendimiento final, se registró 30.3 t/h en la papa, 21.9 t/h en la oca y 33.2 t/h en el isaño. Cabe mencionar que el isaño presenta un mayor contenido de agua en tubérculos (90%) frente a la oca (84%) y la papa (75.1%).

La incidencia de helada afectó ampliamente en la papa bajando su Potencial Hídrico Foliar de equilibrio a -0.76 MPa, respecto a la oca e isaño estos dos cultivos presentan mecanismos que les permite resistir este fenómeno climatológico. En cuanto al Potencial hídrico foliar mínimo, se observó la susceptibilidad en el cultivo de la papa al déficit hídrico que se expresa más ampliamente en horas de la tarde respecto a los otros cultivos. A medida que los cultivos avanzan hacia la madurez fisiológica, su potencial hídrico disminuye con la edad del cultivo.

Respecto al Contenido Relativo del Agua Foliar (CRAF), se observó diferencias en horas de la mañana donde la oca registró un mayor CRAF 96%, el isaño con 95% y la papa con 91% a los 140 DDS. La incidencia de la helada ha hecho que los tres cultivos disminuyan respecto al CRAF. Respecto al CRAF de la tarde, se observó una amplia diferencia entre los cultivos donde la oca registró aproximadamente un CRAF de 91%, el isaño en 87% y la papa disminuye marcadamente. Al igual que el Potencial Hídrico Foliar, el Contenido Relativo de Agua Foliar se reduce conforme los cultivos avanzan hacia la madurez fisiológica.

Se ha registrado diferencia en el comportamiento fotosintético de la planta entre las lecturas efectuadas en horas de la mañana y la tarde. En horas de la mañana, la actividad fotosintética es mayor producto de contar con una temperatura óptima, una menor evapotranspiración produciendo un adecuado uso de agua por la planta, lo que no ocurre por la tarde, el mismo que está influenciado por la radiación global elevada, produciendo una mayor evapotranspiración, temperatura elevada y ocasionando el cierre de estomas de las plantas.

En los tres cultivos en horas de la mañana se registró las máximas tasas fotosintéticas a una resistencia baja, en las fases de tuberización y Desarrollo vegetativo, y en la última fase de Senilidad. La resistencia estomática aumenta y la actividad fotosintética disminuye esto producto de la edad de la planta. En horas de la tarde se observa que en los tres cultivos, la resistencia estomática se presentó desde un nivel medio (8 - 16 m<sup>2</sup>\*s/mol) a un nivel mayor a 16 m<sup>2</sup>\*s/mol y la actividad fotosintética disminuye a medida que avanza su ciclo vegetativo. La papa y el isaño expresaron mejor su potencial productivo en el manejo de cultivo y condiciones agroclimáticas de Toralapa, donde se registró una temperatura promedio de 9.9 °C y una precipitación acumulada de 623 mm. Estas condiciones no fueron óptimas para el desarrollo del cultivo de oca.

## **Vulnerabilidad y opciones de adaptación del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) al cambio climático para condiciones de Altiplano y Valles utilizando modelos de simulación**

Juan Carlos TORRICO ALBINO, Ing. M.Sc. René CHIPANA RIVERA, Ing. Eduardo OVIEDO FARFÁN

T-236

1998

123 p

En los últimos diez años se han reportado cambios sustanciales en el clima que está afectando al ecosistema del planeta tierra en general. Ha contribuido a este fenómeno sin duda la actividad humana, el crecimiento industrial, la explosión demográfica y la degradación del medio ambiente está repercutiendo en la emanación de gases como el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano(CH<sub>4</sub>), Monóxido de Nitrógeno (N<sub>2</sub>O) entre los más importantes. La mayor concentración de estos gases en la atmósfera provoca el efecto invernadero.

La preocupación a nivel mundial ha crecido es así que en 1988 se crea el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) con los objetivos generales de realizar investigaciones sobre el tema, plantear soluciones y concertar entre todos los países soluciones viables y ecuanímes. Bolivia ratifica su participación en 1994 comprometiéndose de esta manera a realizar estudios en primera instancia sobre Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, Análisis de Vulnerabilidad y Adaptación de ecosistemas, y medidas de mitigación. Para este fin se crea el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC). El estudio de Vulnerabilidad y Opciones de Adaptación del Cultivo de Papa al Cambio Climático es parte de estos estudios.

Para realizar este estudio se procedió a la utilización de diferentes modelos de simulación, entre éstos nombrarnos a los de Circulación General que permitiese estimar el clima futuro en base a datos históricos, también modelos de simulación de crecimiento de cultivos como el DSSATv3. Para fines de estudio de vulnerabilidad al cambio climático se trabajó variando los parámetros climáticos de temperatura, precipitación, radiación solar.

Utilizando la metodología normal de simulación, se trabajó para la Estación Experimental de Choquenaira y Toralapa lográndose calibrar parámetros de genotipo del cultivo de papa para la variedad Sani imilla que es la más difundida a nivel nacional, también parámetros sobre estacionalidad del cultivo, drenaje, etc., luego de calibrado el modelo para condiciones propias se procedió a la validación, el cual nos dio un nivel de confianza del modelo de un 91% y un margen de error de estimación del rendimiento de más menos 2 ton ha<sup>-1</sup>.

Luego de la validación se procedió al análisis (la sensibilidad variando los datos de temperatura y precipitación, concentración de CO<sub>2</sub>, etc. Para finalmente realizar el análisis de vulnerabilidad y adaptación del cultivo de papa al cambio climático.

El análisis de vulnerabilidad mostró en primera instancia que el cultivo de papa es sensible al cambio climático, tanto en el altiplano como en los valles, algo más en el primero. Mostró también que bajo los escenarios de Circulación General arrojados por el modelo MAGICC para un escenario optimista y pesimista los rendimientos se incrementan a razón de 4.6% y 1.7% por cada 10 años para las zonas respectivamente. Con el doblamiento de la concentración de CO<sub>2</sub> incrementos adicionales de 6.6 y 4.6 respectivamente.

A partir del año 2030 este efecto favorable tiende a ser negativo por la mayor tasa de evapotranspiración, los rendimientos empiezan a decrecer a consecuencia de la poca compensación de la pérdida de agua por parte del cultivo. La medida de adaptación más eficiente es la adición de agua a los cultivos a través del riego, incrementos entre 50 y 180 mm han mostrado incrementos en el rendimiento de 30 a 60%.

El adelantar o retrasar la siembra de la fecha acostumbrada entre más menos 25 días no representa significancia en el rendimiento. A partir de los 30 días se advierte falta de agua y ocurrencia de heladas.

Se puede indicar que el cambio climático en general es favorable para la producción de papa en las regiones del altiplano y valles, no obstante, se hace necesario la aplicación de agua adicional a través del riego.

## Evaluación microclimática de tres métodos de protección contra heladas en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Altiplano Norte

Dionicio CONDORI MAQUERA, Ing. Agr. M.Sc. René CHIPANA RIVERA, Ing. Agr. M.Sc. Magali GARCÍA CÁRDENAS Lic.  
Alfonso VELARDE CHÁVEZ

T-285

1999

105 p

En la Granja Experimental Universitaria "Kentupata", situada en la localidad de Tambillo, provincia Los Andes del departamento de La Paz a 55 km al este de la misma ciudad, se ejecutó el proyecto de investigación titulado "Evaluación microclimática de tres métodos de protección contra heladas en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en el Altiplano norte" en la campaña agrícola 1996-1997. La zona se sitúa a 3850 msnm cuyas características climáticas son influenciadas por el lago Titicaca, presentando una temperatura media que oscila entre 7°C, la precipitación pluvial de 612mm anual. Geográficamente se encuentra situado a 16° 34' latitud sud y 68° 31' longitud oeste, en el Altiplano Norte de Bolivia.

Los objetivos perseguidos fueron: buscar métodos alternativos de protección contra heladas que sea técnicamente eficiente y económicamente viables para este sector. Para lo cual se seleccionó tres métodos de protección que son las barreras vivas (BV) (se escogió la kiswara, por la mayor difusión en la zona adyacente al estudio), Riego por aspersión (RA) y Velos protectores (VP); para determinar la influencia sobre el microclima se instalaron instrumentos meteorológicos sensibles en un corte suelo-ambiente que permita evaluar los parámetros microclimáticos sobre el cultivo en presencia de heladas. Para evaluar sobre la influencia agronómica de los métodos frente a las heladas, se procedió a la siembra de papa variedad "huaycha", por la gran importancia socio económica a nivel local y nacional.

Para ello se registraron parámetros microclimáticos como temperatura, humedad ambiental, velocidad del viento, temperatura del suelo y temperatura foliar, en días con presencia de helada, cada dos horas durante las 24 horas del día; además se tomó mediciones anexas como análisis térmico, físico y químico de suelos a fin de concentrar mayor confiabilidad de datos. Los resultados en los microclimas fueron favorables para los métodos de protección, hubo ganancia de temperatura, aproximadamente en 3.70; 1.92; 1.23°C para VP, BV y RA, respectivamente, comparando con el tratamiento testigo (TE). La humedad relativa fue, superior en los métodos en 5.17, 5.26 y 4.73% para BV, RA y VP, respectivamente; estos datos aunque estadísticamente no son significativas, fueron determinantes para mitigar en gran manera el efecto de las heladas sobre el cultivo. La velocidad del viento en BV fue inferior en 50% con relación a la parcela no protegida. El coeficiente de atenuación ambiental ( $d$ ) encontrados en los métodos de protección fue de 5.66, 7.14 y 5.40 metros para TE, BV y RA, respectivamente, lo cual significa que el tratamiento BV es el que más influye en la retención del calor sobre el medio del cultivo; para el tratamiento VP este factor no se adecua para su interpretación porque el comportamiento microclimático dentro los cobertores pertenece a una dinámica microambiental diferente a los demás tratamientos.

En el subsuelo, se hizo mediciones de temperaturas a 0, 5, 10, 20 y 40 cm de profundidad, donde los métodos tuvieron poca influencia sobre este parámetro. Sobre las propiedades térmicas del suelo, hubo influencia similar al comportamiento de la humedad del suelo, pues en días con helada no se registran precipitaciones, entonces el suelo pierde gradualmente la humedad. El coeficiente de atenuación ( $d$ ) en el suelo obtenido por el método de análisis armónico, fueron 21.07, 18.87, 22.58 y 10.14 cm, para TE, BV, RA y VP, respectivamente donde el método VP tuvo mayor influencia en la fluctuación térmica.

El rendimiento fue superior en los tratamientos aplicados con 32,33 y 31 t/ha para BV, RA y VP, respectivamente, mientras que en TE el rendimiento fue de 25 t/ha. En general fue favorable el rendimiento, en virtud al buen comportamiento del clima en esta gestión y además de la buena fertilidad del suelo, sin embargo la superioridad con relación al TE, se debió al ataque de heladas en plena floración donde justamente se vió la influencia sobre mitigación de los métodos aplicados. El cultivo fue atacado por el *Premnotrypes* sp. en la BV y por *Spongospora subterranea* en los tratamientos RA, VP y TE, entendiéndose la influencia de los métodos en el desarrollo de diferentes patógenos.

Económicamente fue favorable el método RA y BV con B/C de 2.31 y 2.62, la TRM para los mismos tratamientos fue de 84.3 y 130.8% respectivamente.

## **Efecto de cobertor plástico en el cultivo de la papa en una comunidad de Corocoro, de la provincia Pacajes**

*Beatriz Marina QUISPE ARUQUIPA, Ing. Agr. M.Sc. Efraín POZO CORNEJO, Ing. Agr. M.Sc. Félix ROJAS PONCE*

T-304

1999

91 p

Las heladas son un factor limitante para la agricultura en el Altiplano boliviano, reduce la producción de los cultivos en general, y sobre el cultivo de papa en particular. En el Altiplano Central, las pérdidas son del 15 a 88% de la cosecha.

Bajo estas condiciones la producción de papa y la disponibilidad de alimentos derivados de este tubérculo se ven afectados negativamente lo cual incide directamente en la economía campesina. Por estas consideraciones y reconociendo la alta importancia del tema de las heladas y de los efectos graves que producen, se vio la necesidad de buscar un método efectivo de lucha contra este fenómeno climático. Es así que se determinó el uso de cobertor plástico como una alternativa para contrarrestar el efecto de las heladas.

El presente trabajo de investigación "Efecto de cobertor plástico en el cultivo de papa en una comunidad de Corocoro de la Provincia Pacajes", se llevó a cabo en el Altiplano Central, en la Comunidad de Kantupata a 3840 m.s.n.m., ubicada a 140 km de la Ciudad de La Paz. El trabajo experimental se inició en octubre de 1997 y finalizó en abril de 1998.

Para ello se evaluaron dos variedades de papa: Gendarme y Luki, bajo el sistema cobertor plástico y campo abierto. Para el análisis estadístico se utilizó el diseño bloques al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. La comparación de medias de los tratamientos se realizó por la prueba de Contrastes Ortogonales al nivel del 5%. Estas comparaciones fueron llevadas a cabo con la ayuda del programa estadístico MSTATC.

La ocurrencia de heladas durante el ciclo del cultivo permitió evaluar el daño foliar en las plantas de papa. Durante este periodo la helada que más daño causó a las variedades fue la que ocurrió el 1° de febrero de 1998 (Candelaria). Para ello se realizaron tres evaluaciones: el primer día que se presentó la helada y las dos subsiguientes cada 20 días.

El rendimiento, con cobertor plástico (Luki y Gendarme), fue de 15 y 16 tn/ha. Y los tratamientos testigos o a campo abierto alcanzaron rendimientos de 11 tn/ha en la variedad Gendarme y 13 tn/ha en la variedad Luki, esta diferencia es atribuida a la helada de -4.5°C ocurrida, durante las fases fenológicas (pre floración y floración) del cultivo de la papa.

Para evaluar el cobertor plástico, se efectuaron mediciones de temperaturas, dentro de la misma verificándose que se obtiene una ganancia de 3.5°C, en los tratamientos con cobertor, comparados con las mediciones de temperatura a campo abierto de los tratamientos sin cobertor.

De acuerdo al análisis económico para los tratamientos, se tiene que el mayor ingreso bruto, corresponde al tratamiento Gendarme con cobertor, seguido del tratamiento Gendarme sin cobertor. A su vez los tratamientos Luki con cobertor y sin cobertor presentaron un bajo ingreso bruto anual.

Con respecto a la relación beneficio costo (B/C), se tiene que el tratamiento Gendarme sin cobertor, presentó el mayor ingreso con una relación B/C de 1.50, valor que indica que por cada boliviano invertido se obtiene una ganancia de 1.50 bolivianos. En segundo lugar se tiene el tratamiento Gendarme con cobertor, con una relación B/C de 1.10, lo que indica que por cada boliviano invertido se tiene una ganancia de 1.10 bolivianos y finalmente se tiene a la variedad Luki sin cobertor con B/C de 1.0, lo que indica que por cada boliviano invertido se obtiene un retorno de 1.0, lo que significa que no se gana ni se pierde.

## **Evaluación del uso de tubérculos pequeños como unidades de siembra en la producción de semilla de papa**

*Eleuterio CONDORI MAMANI, Ing. Agr. M.Sc. Javier AGUILERA, Ing. Eduardo OVIEDO*

T-314

1999

55 p

En la Estación Experimental de Patacamaya (Prov. Aroma) del departamento de La Paz, se estableció el ensayo con la finalidad de evaluar el uso de tubérculos pequeños como unidades de siembra en la producción de semilla de papa en los cultivares Imilla Negra y Khetu Luki.

En todo el ciclo fenológico de los cultivares se realizaron los respectivos cuidados y tratamientos fitosanitarios acorde a las exigencias y necesidades de los cultivares.

El porcentaje de emergencia a los 22 días después de la siembra (dds) no se pueden apreciar las diferencia entre los tratamientos en ambos cultivares, pero a partir de los 29 dds las diferencias son notables favorables al T3 con el mayor porcentaje de emergencia seguido de T2 y finalmente el T1.

Con respecto al número de tallos, fue el T3 con el mayor número de tallos seguido de T2 y T1.

En la cobertura foliar se encontró altas diferencias para el cultivar Imilla Negra en los tratamientos T1 al T3 a los 141 dds. En el cultivar Khetu Luki las diferencias no son notables.

A la cosecha se determinó el rendimiento en peso y número registrándose rendimientos favorables para el T3 con 4,8 kg frente a 4,11 kg del T2 del cultivar. I. Negra y en el caso del cultivar K. Luki para el T3 fue de 3.6 kg y para T1 fue de 2.5 kg.

Realizados el análisis marginal del T1 al T3 del c.v. I. Negra obtuvo una TRM de 643.5%. En el c.v.K, Luki la mayor TRM fue para T2 al T3 con 1133.19%.

## **Selección de cultivares nativos de papa de diferentes especies (*Solanum x ajanhuiri*; *S. x juzepczukii* y *S. tuberosum ssp. andigena*) por su respuesta a bajos niveles de fósforo**

Ernesto Martín MORALES MAMANI, Ing. M.Sc. Efrain POZO, Ing. Jorge PASCUALI, Ing. Bruno CONDORI

T-319

2000

76 p

El cultivo de la papa es uno de los tubérculos de importancia social y económica de la región del Altiplano, que tradicionalmente se cultiva con abonamiento orgánico. En los últimos años, en la región del Altiplano se ha introducido la fertilización química con resultados poco satisfactorios; debido a las características agroclimáticas que limitan la producción de los diferentes cultivos.

Existen varios factores que limitan la producción del cultivo de papa, entre los cuales está el problema de los cultivares y la fertilidad de los suelos; principalmente en lo que concierne al elemento fósforo; donde en la mayoría de los suelos de la zona Andina es una limitante.

Considerando los aspectos señalados, el presente trabajo de investigación tuvo los siguientes objetivos:

- Determinar el potencial de rendimiento de los cultivares en condiciones de baja fertilidad de fósforo.
- Evaluar el comportamiento agronómico de los cultivares nativos por su respuesta a bajos niveles de fósforo.
- Determinar las eficiencias de uso y asimilación de fósforo de los cultivares estudiados.
- Evaluar la calidad culinaria de los cultivares seleccionados.

El ensayo se estableció en la Estación Experimental de Patacamaya situada en la provincia Aroma del Departamento de La Paz, en la campaña agrícola 1997 – 1998.

El material genético estuvo constituido por los cultivares: Runa Amarga, Kala Ajahuiri, Sani Negra, Chojlla Luk'i, Majarillo, Sani Imilla, Waych'a, Imilla Negra, K'eto Luk'i, Wila Imilla, Bola Luk'i, Yacu Imilla, Pukañawi, Gendarme y Moroko Luk'i. Los niveles de fertilización fueron: 0, 40 y 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

El diseño estadístico empleado fue el de Bloques al Azar con arreglo en parcelas divididas, donde los cultivares fueron ubicados en las parcelas principales y en subparcelas los niveles de fósforo.

Durante el experimento se evaluaron el porcentaje de emergencia, altura de planta, cobertura foliar, número de tallos por planta, rendimiento biológico, rendimiento agronómico, índice de cosecha y calidad culinaria. También se determinaron las siguientes variables: eficiencia de utilización de fósforo, eficiencia de asimilación de fósforo, índice de eficiencia y recuperación del fósforo.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los cultivares Wila Imilla, Sani Imilla y Chojlla Luk'i tuvieron buenos rendimientos de tubérculo fresco en promedio y estadísticamente fueron similares entre los niveles 0 y 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

La mayor eficiencia de asimilación de fósforo lo obtuvieron los cultivares Wila Imilla y Bola Luk'i con 19 y 16 % respectivamente. En tanto, que los cultivares Gendarme y Pukañawi obtuvieron las mayores eficiencias de utilización de fósforo con 610 y 519 kg/kg respectivamente.

Se identificaron cultivares que presentan buena producción de materia seca total con buena respuesta al fósforo, buena producción de materia seca total con pobre respuesta al fósforo y pobre producción de materia seca total con buena respuesta al fósforo.

Los cultivares seleccionados, Wila Imilla y Sani Imilla mostraron regular aceptación tanto en sabor, harinosidad, consistencia y textura.

## **Caracterización preliminar del banco de germoplasma de papas nativas del Altiplano Norte en la Estación Experimental Belén**

*Mery QUISPE USNAYO, Ing. Agr. Félix MAMANI REYNOSO*

T-323

2000

141 p

El presente estudio de Caracterización Preliminar del Banco de Germoplasma de papas nativas del Altiplano Norte se llevó a cabo, durante el año agrícola 1995/96, en la Estación Experimental Belén dependiente de la Facultad de Agronomía, ubicado a 3 km de la localidad de Achacachi, Provincia Omasuyos del departamento de La Paz, la estación se encuentra a 3816 msnm, 16°00'53" de Latitud Sur y 68°41'57" de Longitud Oeste.

El estudio comprendió la caracterización Agro-morfológica de 102 accesiones de papa, utilizando los descriptores elaborados por el Programa Germoplasma de Cultivos Andinos (1995) basados en los descriptores propuestos por Huamán (1977), Cahuana (1984) y Lescano (1994). Se tomaron un total de 41 caracteres agro-morfológicos en 10 plantas marcadas al azar por cada accesión; de los cuales 33 son cualitativos y 8 cuantitativos. Los datos sobre caracteres agro-morfológicos obtenidos, fueron analizados mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis de Conglomerados (AC) y la evaluación de rendimiento, con lo cual se verificó la existencia de 6 cultivares de papa: Luk'i, Imilla, Ajahuri, Phiñu, Pala y Pitiquiña.

En el cultivar Luk'i, mediante el Análisis de Componentes Principales, se logró en los tres primeros componentes, una variación total de 89,66% y el 11,44% al resto de los componentes. Por el análisis de Conglomerados, las accesiones se distribuyeron en 7 grupos, en los que se identificaron las características más sobresalientes como ser: color de la flor, color predominante y secundario de la piel del tubérculo, vigor a la emergencia. El grupo 7 obtuvo el mayor rendimiento con un promedio de 18,79 TM/ha y contrariamente el grupo 3 logró un rendimiento menor de 4,11 TM/ha.

Mediante el ACP en el cultivar Imilla, muestra una variación total de 92,21% para los tres primeros componentes y por el AC, las accesiones se distribuyeron en 7 grupos, con caracteres potencialmente importantes como ser: Color de la flor, color predominante y secundario de la piel del tubérculo, vigor a la emergencia. Siendo el grupo 3 el de mayor rendimiento con un promedio de 9,93 TM/ha y el grupo 4 un rendimiento de 4,62 TM/ha.

El cultivar Ajahuri a través del ACP, en los dos primeros componentes existe una variación total de 99,05% y por el AC, las accesiones se distribuyeron en 2 grupos. Siendo la accesión 93 la de mayor rendimiento con un promedio de 8,00 TM/ha.

En el cultivar Phiñu, mediante el ACP, los tres primeros componentes muestran una variación total de 95,50% y por el AC, las accesiones se distribuyeron en 3 grupos. La accesión 41 logró un rendimiento promedio de 9,40 TM/ha.

En el cultivar Pala, mediante el ACP, en los tres primeros componentes existe una variación total de 95,97%, y por el AC, las accesiones se distribuyeron en 2 grupos. En el análisis de rendimiento la accesión 66 obtuvo un rendimiento de 13,50 TM/ha.

En el cultivar Pitiquiña, mediante el ACP, en los dos primeros componentes existe una variación total de 98,19%, y por el análisis de Conglomerados, las accesiones se distribuyeron en 2 grupos. De todas las accesiones la 38 logró el mayor rendimiento con un 6,70 TM/ha.

Estas características agro-morfológicas identificadas en los diferentes cultivares podrán servir como una base de información para futuros estudios sobre la productividad y producción de estos cultivares de acuerdo al interés del fitomejorador.

## **Evaluación de componentes para la implementación de un manejo integrado del nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.)**

Gustavo PACAJE CHOQUE, Ing. Ph. D. Javier FRANCO, Ing. Raúl ESPRELLA, Ing. René TERÁN CÉSPEDES

T-327

2000

102 p

Durante la campaña agrícola 1995-96, en la Granja Experimental y Productiva de Radio San Gabriel, se realizó un estudio en campo, para probar diferentes métodos de control del nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.) y así poder determinar los mejores métodos de control de este nematodo en el marco de un manejo integrado de esta plaga.

Se estudió el efecto de diferentes especies cultivadas y prácticas culturales sobre la densidad de *Globodera* spp. en el suelo (tres clones de papa para resistencia a *Globodera pallida*, el cultivar de papa Sani Imilla que es susceptible a *Globodera* spp., un control químico de nematodos, abono verde de haba, cultivo de haba, cultivo de cebada y parcela en descanso). Asimismo, se evaluó la incidencia del nemátodo quiste de la papa en los clones y cultivares de papa considerados en este estudio. El experimento se desarrollo en campo y en condiciones de secano.

En los cultivos de papa, cebada y haba, se realizaron muestreos de suelo antes de la siembra y después de la cosecha de cada cultivar a objeto de determinar el incremento o disminución de la población de nematodos. Para el abono verde, los muestreos correspondieron a la siembra, primera cosecha y luego muestreos mensuales durante la descomposición de la materia verde en el suelo al igual que en el descanso del suelo, también se evaluaron raíces de plantas de papa para determinar el grado de agresividad de los nematodos y rendimientos de los diferentes cultivos.

Como método de control destacó la practica cultural del abono verde con una reducción de 41 por ciento en la población de nematodos, seguida por los cultivos de haba, cebada y descanso del suelo (25, 23 y 24 por ciento de reducción, respectivamente).

La práctica cultural del abono verde de haba redujo la población de nematodos principalmente durante la etapa de descomposición de la materia verde en el suelo, que va a partir del segundo mes hasta el tercer mes de su incorporación, después, la población de nematodos del quiste tiende a mantenerse constante.

El control químico aplicado en sobredosis y a la siembra, redujo la población de nematodos en 12 por ciento, y a consecuencia de ello, los rendimientos en tubérculos fueron relativamente mayores por efecto del nematicida aplicado.

Contrariamente, en la parcela con cultivo de papa variedad Sani Imilla, se registró el aumento más significativo de la población de nematodos ya que ésta se elevó en 90 por ciento, demostrando Sani Imilla su susceptibilidad a *Globodera* spp.

En general, los tres clones de papa resistentes incrementaron la población de nematodos en el suelo, sin embargo, al identificarse la presencia de las dos especies (*G. pallida* y *G. rostochiensis*); se asume que todo incremento de la población de nematodos se debió fundamentalmente al desarrollo y multiplicación de *G. rostochiensis* ya que los clones tienen referencias de resistencia genética sólo a *G. pallida*.

## Diseminación de nematodos en tubérculos semilla de papa de los agricultores, en el Altiplano Central del departamento de La Paz

Petrona MARISCAL QUENTA, Ing. Teresa RUIZ DÍAZ

T-329

2000

151 p

Se realizó un estudio sobre la diseminación de los nematodos *Nacobbus aberrans* y *Globodera* sp. a través del tubérculo-semilla provenientes del sistema no formal de comercialización (ferias agrícolas), por medio de muestreos (tubérculos-semilla) que se realizaron en las principales ferias agrícolas del Altiplano Central del Departamento de La Paz; Villa Remedios (44 muestras), Vilaque (17 muestras), Patacamaya (52 muestras), Umala (27 muestras), Lahuachaca (61 muestras) y Konani (37 muestras); las muestras fueron recolectadas en dos épocas: durante la época de siembra en los meses de agosto a noviembre (4 meses), y en la época cosecha durante los meses de marzo a junio (4 meses). En cada caso se tomaron completamente al azar 10 tubérculos-semilla por variedad y por comerciante (agricultor) y se realizó una mini encuesta en cada una de las ferias para tener mayor información de los tubérculos-semilla.

La detección de *Nacobbus aberrans* en las muestras recolectadas (tubérculos-semilla) se realizó por el método de macerado de cáscara (Licuadora) más centrifugado y el método de bioensayo en bolsa cerrada.

De acuerdo a los resultados obtenidos se realizó una comparación entre ambos métodos, observándose que ambos dieron resultados similares, aunque el método del macerado de cáscara (Licuadora) más centrifugado detectó un mayor porcentaje de muestras infectadas 79,41%, pero sin la certeza de la viabilidad de los especímenes presentes en el tubérculo-semilla (activos e inactivos). En cambio, el método de bioensayo en bolsa cerrada determinó un mayor porcentaje de muestras infectadas 53,36%, pero que presentaban la muestra de especímenes activos en el tubérculo-semilla. Por lo cual para todas las comparaciones efectuadas posteriormente se analizaron solamente los resultados obtenidos mediante el método de bioensayo en bolsa cerrada *Nacobbus aberrans* se encontró en la mayoría de las muestras (tubérculos-semilla) de las seis ferias agrícolas, detectándose el mayor porcentaje de muestras infectadas en la feria de Vilaque 82,35%, en comparación a la feria de Umala (33,33%).

Los resultados obtenidos indican que las ferias agrícolas son los medios más eficientes para diseminar al nematodo *Nacobbus aberrans* en tubérculos-semilla hacia otras zonas.

Por otra parte se determinó que todas las variedades estudiadas son potencialmente capaces de diseminar al nematodo *Nacobbus aberrans* a través de los tubérculos-semilla, a excepción de las variedades Luki, Choquepitu, Kaysally, Kaisa y Pinku que no presentaron infección alguna.

Se logró identificar áreas libres de *Nacobbus aberrans* y otras con menor grado de infección, siendo estas las comunidades de Tambo, Leque pampa, Santari y otras en el Altiplano Central del Departamento de La Paz por no detectarse *Nacobbus aberrans* en los tubérculos-semilla provenientes de dichas comunidades.

No presentaron incidencia de *Globodera* sp. las ferias de Umala y Konani; y la incidencia en las ferias de Villa Remedios (54,54%), Vilaque (29,41%), Patacamaya (11,54%) y Lahuachaca (19,67%) no son muy elevadas, y se dan en las variedades Sani imilla, Chiar imilla, Huaycha y Pala manzana. Se identificó al nematodo como *Globodera pallida*.

Finalmente se hizo la detección de otros patógenos presentes en el tubérculo-semilla, observándose daños ocasionados por hongos, principalmente *Rhizoctonia solani* y el insecto gorgojo de los andes (*Prenotrypes* sp.).

## **Evaluación de tres tipos de cobertura para la producción de tubérculos semilla de papa en camas orgánicas protegidas en el Altiplano Central**

*Julian Antonio VILLALOBOS QUISPE, Ing. Ph. D. André DEVAUX, Ing. M.Sc. Jorge BLAJOS KRALJEVIC*

T-331

2000

133 p

En el Altiplano Las heladas son frecuentes durante el ciclo del cultivo, en particular las últimas fases del desarrollo de las plantas. La cama orgánica protegida se convierte en un sistema importante, para la producción y autoabastecimiento de tubérculos semillas de papa en el altiplano, donde los cobertores o tapas de agrofilm son un elemento importante, para la protección contra las heladas. Pero debido al costo significativo del agrofilm muchas veces el agricultor se ve incapacitado de contar con este material, por esta razón se ha visto la necesidad de utilizar materiales distintos como la paja y bolsas de yute plástico. Esto con el fin de que el agricultor pueda utilizar materiales propios de la zona como la paja que tiene un costo reducido de mano de obra o conseguir otros materiales más baratos como las bolsas de yute plástico y de esta forma reducir los costos de producción.

El estudio se realizó en predios de los agricultores de la comunidad de Pomani Provincia Aroma del Departamento de La Paz a 3800 msnm, en la gestión 95/96, el ensayo se implantó con la finalidad de evaluar el comportamiento de temperaturas y comportamiento agrofisiológico de las plantas dentro una cama orgánica protegida bajo diferentes tipos de cobertura (agrofilm, yute plástico y paja), incluido la rentabilidad en la producción. Se utilizó un diseño experimental de Bloques completamente al azar con tres repeticiones, para el caso de variables agrofisiológicas tuvo seis tratamientos y para el caso de variables de temperaturas tuvo cuatro tratamientos. Cada repetición fue manejada por un agricultor con el fin de reducir la variabilidad entre tratamientos y uniformizar el manejo de las camas. Las características de la unidad experimental para las variables agrofisiológicas fueron; distancia entre plantas 0.22m, entre surcos 0.21m y los tratamientos estuvieron ordenados de la siguiente manera; T1 (Cobertura de paja-Imilla negra), T2 (C. de paja-Gendarme), T3 (C. de yute plástico-I. Negra), T4 (C. de yute plástico-Gendarme), T5 (C. agrofilm -I. Negra), y T6 (C. agrofilm- Gendarme). Los tratamientos para las variables de temperaturas fueron, T1 (Ambiente externo), T2 (cama con cobertura de agrofilm), T3 (cama con cobertura de yute plástico) y T4 (cama con cobertura de paja).

Para las evaluaciones agrofisiológicas, se tomaron muestras entre 8 a 10 plantas por tratamiento al azar, mientras que para las variables de temperatura se registraron un promedio de 20 lecturas por mes, de las cuales se obtuvieron los resultados.

Durante el ciclo del cultivo (10/12/95 a 8/05/96), se protegió al cultivo dentro las camas hasta el 24 de Abril, mediante el manejo de sus respectivos cobertores, obteniéndose los siguientes resultados.

Temperaturas mínimas: durante el periodo que estuvieron cubiertas (día y noche) se tiene; cama con cobertura de agrofilm 7.49°C, yute plástico 6.63°C, paja 4.97°C y ambiente externo 3.35°C. Periodo que estuvieron cubiertas (solo de noche) agrofilm 1.07°C, yute plástico 0.57°C, paja -0.32°C y ambiente externo -2.37°C. Notándose de esta forma que dentro las camas orgánicas protegidas bajo tres tipos de cobertura se crea un microclima y con temperaturas superiores al ambiente externo.

Temperaturas máximas: durante el periodo que estuvieron cubiertas (día y noche) se tiene; cama con cobertura de agrofilm T2 (29.98°C), yute plástico T3 (29.05°C), paja T4 (22.08°C) y ambiente externo T1 (20.77°C). Periodo que estuvieron semicubiertas de día y cubiertas de noche; agrofilm T2 (27.69°C), yute plástico T3 (26.30°C), paja T4 (24.61°C) y ambiente externo T1 (24.08°C). Donde los tratamientos T2 y T3 registraron las mayores temperaturas en el primer periodo, debido a que estuvieron cubiertas las primeras semanas, en el caso del tratamiento T4 sus temperaturas están muy cercanas a la del ambiente externo. En general no se presentaron problemas para el cultivo por que durante el día permanecían descubiertas.

La amplitud térmica durante el periodo que estuvieron cubiertas (día y noche) registró; cama con cobertura de agrofilm T2 (22.48°C), yute plástico T3 (22.42°C), paja T4 (17.11°C) y ambiente externo T1 (17.41°C). Periodo que estuvieron semicubiertas de día y cubiertas de noche se tiene; agrofilm T2 (25.63°C), yute plástico T3 (25.73°C), paja T4 (24.94°C) y ambiente externo T1 (26.66°C). Se observa que existe diferencias entre tratamientos, cuando están cubiertos durante el día.

Marzo y abril fueron los meses perjudiciales para el cultivo por que hubo presencia de heladas. Por lo tanto se pudo determinar el promedio de frecuencias e intensidad de heladas dentro los tratamientos; cama con cobertura de agrofilm (T2) 4 días y -1°C, cobertura de yute plástico (T3) 5 días y -1°C, cobertura de paja

(T4) 6 días y  $-1.5^{\circ}\text{C}$  y finalmente el ambiente externo (T1) tuvo una frecuencia de 7 días e intensidad de  $-4^{\circ}\text{C}$ , siendo marzo el mes que causó más problemas en el cultivo, tanto en campo como dentro las camas.

La probabilidad en la presencia de temperaturas bajo  $0^{\circ}\text{C}$  y  $-2^{\circ}\text{C}$  dentro las camas, durante el periodo que se protegió al cultivo (10/12/95 hasta 24/04/96) fue; en el primer caso; camas con coberturas de agrofilm T2 y yute plástico T3 5.14%, cama con cobertura de paja T4 8.82%, mientras el ambiente externo presentó 25.00%. En el segundo caso; con cobertura de agrofilm T2 0%, yute plástico T3 0.73%, paja T4 2.2%, mientras el ambiente externo presentó 11.76%, notando de esta forma el efecto positivo que tienen los diferentes tipos de cobertura, en contrarrestar temperaturas bajo cero.

Ganancia de temperaturas mínimas dentro las camas orgánicas protegidas con relación al ambiente externo. Cuando están cubiertas día y noche; con cobertura de agrofilm (T2)  $4.14^{\circ}\text{C}$ , cobertura de yute plástico (T3)  $3.28^{\circ}\text{C}$ , cobertura de paja (T4)  $1.62^{\circ}\text{C}$ . Cuando están cubiertas solo de noche; cama con cobertura de agrofilm  $3.44^{\circ}\text{C}$ , cobertura de yute plástico  $2.94^{\circ}\text{C}$ , cobertura de paja  $2.05^{\circ}\text{C}$ . Cuando están descubiertas: con cobertura vegetal T2  $1.56^{\circ}\text{C}$ , T3  $1.51^{\circ}\text{C}$  y T4  $1.13^{\circ}\text{C}$ ; con escasa cobertura vegetal (Madurez fisiológica)  $0.9^{\circ}\text{C}$  en todos los casos.

Ganancia de temperaturas máximas dentro las camas orgánicas protegidas. Cuando están cubiertas (día y noche); cobertura de agrofilm  $9.21^{\circ}\text{C}$ , yute plástico  $8.28^{\circ}\text{C}$ , paja  $1.50^{\circ}\text{C}$  (descubierta de día). Cuando están semicubiertas de día y cubiertas de noche; con cobertura de agrofilm  $3.61^{\circ}\text{C}$ , yute plástico  $2.22^{\circ}\text{C}$ , cobertura de paja  $0.53^{\circ}\text{C}$ . Cuando están descubiertas: Con cobertura vegetal T2  $2.81^{\circ}\text{C}$ , T3  $2.7^{\circ}\text{C}$  y T4  $-4^{\circ}\text{C}$ ; con escasa cobertura vegetal (madurez fisiológica)  $1.88^{\circ}\text{C}$  para todos los casos. La diferencia entre tratamientos para temperaturas máximas y mínimas se debe a las características de los materiales de cubierta, el agrofilm y yute plástico son transparentes a los rayos de onda corta emitidas por el sol, pero opacos a los rayos de onda larga, es por eso que se calienta por las mañanas y retienen más el calor por la noche. Además a 25 cm por debajo de la altura de la planta, se tiene una ganancia de  $2^{\circ}\text{C}$  más que a la altura normal para todos los tratamientos.

Una cama orgánica protegida durante el día absorbe una mayor radiación que lo que emite, debido a la cobertura foliar de las plantas y pared, es por esta razón que se calienta aun más que el ambiente externo. El calor se transmite por conducción a las paredes, al suelo y al aire, creándose tres gradientes de temperatura. Entonces durante las noches con bajas temperaturas, las coberturas o tapas, evitan que la radiación emitida tanto por la superficie del suelo, superficie de las paredes y superficie de las plantas se pierda como sucede en campo abierto.

El porcentaje de follaje quemado dentro las camas bajo tres tipos de cobertura (agrofilm, yute y paja), solo llegó a 3%, 3% y 3.5% de necrosis respectivamente, lo que significa un grado dentro la escala propuesta por el CIP (bajo). Mientras que en campo mostró 60% de necrosis en el follaje lo que significa 6 grados (alto).

Porcentaje de emergencia, los tratamientos sobrepasaron el 50%; a los 33 días después de la siembra, en el caso de las camas con cobertura de yute plástico (T3 y T4) y agrofilm (T5 y T6), y en el caso de la cama con cobertura de paja (T1 y T2) recién a los 37 y 41 DDS. La diferencia entre tratamientos se debe a la buena humedad y buena temperatura que tuvieron las camas con cobertura de agrofilm y yute plástico, cuando estuvieron cubiertas todo el tiempo (día y noche), lo que no ocurrió con la cama con cobertura de paja.

El rendimiento en cada tratamiento muestra que estadísticamente no existe diferencia significativa, ya que el testigo T5 con un rendimiento de  $18.77\text{ kg}/7.5\text{ m}^2$  es igual a los demás tratamientos T1  $16.76\text{ kg}$ , T2  $19.87\text{ kg}$ , T3  $25.8\text{ kg}$ , T4  $26.69\text{ kg}$  y T6  $24.92\text{ kg}$ , todos para una superficie de  $7.5\text{ m}^2$ .

Considerando que la producción dentro una cama orgánica fue exclusivamente para obtener tubérculos semillas de papa, con una densidad de 155 plantas/ $7.5\text{ m}^2$ . Los tratamientos obtuvieron los siguientes porcentajes con relación al tamaño; tamaño 1° entre 4 a 9%, tamaño 2° entre 6 a 12%, tamaño 3° entre 15 a 24%, tamaño 4° entre 32 a 46%, tamaño 5° entre 12 a 17%, menudos (chúlis) entre 3 a 8% y finalmente los dañados entre 6 a 10%.

Teniendo en cuenta que durante el periodo de cultivo, se hizo un manejo de los cobertores y del cultivo, el periodo del cultivo dentro una cama orgánica protegida bajo diferentes tipos de cobertura (agrofilm, yute plástico y paja) esta entre 143 a 147 días, mientras que en campo esta entre 160 a 170 días. Por que las camas fueron protegidas contra los factores abióticos (heladas, granizo y sequía), además también se cubrieron las primeras semanas para acelerar la emergencia y desarrollo de las plantas.

Se hizo un análisis económico, para complementar el siguiente trabajo de tesis, con el propósito de ver la rentabilidad de la producción de tubérculos semillas de papa en camas orgánicas protegidas. Este análisis se realizó durante tres gestiones 95/96, 96/97 y 97/98.

Relación beneficio costo; para una cama orgánica protegida de 15 m<sup>2</sup> (con cobertura de agrofilm, yute plástico o paja), se observa que todos son rentables, pero el tratamiento T6 con cobertura de agrofilm resulta ser el mejor con 1.64, posteriormente están el T4 con 1.63, el T3 con 1.61, el T5 (testigo) con 1.50, T2 con 1.49 y finalmente T1 con 1.38.

La tasa de retorno marginal, muestra los siguientes resultados;

- Al utilizar el T4, recuperamos 0.38 \$us por c/dolar invertido, respecto al T6.
- Al utilizar el T6, recuperamos 1.67 \$us por c/dolar invertido, respecto al T2.
- Al utilizar el T2, recuperamos 0.27 \$us por c/dolar invertido, respecto a T5.
- Al utilizar el T5, recuperamos 1.93 \$us por c/dolar invertido, respectó al T1.

Por lo tanto los tratamientos que muestran mejores tasas de retorno marginal son el T4 y T6.

Por otra parte una vez realizado la evaluación por los agricultores, determinaron lo siguiente:

Que todas las alternativas propuestas fueron aceptadas, debido a la rusticidad de la construcción y la sencillez en el manejo del cultivo. Con relación a la utilización de los distintos materiales para la cobertura (agrofilm, yute plástico y paja), consideran que todos son útiles; por que estos se adecuan a la situación económica y oportunidad del agricultor. También indican que las dos variedades de papa son buenas para el autoconsumo y venta.

# **Validación de estrategias de control químico del tizón de la papa (*Phytophthora infestans*) para cultivares susceptibles y resistentes en la región de los yungas de La Paz**

Rómulo QUINTANILLA GARNICA, Ing. Oscar NAVIA MONTAÑO

T-333

2000

101 p

En la campaña agrícola 1995-1996 se estudió la eficiencia de tres estrategias para el control del tizón. Los ensayos se llevaron a cabo en dos localidades de Irupana, Provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz, bajo un diseño de Bloques Completos al Azar con Arreglo en Series para los cultivares susceptibles Waych'a y Desireé y un Análisis Combinado de Bloques Completos al Azar para el cultivar resistente Runa Toralapa. Bajo tres estrategias de control, con la siguiente metodología de aplicación:

Estrategia I: metalaxil 8% más mancozeb 64% (Ridomil MZ 72) y mancozeb 80% (Dithane M-45) aplicación preventiva del fungicida sistémico después de 10 días del 80% de emergencia del cultivo, alternancia del fungicida de contacto, con una frecuencia de 7 a 15 días y no usar el fungicida sistémico en más de tres oportunidades.

Estrategia II: Aplicación preventiva con un fungicida de contacto mancozeb 80% (Dithane M-45) 10 días después del 80% de emergencia; posteriormente en forma alternada con un fungicida sistémico metalaxil 8% más mancozeb 64% (Ridomil MZ 72), frecuencias de aplicación cada 7-15 días, y la no aplicación de más de tres veces del fungicida sistémico.

Estrategia III: Para la integración de resistencia y control químico del tizón bajo una estrategia, de acuerdo al avance de la enfermedad: consistió en aplicar un fungicida sistémico cuando se observaron los primeros síntomas de la enfermedad, continuando con la aplicación alternada de fungicida de contacto.

Por lo tanto, se tuvieron los siguientes factores en estudio: localidades, cultivares o variedades y estrategias para el caso de las variedades susceptibles y dos tratamientos para la variedad Runa Toralapa.

El grado de daño en el follaje por tizón se determinó cada siete días usando la escala del CIP (Centro Internacional de la Papa) de 1 al 9, comenzando con la aparición de los primeros síntomas. Con estos datos obtenidos se realizó el cálculo del AUDPC (Área Debajo de la Curva de Progreso de la Enfermedad) y un análisis económico de presupuesto parcial siguiendo la metodología del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo).

En ambas localidades, Lavichico y Chicachoropata, los síntomas de tizón no se observaron hasta los 10 y 13 semanas después de la siembra, debido aun retraso o ausencia de las lluvias y la incidencia de la enfermedad fue mayor en un 17% en la localidad de Lavichico con relación a la localidad de Chicachoropata.

La estrategia I y II de control químico presentaron un grado de daño con valores bajos de AUDPC (Área Debajo de la Curva de Progreso de la Enfermedad) no existiendo diferencias significativas entre ellas pero sí presentando diferencias significativas entre la estrategia 0 (testigos). La estrategia III de integración de resistencia presentó un AUDPC (grado de daño) menor respecto a su testigo estrategia 0 en ambas localidades.

Asimismo no presentaron diferencias significativas las estrategias I y II, en cuanto a rendimiento total en tubérculos, solamente demostraron diferencias significativas frente a la estrategia 0 (testigos). Asimismo la estrategia presentó un mayor rendimiento con relación a la estrategia 0 (testigo).

El análisis económico estableció que la estrategia III de integración de resistencia en ambas localidades, tuvo el mayor beneficio neto, tasa de retorno marginal, y la menor inversión. Entre las estrategias de control químico el de mayor beneficio neto fue la estrategia I, pero a la vez fue el de mayor inversión con relación a la estrategia 0 respectivamente.

## **Evaluación del comportamiento agronómico y de la absorción a bajos niveles de fósforo en variedades nativas de papa**

*Consuelo Lucía LUNA ACOSTA, Dr. André DEVAUX, Ing. Agr. Jorge PASCUALI, Ing. Agr. Bruno CONDORI A.*

T-334

2000

109 p

El presente trabajo de investigación se desarrolló, consecuencia de la necesidad de establecer nuevas tecnologías para la diversificación del cultivo de la papa a objeto de recomendar variedades alternativas al pequeño productor y a su vez resolver en parte algunos de los graves problemas que éste enfrenta.

A tal propósito, el objetivo fundamental que persigue éste trabajo es el de evaluar el comportamiento agronómico y de la absorción de fósforo en variedades nativas de papa.

En este sentido, para el desarrollo de la experimentación se consideraron cuatro variedades nativas de papa, las mismas que fueron sometidas a tres niveles de fertilización fosfórica: un nivel óptimo y dos niveles bajos.

El experimento se realizó en la estación experimental de Toralapa en la provincia de Tiraque del Departamento de Cochabamba, durante la campaña agrícola 1997-98. A tal objeto se realizó un diseño de bloques al azar, estableciéndose un arreglo de parcelas divididas.

Las variables de respuesta consideradas para la experimentación fueron: altura de la planta, cobertura foliar, índice de área foliar, número de tallos, rendimiento, índice de cosecha, desarrollo radicular, análisis químico del tejido (follaje y tubérculos), eficiencia de absorción, utilización y uso de fósforo y consecuentemente el análisis económico correspondiente. Asimismo se estableció como anteladamente que estas variables podrían explicar de alguna manera el comportamiento de las variedades nativas frente a la fertilización fosfórica.

En efecto, de acuerdo a los resultados obtenidos sobre las variedades en estudio (Yana Runa, Polonia, Imilla Blanca y Waych'a) en primera instancia no se presentaron diferencias en la altura de la planta ni en la cobertura.

Se observó una respuesta positiva a la fertilización en el rendimiento para las variedades Imilla Blanca y Waych'a, en cambio el rendimiento de Yana Runa y Polonia se mantuvieron indiferentes a la cantidad de fertilización aplicada.

Por otro lado se comprobó que el fósforo que no es absorbido por los tubérculos se absorbe por la parte foliar de la planta, como se evidencio en los análisis químicos, tanto de los tubérculos como de la parte foliar.

Es oportuno destacar que la variedad Waych'a presenta una mayor eficiencia de absorción que las demás variedades contrario a lo que ocurre con Yana Runa

Por otro lado se encontró una relación positiva entre la producción de materia seca y el fósforo absorbido por la planta. Al realizar la estimación mínimo cuadrática se evidenció una bondad de ajuste de la recta de regresión cercana a la unidad.

Los resultados del análisis económico indican que la variedad Waych'a presenta mejores rendimientos ante la fertilización fosfórica, en tanto que los beneficios que reportan las variedades Polonia y Yana Runa son estables cuando los costos variables son bajos é inestables cuando existen costos variables altos.

## **Validación del modelo de simulación Lintul (Light interception and Utilization) para estimar el daño de las heladas en el cultivo de la papa (*Solanum spp.*)**

*Cecilia Silvia SALINAS SANJINÉS, Ing. Agr. M.Sc. Javier AGUILERA ALCON, Ing. M.Sc. Jorge PASCUALI CABRERA*

T-557

2002

130 p

En las comunidades de Laurani y Wichukollu pertenecientes a la Provincia Aroma del Departamento de La Paz, durante la gestión agrícola 1999-2000 se llevó a cabo el trabajo de investigación titulado "Validación del modelo de simulación LINTUL (Light Interception and Utilización) para estimar el daño de las heladas en el cultivo de papa (*Solanum spp.*)". El objetivo general de este trabajo fue el de validar el modelo bajo las condiciones del Altiplano Central boliviano, para determinar ex-ante el comportamiento de diferentes variedades de papa en condiciones de helada.

Se estudiaron diez variedades de papa con diferente grado de tolerancia a las heladas, cinco variedades mejoradas tolerantes (Illimani, Tunari, Sajama, Totoreña y Condori); cuatro variedades nativas, dos de ellas de moderada tolerancia (Gendarme y Waych'a) y dos con muy buena tolerancia (Ch'íara ajahuri y Luk'y); y una variedad introducida (Alpha) muy susceptible a la helada. De estas diez variedades se obtuvieron datos agrofisiológicos como su porcentaje de emergencia, cobertura foliar, duración de la cobertura foliar, porcentaje de daño de la helada, materia seca en follaje y tubérculo, y el rendimiento para alimentar al modelo de simulación. Asimismo se registró periódicamente en cada comunidad, datos climatológicos de temperatura, precipitación y radiación global que son muy importantes para el modelo.

En base a las variables de estudio obtenidas y a los parámetros de entrada del modelo, se ajustaron los valores simulados a los valores obtenidos en campo tanto en Laurani como en Wichukollu. En la comunidad de Wichukollu a los 93 días después de la siembra se presentó una helada de  $-2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , que ocasionó daño en las variedades en estudio lo que permitió realizar la simulación del modelo.

La validación del modelo de simulación permitió obtener dos tipos de resultados. El primero, rendimiento máximo sin daño de heladas y condiciones climáticas favorables al desarrollo del cultivo, lo cual aconteció en la comunidad de Laurani. Después de ajustados los valores simulados a los observados se obtuvieron buenos rangos de correlación entre la eficiencia del uso de luz (LUE) y la producción de materia seca total, de igual manera sucedió con los rangos de correlación obtenidos con la cobertura foliar siendo las variedades Condori, Ch'íara ajahuri y Luk'y las que alcanzaron los más altos rangos.

El segundo, se obtuvo, a partir del rendimiento con daño de helada presentado en la comunidad de Wichukollu donde después de ajustadas las curvas simuladas, se observó una buena correlación para la cobertura foliar observándose que las variedades Ch'íara ajahuri y Luk'y alcanzaron los valores de correlación más altos.

Las altas correlaciones encontradas entre los valores observados en campo y los simulados, tanto con el rendimiento máximo, sin daño de heladas y el rendimiento con daño, permiten concluir que el modelo de simulación LINTUL está validado para las condiciones del Altiplano boliviano.

## **Evaluación de tres tipos de cobertores en fase de aclimatación de plántulas de origen *in vitro* en la producción de semillas de papa pre-básica (*Solanum tuberosum* spp. *Andigena* y *Solanum x juzepczuckii*)**

Maria Patricia FRIAS, Ing. Ph.D. Abul KALAM K., Ing. M. Sc. Victor Hugo MENDOZA CONDORI

T-887

2005

140 p

En un programa de producción de semilla de papa, es necesario contar con una buena semilla pre- básica. El material (vitroplantas) con el cual se trabaja para la obtención de dicha generación de semilla requiere un cuidado especial desde su obtención hasta que es transplantado a un invernadero de producción.

En la fase de laboratorio, las vitroplantas están sometidas a condiciones controladas de temperatura, humedad y luz dentro de magentas que contienen tanto las plántulas como un medio de cultivo, del cual se alimentan estas. Las condiciones de asepsia son también un requisito muy importante en esta etapa de producción.

Una siguiente fase en la producción es el paso de las vitroplantas del laboratorio (área de crecimiento) al invernadero (camas de producción). Fases en las que concluirá la producción de esta generación de semilla de papa y las plántulas pasarán de ser heterótrofas a ser autótrofas.

Las condiciones climáticas en el invernadero no son tan óptimas como en laboratorio; la adaptación de las plántulas a su nuevo medio se llama aclimatación. En esta aclimatación las plántulas requieren una protección especial para no sufrir estrés térmico, hídrico o quemaduras por la luz solar. El uso de cobertores en esta fase ayuda evitar esta situación y permite crear un microclima para las vitroplantas y su supervivencia en nuevas condiciones.

El presente estudio realizado en el Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear (IBTEN), determino que tipo de cobertor crea un microclima donde las plántulas tengan una adaptación óptima y un buen desarrollo para maximizar la producción, porque el rendimiento depende mucho de la fase de aclimatación.

Se estudio tanto factores bióticos como abióticos y su interrelación con la planta en esta fase, permitiendo conocer la participación de cada uno en la aclimatación. Se utilizó además, pruebas complementarias (pH de la pared celular, contenido de  $Mg^{++}$ , e intensidad fotosintética mediante la absorción de  $CO_2$ ) que apoyaron los resultados obtenidos de los factores agronómicos y su respuesta al nuevo microclima.

El análisis económico identificó que el cobertor de tocuyo es recomendable para la aclimatación de la variedad Waycha y el cobertor de plástico (agrofilm) para la variedad Lucki, en la producción de semilla prebásica en condiciones del Altiplano Central.

# PAPA Y ASPECTOS SOCIALES

## Aspectos agroeconómicos del cultivo de la papa en comunidades productoras de la Segunda Sección de la Provincia Sud Yungas-La Paz

Adolfo Tomas LÓPEZ ESPINOZA, Ing. José CORTÉS GUMUCIO, Ing. Orlando ESPINOZA CANEDO

T-193

1998

157 p

La papa es uno de los principales alimentos consumidos, principalmente cultivada en valles y altiplano del departamento de La Paz, no obstante, también es cultivada en algunas comunidades de la Provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz.

El presente trabajo busca conocer la tecnología de producción, la rentabilidad y la importancia de este cultivo en algunas de estas comunidades productoras de papa, de esta zona no tradicional en la producción de este tubérculo.

La zona de estudio está ubicada en los cantones Irupana, Laza y La Plazuela de la provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz, comprendiendo las comunidades Vila Vila, Iquirongo, Surupini, Lavi Chico, Chica Choropata, Isquircani, San Juan Mayo, Tablería Alta y Chaupi.

La información se obtuvo por medio de un censo por encuestas informales a los agricultores, visita a las parcelas, entrevistas con informantes claves, instituciones y técnicos que trabajan en la zona. inicialmente se revisó la información secundaria importante, para determinar las comunidades de estudio (marco muestral).

Luego del contacto con las comunidades y previa autorización comunal, se inicio con la prueba piloto, para luego continuar con las entrevistas y visita a parcelas.

La zona de estudio se caracteriza porque la mayoría de las familias tiene su ocupación principal en la agricultura, al presentarse en la mayoría de los casos, tenencia de terreno propia, pero en terrenos reducidos (alrededor de 4 hectáreas).

Existen relaciones de producción de tipo familiar y la minkha que interviene en la mayoría de las actividades; también se presenta en menor ponderación el ayini y el trabajo por contrato.

Respecto a la producción de papa, se la cultiva en partes altas de la serranía, preferentemente, en altitudes que oscilan entre 1780 a 2250 m.s.n.m.; aunque también en partes bajas.

Se realizan rotaciones de cultivo, al existir minifundio, empleándose en la rotación cultivos como: leguminosas (arveja y maní principalmente), maíz, hortalizas y también zapallo.

Las variedades empleadas en las comunidades en estudio son: Sani Negra, Sani Blanca, Huaycha, Runa Toralapa y Revolución preferidas por la mayoría de los agricultores; también Musuj, Huayna, Bajío, Radossa, Cardinal y Desiree en menor proporción.

Las épocas de siembra principales se llevan a cabo desde abril hasta junio (siembras de invierno) obteniéndose la cosecha cuatro meses después de la siembra, dependiendo de la precocidad de la variedad. La segunda época de siembra se desarrolla desde julio hasta octubre (siembras a secano o temporal). También se efectúa siembras desde noviembre a febrero, destinadas para autoconsumo.

La superficie promedio de papa por agricultor es de 0.61 ha, llegándose a 111,00 hectáreas en las comunidades de estudio.

En la preparación de terreno, la limpieza o corte de vegetación se realiza íntegramente a mano, la roturación del terreno también se efectúa en su mayoría manualmente; pero, es posible en algunas comunidades el uso de yunta, motocultor y tractor, pero solamente en esta etapa de producción.

Se acostumbra ejecutar la siembra y fertilización de forma conjunta, por la familia, que también participa en las labores culturales: deshierbe, aporque, tratamiento fitosanitario y riego si es posible en la comunidad.

La fertilización principal es química y también combinada con estiércol, siendo los fertilizantes de mayor empleo: Fosfato Diamónico (18-46-00), estiércol vacuno y de aves (gallinaza).

El control de plagas y enfermedades es principalmente químico. Presentándose el Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y la Marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*) como principales enfermedades y la Pulguilla (*Epitrix sp.*) la plaga de mayor difusión.

En la cosecha existe la intervención de mano de obra extra familiar, presentándose la minkha y el ayni. El rendimiento promedio ponderado es de 8.147,35 Kg/Ha, superior al promedio departamental y nacional.

En el manejo postcosecha, el almacenamiento es reducido y en general para el consumo, pocas veces para mantener la semilla para la próxima gestión agrícola. La semilla es obtenida principalmente en agencias de la ciudad de La Paz, donde también la mayoría de agricultores comercializa sus productos.

Los costos de producción manifiestan que en la mayoría de casos, el agricultor obtiene utilidad neta y rentabilidad favorable con el cultivo de papa; no obstante existen tres de nueve comunidades, donde existe tendencia al trabajo con rentabilidad negativa.

La zona de estudio tiene tradición en cultivar café, cítricos, coca y maíz principalmente, además de leguminosas, hortalizas y árboles frutales, entre otras. La papa ha sido introducida, pero no con buenas expectativas inicialmente; pero actualmente, de acuerdo a la superficie cultivada y las utilidades logradas, es el principal cultivo de las partes altas, y también es importante para las comunidades donde se producen cultivos tradicionales.

## **Factibilidad económica, técnica y social en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo invernaderos rústicos en la región del norte de Potosí**

Lucio CHOQUEHUANCA YUJRA, Ing. Alejandro VALDIVIA SALCES

T-286

1999

110 p

El presente estudio se realizó en 10 comunidades de la provincia Rafael Bustillo del departamento de Potosí, distribuidas en cuatro zonas de estudio, permitieron determinar la rentabilidad técnica, económica y social de la Producción de papa utilizando Invernaderos Rústicos, bajo las condiciones agro-ecológicas de la zona y socio-económicas del campesino.

En el estudio técnico agronómico se emplearon 24 invernaderos rústicos, en 12 de ellas se aplicaron variables de estudio como: niveles de fertilización y densidad de siembra con cubiertas de tipo bastidor plástico. Paralelamente se evaluaron, en los restantes 12, tres prototipos de cubiertas de invernaderos (bastidor plástico, mixto y bolillo) y dos formas de propagación de la papa (tuberculillos y brotes).

Para el estudio de niveles de fertilización química, se contemplaron las combinaciones de tres niveles: 140-200-00, 70-100-00 y testigo, aplicados a dos diferentes densidades de trasplante de tubérculos (24 pl/m<sup>2</sup> y 16 pl/m<sup>2</sup>); obteniéndose un total de 6 tratamientos distribuidos en un diseño de parcelas divididas con 4 repeticiones.

Para completar los niveles de fertilización en estudio, se utilizaron mezclas de Urea (46% N) y Fosfato de Amonio (18-46-00) incorporados al sustrato durante la siembra y en forma fraccionada (dos aplicaciones) en el caso de urea.

Resultaron significativas las diferencias de los rendimientos en tubérculos, altura de las plantas y número de los tubérculos a favor del nivel de fertilización de 140-200-00, seguido por 70-100-00. Como también resultaron significativos con la aplicación de las densidades de trasplante, obteniéndose mayor rendimiento con la densidad de 16 pl/m<sup>2</sup>.

Los resultados obtenidos para las variables: tipos de cubiertas y formas de multiplicación, fueron significativas en rendimiento de tubérculos, altura de plantas, número de tallos y número de tubérculos/m<sup>2</sup>, resultando ser recomendable las variables de tipo de cubiertas bastidor plástico, seguido por tipo bolillo.

La evaluación del rendimiento para los tratamientos entre formas de multiplicación (brotes y tuberculillos), resultó ser similares, aunque en el número de tallos por planta fueron significativamente diferentes a favor de plantas provenientes de tuberculillos (3.15 tallos/planta) en comparación con los provenientes de brotes (1.05 tallos/planta).

Para la evaluación económica se utilizaron las mismas unidades experimentales de estudio, cuyos resultados permitieron estimar los valores del VAN, TIR, Relación B/C y TRM. Resultaron ser rentables los invernaderos construidos con cubiertas de tipo bolillo, seguido por bastidor plástico, descartándose al tipo bastidor mixto por mostrarse no rentable.

Para determinar el nivel de adopción de la alternativa tecnológica "Producción de papa bajo invernaderos rústicos por los agricultores", se utilizó el método propuesto por Hilderbrand *et al.* (1989) y de León y Quiroz (1994). Con esto se estimó el grado de adopción, en base al seguimiento del proceso productivo y se complementó con la información por medio de encuestas y entrevistas; estas fueron preparadas con el cuidado necesario, para que sean de fácil comprensión por el agricultor, se tomó una muestra de 40 informantes (10 por zona de estudio) de un universo de 62 beneficiarios.

Las encuestas se elaboraron con el fin de obtener información relacionada con: los métodos de capacitación utilizados por el agente de cambio en la transferencia de tecnología, las opciones del paquete tecnológico, influencia de la familia del campesino en la adopción de tecnología, capacidad institucional para el seguimiento a las ofertas realizadas, el efecto y validez del proyecto invernaderos rústicos. Información que permitió determinar la aceptación o rechazo de la nueva alternativa propuesta por CIPA-NP.

El análisis de los resultados demuestra la actitud de los agricultores "aceptando" la nueva tecnología, con preferencia por el tipo de cobertor bolillo, por el bajo costo y su manejo fácil que le significa, resultado corroborado por el análisis económico de evaluación del estudio.

Se ha determinado que adquirir nuevos conocimientos y habilidades se traducen en la adopción de la tecnología ofertada, de utilidad significativa para el campesino, la misma esta relacionada con los métodos de capacitación, permanencia y frecuencia de asistencia técnica por parte del agente de cambio.

Determinándose que los métodos de transferencia más influyentes en la adopción de tecnología son: "demostración de la tecnología", "días de campo" y "cursillos de capacitación", sujetándose a la disponibilidad de tiempo del agricultor de preferencia en días feriados (guardas) y horas matinales (antes que salgan a la faena).

## **Percepción de los agricultores sobre el manejo integrado de la Polilla (*Phthorimaea operculella* Zeller) de la papa en la comunidad de Huaraco**

*Juan Carlos RÓDRIGUEZ CALA, Ing. Agr. M.Sc. Angel PASTRANA ALBIS*

T-710

2004

100 p

La polilla de la papa es una de las plagas de mayor importancia económica para el cultivo. El daño económico lo causa la larva, penetrando el tubérculo para alimentarse y haciendo galerías, primeramente superficiales para luego barrenar más profundamente, disminuyendo de esta manera su calidad. El ataque puede ser tanto en campo como en almacén, reconociéndose hasta el momento que el tubérculo de papa es el único hospedero de la polilla.

Los agricultores tienen un conocimiento de los estados biológicos de la polilla de la papa, en especial del estado larval, que según ellos provoca bastante daño en el cultivo, influyendo bastante en la producción. También ellos conocen el indicador apropiado para detectar la incidencia de la polilla durante el desarrollo del cultivo.

Con el objetivo de controlar a la polilla los agricultores con capacitación en el manejo integrado de la polilla de la papa emplean con mayor frecuencia el control químico utilizando insecticidas sin ningún tipo de asesoramiento y también aplican algunos métodos tradicionales como el uso de K'oa, payk'u en almacén.

Según los agricultores la producción de papa sería afectada significativamente si no se aplicara insecticidas, pero pese a la aplicación de estos productos el control no es efectivo.

Existen factores limitantes en el uso del manejo integrado de la polilla como la falta de continuidad de las instituciones especializadas en el manejo ecológico de plagas, además los promotores capacitados no colaboran con los agricultores debido a que no perciben ningún salario.

## **Caracterización del sistema de comercialización de la papa (*Solanum tuberosum*) en el Municipio de Guaqui**

*Luis Fernando TORREZ OLIVER, Ing. Agr. M.Sc. David MORALES VELÁSQUEZ*

T-804

2005

129 p

El trabajo de investigación se realizó en la provincia Ingavi, municipio de Guaqui en las comunidades de Andamarca, Lacuyo Nuñumani, Copajira y Wilacollo, debido a la ausencia de información y la necesidad de las comunidades para conocer sus problemas y limitantes al sistema de comercialización de la papa y sus posibles alternativas de mejoramiento al mismo.

El estudio se realizó en base a encuestas a productores, cuyos resultados se sometieron a un análisis de la información, identificando los componentes principales del sistema de comercialización, problemas en aspectos productivos, comerciales y organizativos que dificultan la comercialización de la papa.

Las funciones de comercialización identificadas se refieren principalmente a; de almacenamiento, transporte y compra y venta del producto. La estructura del sistema esta conformada por agentes intermediarios, ferias locales y mercados urbanos que se constituyen en organizaciones facilitadoras para este efecto.

Se identificaron dos sistemas de comercialización representados por el canal de tipo 1, conformado por la unidad familiar que tiene el control de toda la cadena desde la producción hasta la venta al consumidor y el canal de tipo 2 conformado por productor, acoplador mayorista camionero, detallista y consumidor.

El margen bruto de comercialización (MBC) de la papa es de 39.13% y la participación del productor (PDP) es de 60.87%, es decir, que por cada boliviano pagado por el consumidor, Bs. 0,39 corresponde a la intermediación y Bs. 0,60 va al productor, situación ventajosa para este último.

La investigación estableció que las alternativas para el mejoramiento del actual sistema de comercialización se basa en el mejoramiento de la producción y productividad coadyuvado por un manejo eficiente de post cosecha; así mismo la conformación de una organización de servicios de productores que les permita ingresar a mercados potenciales de El Alto y La Paz.

**Épocas de siembra y variedades de papas nativas (*Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* y *S. x juzepczukii*) como alternativas de adaptaciones al cambio climático en la Provincia Manco Kapac, La Paz**

Romulo Simeon TORREZ ELIAS, Ph. D. David CRUZ CHOQUE, Ing. René CALATAYUD VALDEZ

T-827

2005

90 p

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos de mayor importancia en Bolivia por su valor alimenticio y por que constituye la base de la economía de los agricultores. El rendimiento de este cultivo es considerado como bajo debido a los factores como los edáficos, tubérculo-semilla y los climáticos. Se ha demostrado mediante modelos de simulación la vulnerabilidad del cultivo de papa al cambio climático, el cual indica que ,variando las fechas de siembra se pueden incrementar los rendimientos. Por lo cual en el presente trabajo de investigación se establecieron épocas de siembra para evaluarlos en este cultivo.

El presente estudio planteo como objetivo la evaluación del efecto de la época de siembra en cinco variedades de papas nativas, como medidas de adaptación al cambio climático sugeridas por el MDSMA-PNCC (2000b). Para ello se realizó el análisis comparativo del rendimiento de la papa en cuatro épocas de siembra (13 de septiembre, 8 de octubre, 2 de noviembre y 28 de noviembre), se evaluó la respuesta de cinco variedades de papas nativas a las épocas de siembra en estudio.

El ensayo se estableció en la comunidad Copacati Alto de la localidad de Copacabana, Provincia Manco Kapac, La Paz ubicada a 4000 msnm, durante la campaña agrícola 2001-2002. Se evaluaron cinco variedades de papas nativas: Gendarme, Sani imilla, Waych'a, Imilla Negra y Luk'i, bajo cuatro épocas de siembra que fueron el 13 de septiembre (E1), 8 de octubre (E2<), 2 de noviembre (E3) y 28 de noviembre (E4).

Este experimento se condujo bajo un diseño de bloques al azar, en arreglo de parcelas divididas con tres bloques o repeticiones, donde las parcelas principales fueron constituidas por las variedades de papa y las sub parcelas por las diferentes épocas de siembra, para el análisis climático se utilizó el análisis de regresión y correlación lineal simple.

Se obtuvieron los siguientes rendimientos en la variedad Gendarme 24.1, 19.9, 13.1 y 3.9 tn.ha<sup>-1</sup> para los tratamientos E2, E1, E3 y E4; en la variedad Sani imilla 24.4,16.5, 11.6 y 4.5 tn.ha<sup>-1</sup> para los tratamientos E1, E2, E3 y E4; en la variedad Waych'a 32.1, 27.9, 11.1 y 3.5 tn.ha<sup>-1</sup> para los tratamientos E1, E2, E3 y E4; en la variedad Imilla Negra 28.3, 20.4, 1.3 y 4.3 tn.ha<sup>-1</sup> para los tratamientos E1, E2, E3 y E4 y en la variedad Luk'i 17.2, 16.6, 3.4 y 4.2 tn.ha<sup>-1</sup> para los tratamientos E1, E2, E3 y E4. Respecto al rendimiento promedio de las variedades la Waych'a presentó el rendimiento de 18.7, Imilla Negra 16.1, Gendarme 15.3, Sani imilla 14.3 y la Luk'i 12.9 tn.ha<sup>-1</sup>.

Las cinco variedades de papa presentaron los mayores porcentajes de tubérculos de la clase primera, segunda, tercera y en ultimo lugar la cuarta clase que son los tubérculos pequeños en la E1 y E2; mayor porcentaje de tubérculos de la clase segunda, tercera primera y en ultimo lugar la cuarta en la E3; mayor porcentaje de tubérculos de la clase tercera, cuarta, segunda y nada de la primera clase en la E4.

Del análisis de series históricas de datos climáticos, a través de modelos lineales según las pendientes de la función lineal se obtuvo: que la temperatura media ambiental se incremento en 0.02°C año<sup>-1</sup>, la precipitación pluvial disminuyo en 1.35 mm año<sup>-1</sup> y la humedad relativa disminuyo en 0.03% año<sup>-1</sup> para el período 1973-2001.



## ***Investigaciones del Proyecto QUINAGUA***

---

## Limitaciones agroclimáticas del Altiplano boliviano

Magali GARCIA<sup>a</sup>, Dirk RAES<sup>b</sup>, Cristal TABOADA<sup>c</sup>, Tesoro MICHEL<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. e-mail: [magalygc1@yahoo.es](mailto:magalygc1@yahoo.es)

<sup>b</sup> Department Landbeheer, Katholieke Universiteit Leuven. Vital Decosterstraat 102. 3000 Leuven. Tel. 32-16-329743; Fax 32-16-329760 Belgium. e-mail: [Dirk.Raes@biw.kuleuven.be](mailto:Dirk.Raes@biw.kuleuven.be)

<sup>c</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. [cristal\\_taboada@hotmail.com](mailto:cristal_taboada@hotmail.com)

<sup>d</sup> SENAMHI. La Paz, Bolivia. [tesoro.michel@senamhi.gov.bo](mailto:tesoro.michel@senamhi.gov.bo)

### INTRODUCCION

El Altiplano boliviano es la zona con mayores limitaciones climáticas en la región andina. Físicamente, consiste en una meseta alta que abarca desde el Lago Titicaca y se extiende aproximadamente 800 kilómetros de norte a sur y 200 kilómetros de ancho. El 75% del Altiplano se encuentra a una altitud entre 3 600 y 4 300 m.s.n.m. Aunque las condiciones climáticas no son favorables para la producción de cultivos, gran parte de la población económicamente activa se encuentra dedicada en forma directa e indirecta a la agricultura la cual se desarrolla mayormente a secano. Por ello, esta actividad se encuentra permanentemente limitada por la sequía y las bajas temperaturas combinadas con la baja fertilidad del suelo y el reducido acceso a otros insumos externos.

El análisis general del régimen climático en el Altiplano se determina principalmente por:

La posición geo-astronómica entre los 14 y 20° LS, la cual determina las condiciones climáticas de trópico, con una moderada estacionalidad térmica.

La topografía y la elevada altitud (por encima de 3 600 m.s.n.m.), la cual determina las bajas temperaturas, aún durante la estación de verano. Sin embargo la presencia del extenso lago Titicaca en el interior de esta meseta, constituye una importante fuente de humedad y un elemento moderador del clima a sus alrededores.

Con respecto a la ocurrencia de lluvia, la circulación atmosférica zonal, determina en gran parte la distribución temporal y espacial de la misma. El continente Sudamericano y dentro de él, el Altiplano, se encuentra bajo la influencia de tres sistemas semi-permanentes de presión alta y uno de presión baja. Los sistemas de presión alta son los anticiclones del Atlántico, del Pacífico Sur y del Caribe, los cuales casi rodean el continente. El sistema de baja presión corresponde a la Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCIT), la cual se encuentra en movimiento entre los 15° Norte y 15° Sur siguiendo el movimiento aparente del sol. Las diferencias de presión entre los sistemas anticiclónicos y la ZCIT, genera flujos de aire, los cuales se mueven hacia la izquierda por la rotación de la Tierra, y dan origen a los vientos alisios del Sur Este. Durante el invierno austral (mayo a septiembre), la ZCIT, se mueve hacia el norte y los anticiclones penetran mas hacia el continente, dando lugar a la época seca en la mayor parte de Bolivia y Perú. Al finalizar el invierno, la ZCIT avanza hacia el centro del continente tomando a lo largo aire húmedo y caliente. Durante el verano (octubre a abril), el fuerte calor terrestre genera una depresión térmica que ocasiona un descenso de la ZCIT hasta los 15° a lo largo del meridiano 60°. Los movimientos convectivos combinados con la humedad producida por la evaporación del agua del Lago Titicaca dan lugar a la formación de una gran acumulación de cumulonimbus y el inicio de la época lluviosa (UNEP, 1996). De esta manera Bolivia posee un régimen de lluvias típicamente monomodal con gran parte de la precipitación acumulada entre los meses de octubre y marzo.

Dado que las actividades agrícolas en el Altiplano se desarrollan principalmente a secano, estas son extremadamente dependientes de las características climáticas de la zona, razón por la cual en el presente trabajo, se analizan las fluctuaciones de la temperatura ambiente, el régimen de lluvias y el riesgo para la agricultura a secano en cuatro estaciones climáticas representativas del Altiplano Boliviano.

### METODOLOGIA

Para llevar adelante el análisis se obtuvieron datos de precipitación y temperatura diarias de cuatro estaciones climáticas cuyo registro disponible era suficiente para ello (Tabla 1).

Tabla 1. Localización Geográfica de las Estaciones Climáticas consideradas

Estación	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Periodo de observación
Belen	16°04' S	68°40' W	3820	1948-1999*
Viacha	16°41' S	68°18' W	3830	1963-1999
Patacamaya	17°15' S	67°57' W	3789	1943-1999
Oruro	17°58' S	67°05' W	3708	1943-1990

\* incluye cortos periodos sin registros

### Temperatura ambiental

La temperatura ambiente fue descrita en sus variables principales es decir Temperatura máxima, mínima y la amplitud térmica para todas las zonas. Adicionalmente, el riesgo de ocurrencia de heladas ha sido una de las características importantes a ser evaluadas para la producción de cultivos. Por ello se analizaron los datos de temperatura mínima diaria, evaluando la probabilidad de ocurrencia de temperaturas por debajo de cero grados centígrados para cada fecha específica en relación al registro completa para esa fecha. El período libre de heladas fué considerado como aquel período con un 50% o menos de probabilidad de ocurrencia de helada en un día. (Le Tacon et al., 1992).

### Precipitación

En forma previa al análisis, se realizó una evaluación estadística de los datos de precipitación anual. En este sentido, la variación de la precipitación anual para el período considerado, ha sido evaluada considerando la prueba de la homogeneidad basada en las sumas parciales ajustadas o desviaciones acumuladas de la media (Raes et al., 1996; Demaree y Chadilly, 1988; Buishand, 1982) con el fin de constatar la validez de los registros utilizados.

La precipitación anual histórica fue clasificada de acuerdo a la metodología presentada por Almorox et al. (1994), Almorox (2002), que consiste en determinar la precipitación anual confiable clasificándola de acuerdo al grado de confianza. Los datos de precipitación para los últimos 25 años han sido analizados de acuerdo a una distribución normal. Se ha calculado la precipitación probable que excede al 20%, 40%, 60% y 80% habiendo considerado los mismos como límites de clasificación. Los criterios de clasificación para un año dado pueden ser observados en la Tabla 2. Con los rangos dados de precipitación, se ha calculado el número y frecuencia de años muy secos, secos, normales, húmedos y muy húmedos.

Tabla 2. Clasificación del régimen de precipitación por año

Precipitación anual	Tipo de año
> 20 % probabilidad de lluvia	Muy húmedo
40 – 20 % probabilidad de lluvia	Húmedo
60 - 40 % probabilidad de lluvia	Normal
80 - 60 % probabilidad de lluvia	Seco
< 80 % probabilidad de lluvia	Muy seco

### Riesgo para la agricultura de secano

Se ha calculado la precipitación probable mensual haciendo uso de la función gamma de probabilidad. De esta manera, la probabilidad de excedencia mensual al 25%, 50% y 75% ha sido comparada con la evapotranspiración de referencia normal calculada por el método FAO Penman-Monteith (Allen et al., 1998) calibrado para el Altiplano por Garcia (2003). Por otra parte la probabilidad de lluvia en una cantidad específica ha sido también evaluada para cada década. En función a ello se ha calculado la probabilidad de recepción de 10, 20 y 30 mm de lluvia en una década (10 días) bajo el supuesto de que se requiere como mínimo 10 mm de agua por década para la supervivencia del cultivo y 30 mm de agua por década para garantizar una producción razonable.

La probabilidad de un día con lluvia fue estimada por medio del cálculo diario sobre el registro completo de la frecuencia de días en que la lluvia fué mayor a 1 mm, cálculo realizado para todo el registro de las estaciones consideradas en base al método de las medias móviles. También se ha considerado la relación entre precipitación anual y número de días con lluvia.

Adicionalmente se ha calculado el inicio y la finalización de la estación lluviosa para cada año aplicando la aproximación de Stern et al. (1982). De acuerdo con esta teoría, la fecha de inicio de la estación lluviosa se encuentra definida como la fecha cuando la precipitación acumulada por más de tres días ha sido de 20 mm y el número de días sin lluvia dentro de los próximos 30 días no excede a 10. La fecha de finalización de la estación de lluvias está dado por un período (comenzando desde el 15 de marzo) libre de lluvias mayor a 20 días (Sivakumar, 1988). El período de producción a secano se extiende entre el inicio y el cese de la época de lluvias. Para la clasificación del inicio y el cese de la época de lluvias, se han considerado como normales todos los períodos en los cuales se ha presentado una variación de 10 días (antes y después) con respecto a la media. El inicio antes y después de este rango ha sido considerado como temprano o tardío respectivamente.

## RESULTADOS

### Temperatura Ambiental

#### *Temperatura máxima y mínima media mensual*

En la Tabla 3. se presentan los datos de temperatura máxima y mínima medias mensuales así como la amplitud térmica. Se puede observar que las temperaturas siguen la tendencia típica tropical para una localidad que se encuentra a una altitud elevada y con características de aridez. La amplitud térmica diaria es grande mientras que el rango anual es pequeño mientras que se confirma un gradiente térmico de Norte a Sud con temperaturas máximas mas elevadas en el Sud de la zona estudiada tal como fue reportado por Martinic y Rojas (1999). La amplitud térmica también se percibe mayor en el Sud que en el Norte confirmando su mayor tendencia a la aridez. Debido a la ocurrencia de temperaturas mínimas muy bajas, en todas las estaciones consideradas la actividad agrícola se concentra entre los meses de octubre a abril para escapar al riesgo de heladas. Dado que el estrés fisiológico al cual deben ser expuestos los cultivos para adaptarse a las variaciones de temperatura en un solo día (de 10 a 16° C) es muy alto, el rango de opciones de cultivos que pueden ser cultivados en esta área durante el período libre de heladas es reducido.

#### *Período libre de heladas*

El período libre de heladas (al 50% o menos de probabilidad de ocurrencia para un día), es presentado en la Tabla 4. La duración media del período libre de heladas es diferente en los puntos considerados aunque se percibe una clara reducción en la duración de este periodo de Norte a Sud.

Tabla 3. Temperatura mínima media (Tmin), Temperatura máxima media (Tmax) y Amplitud térmica (Amp) (°C) para las estaciones incluidas (en gris se presentan los meses de cultivo)

Mes	Belen			Viacha			Patacamaya			Oruro		
	<i>Tma</i> <i>x</i>	<i>Tmin</i>	<i>Amp.</i>	<i>Tma</i> <i>x</i>	<i>Tmin</i>	<i>Amp.</i>	<i>Tma</i> <i>x</i>	<i>Tmin</i>	<i>Amp</i>	<i>Tmax</i>	<i>Tmin</i>	<i>Amp</i>
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Julio	13.2	-6.0	19.2	15.0	-7.4	22.5	15.6	-5.9	21.4	12.8	-9.4	22.2
Agosto	14.0	-3.8	17.8	16.2	-5.3	21.4	16.8	-3.8	20.5	14.3	-6.3	20.6
Septiembre	14.4	-1.0	15.3	16.8	-1.4	18.3	17.9	-0.5	18.4	16.0	-2.9	18.9
Octubre	15.4	0.8	14.6	18.0	0.7	17.3	19.0	1.3	17.7	17.5	-0.4	17.9
Noviembre	15.6	1.5	14.1	18.5	2.3	16.1	19.5	3.0	16.5	18.9	2.6	16.3
Diciembre	14.9	3.1	11.9	17.6	2.8	14.5	18.8	4.3	14.5	17.8	3.9	13.9
Enero	14.4	3.6	10.8	16.8	3.3	13.1	17.3	4.8	12.5	16.8	5.3	11.5
Febrero	14.6	3.4	11.2	17.1	3.1	13.4	17.5	4.6	12.9	16.2	4.5	11.7
Marzo	15.0	2.9	12.1	17.1	2.7	14.1	17.9	4.0	13.8	16.3	3.4	12.9
Abril	15.2	0.0	15.2	17.3	0.5	16.6	18.3	1.3	17.0	16.1	0.1	16.0
Mayo	14.6	-3.5	18.1	16.2	-4	20.2	17.0	-3.0	20.0	14.7	-5.6	20.3
Junio	13.5	-5.7	19.2	14.8	-7.3	22.1	15.5	-5.6	21.1	12.9	-9.0	21.9
Media anual	14.6	-0.4	15.0	16.8	-0.7	17.5	17.6	0.4	17.2	15.9	-1.2	17.0

Tabla 4. Inicio y cese promedio de período de heladas y longitud del período libre de heladas (al 59% o menos de probabilidad de ocurrencia de helada en un día)

Belen			Viacha			Patacamaya			Oruro		
Inicio	Final	Periodo s/ heladas	Inicio	Final	Periodo s/ heladas	Inicio	Final	Periodo s/ heladas	Inicio	Final	Periodo s/ heladas
10 Abril	20 Oct.	160 días	10 Abril	10 Oct.	170 días	20 Mar.	20 Oct	140 días	20 Marzo	1 Nov	130 días

## Precipitación

### *Precipitación Anual*

La precipitación media anual presenta una alta variabilidad a lo largo del año (Tabla 5.), confirmando la típica y elevada variabilidad interanual de recepción de precipitación en zonas áridas (Brown y Cocheme, 1969). El patrón de precipitación se muestra diferente de norte a sur debido a la influencia combinada de la circulación atmosférica y la cercanía del Lago Titicaca. El efecto del lago sobre la precipitación anual se reduce hacia el Sur.

Tabla 5. Precipitación media anual, desviación estándar (SD), coeficiente de variación (CV) y Precipitación máxima (MAX) y mínima (MIN) anual para el período total de estudio.

Localidad	Media (mm)	SD (mm)	CV (%)	MAX (mm)	MIN (mm)
Belen	450	95	21	650	322
Viacha	515	125	24	715	242
Patacamaya	395	115	29	550	203
Oruro	363	130	36	580	215

La Tabla 6 presenta la frecuencia de ocurrencia de años muy secos, secos, normales y húmedos en las cuatro estaciones consideradas. Es posible apreciar que cuanto mas al sur se encuentre un punto, mayor es la probabilidad de enfrentar años secos y muy secos incluso bajo sus condiciones locales.

Tabla 6. Distribución de frecuencias (%) de precipitación para 4 localidades del Altiplano Boliviano

Tipo de año	Belén	Viacha	Patacamaya	Oruro
Muy húmedo	2	2	4	2
Húmedo	28	18	14	14
Normal	30	26	24	20
Seco	28	38	42	52
Muy seco	12	16	16	12

### Distribución de la precipitación mensual

La distribución de la precipitación media mensual (Figura 1) presenta un patrón típico monomodal. Los resultados de ocurrencia de lluvia en un verano lluvioso y un invierno seco se encuentran determinados por los sistemas atmosféricos ciclónicos y anticiclónicos en Sudamérica. (UNEP y ALT, 1996). Más del 70% de la precipitación anual cae en los cuatro meses más lluviosos (diciembre a marzo).

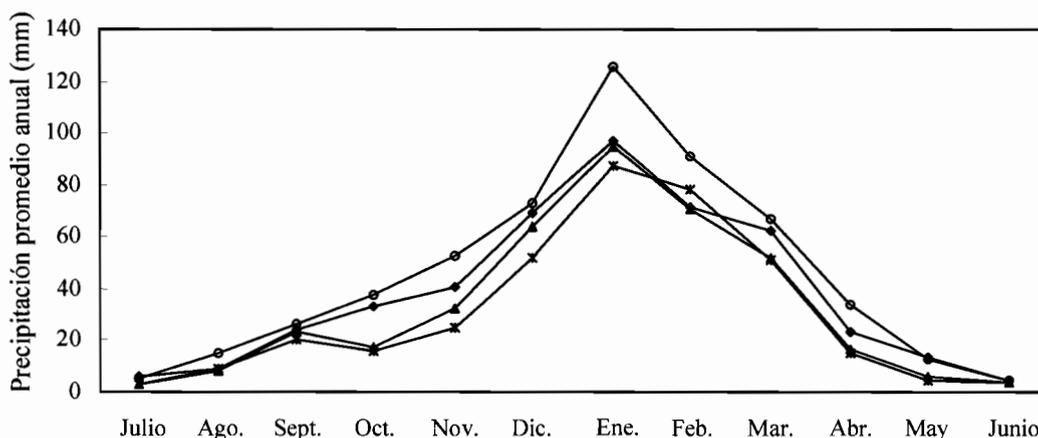


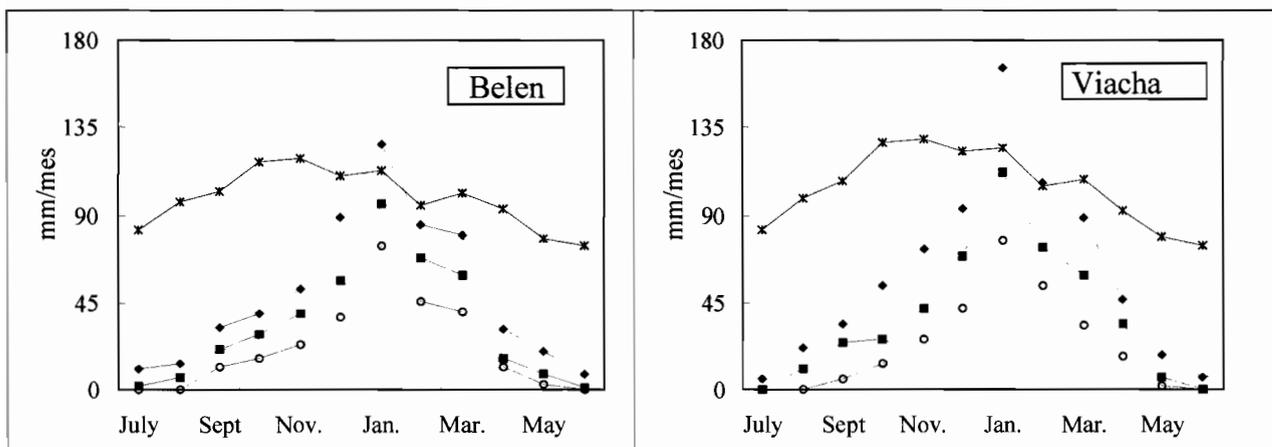
Figura 1. Precipitación media mensual en las cuatro localidades (-♦-) Belen, (-o-) Viacha, (-^-- Patacamaya, (-x-) Oruro.

### Riesgo para la agricultura a secano

#### Probabilidad de lluvias

En la Figura 2., se presentan los resultados de los cálculos determinados para la ocurrencia de precipitación mensual excedente en 1 de 4 años (25% de probabilidad), 2 de 4 años (50% de probabilidad) y 3 de 4 años (75% de probabilidad).

De la Figura 2., se deduce que la precipitación mensual esperada para todos los años es menor a la evapotranspiración de referencia. Solamente en el mes de Enero en las localidades de Belen y Viacha y con un escaso 25% de probabilidad, la precipitación excede a la evapotranspiración de referencia. Los resultados muestran que sin riego, el déficit de agua en la zona es alto a lo largo del año y que la agricultura a secano puede ser considerada bajo permanente riesgo.



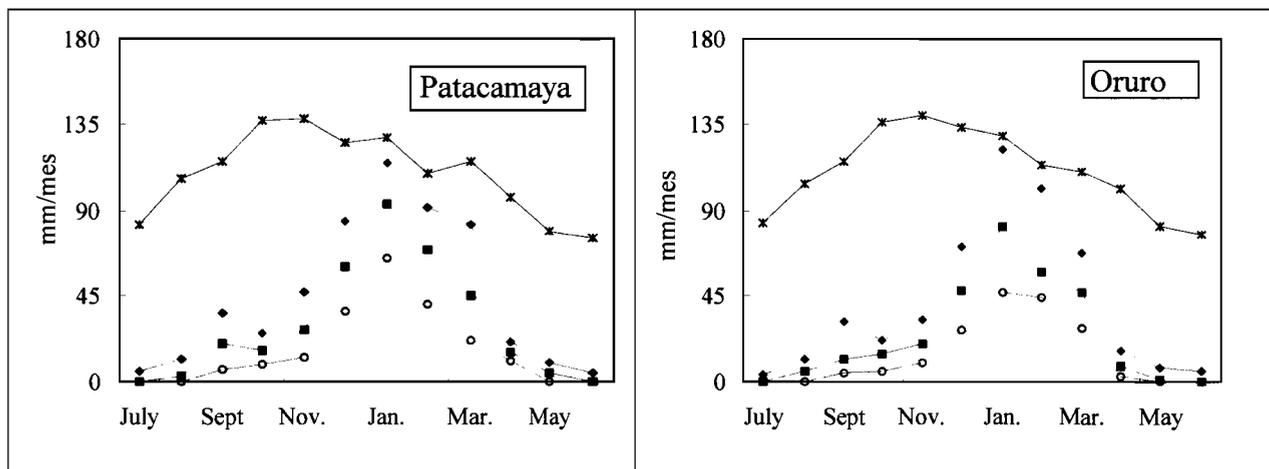


Figura 2. Niveles mensuales de probabilidad de lluvia y Evapotranspiración de referencia (- x- ) evapotranspiración de referencia; (-♦-) 25 % probabilidad, (-■-) 50 % probabilidad; (-○-) 75 % probabilidad

También se evaluó la probabilidad de que la cantidad de lluvia caída exceda una determinada cantidad. En la Figura 3, se presentan las gráficas de la probabilidad de recibir 10, 20 y 30 mm en una década; estos datos pueden ser utilizados como un valor de referencia para la selección de cultivos y/o cultivares con diferentes rangos de tolerancia a la sequía.

El número de décadas (periodo de 10 días) en las cuales la precipitación excede a 10 mm con una probabilidad del 75% es mayor en las localidades de Viacha y Belen que en Oruro y Patacamaya. Durante la última semana de diciembre y mediados de febrero (período más lluvioso), la probabilidad de recepción de 20 mm de lluvia es mayor o igual al 75%, solamente en Viacha y Belen; sin embargo esto no garantiza la ausencia de ocurrencia de períodos secos dentro de la época de lluvias (Figura 3).

#### *Probabilidad de días con lluvia*

La probabilidad de un día de lluvia (asumido como un día con una precipitación mayor a 1 mm) es variable a lo largo de la época de lluvias (Figura 4), sin embargo y en general se percibe que la probabilidad de un día de lluvia en cualquier momento del año es menor al 45%. Se destaca el descenso de la probabilidad de un día con lluvia durante la primera quincena de febrero.

#### *Inicio y finalización de la época de lluvias*

Debido a que el inicio, la extensión y la finalización de la época de lluvias no son confiables en la mayor parte de las regiones áridas, la información de la probabilidad de ocurrencia es muy importante. En este sentido la Tabla 7 presenta la duración media del periodo de lluvias.

Adicionalmente en la Tabla 8 se puede observar la frecuencia de ocurrencia de fechas de inicio y cese de la época de lluvias en caso de ser normales, tempranas y tardías.

#### *Relación entre el inicio y la duración de la época de lluvias*

Para las zonas estudiadas, se ha podido determinar una fuerte relación entre la fecha de inicio y la duración de la época de lluvias (Figura 5).

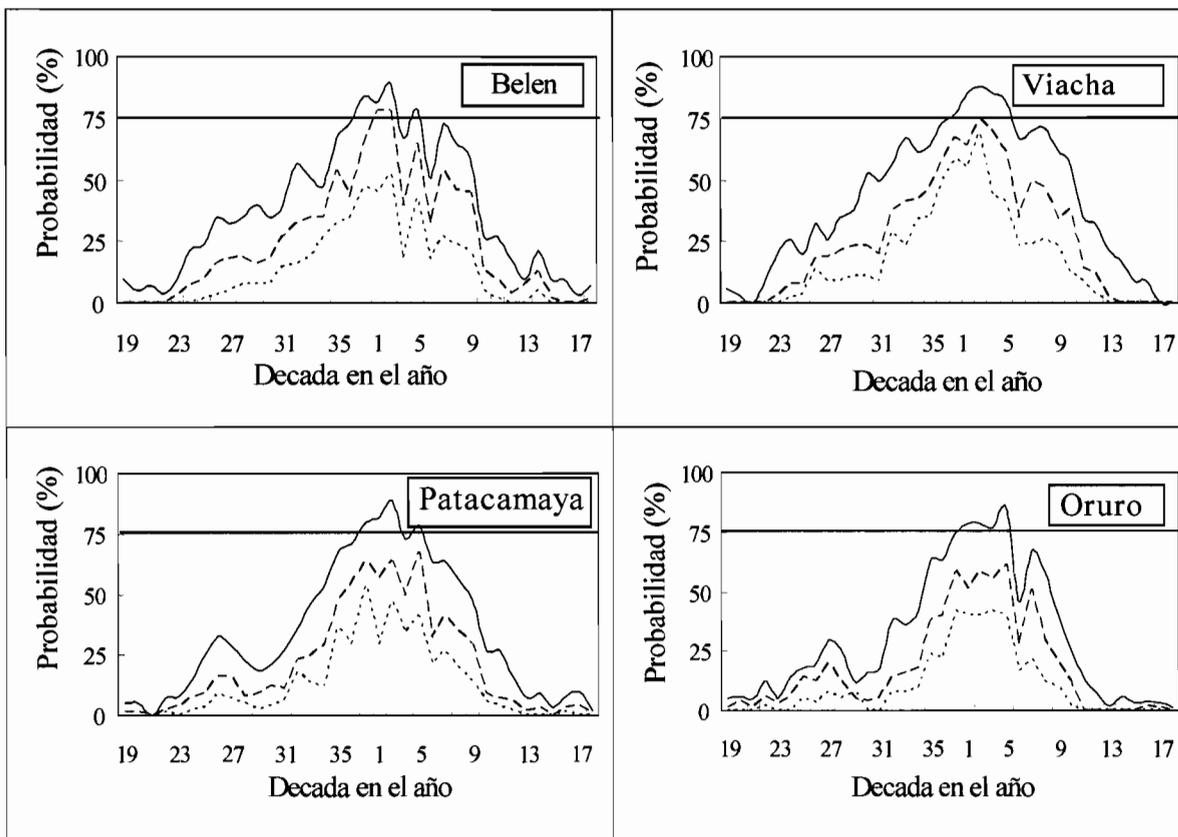
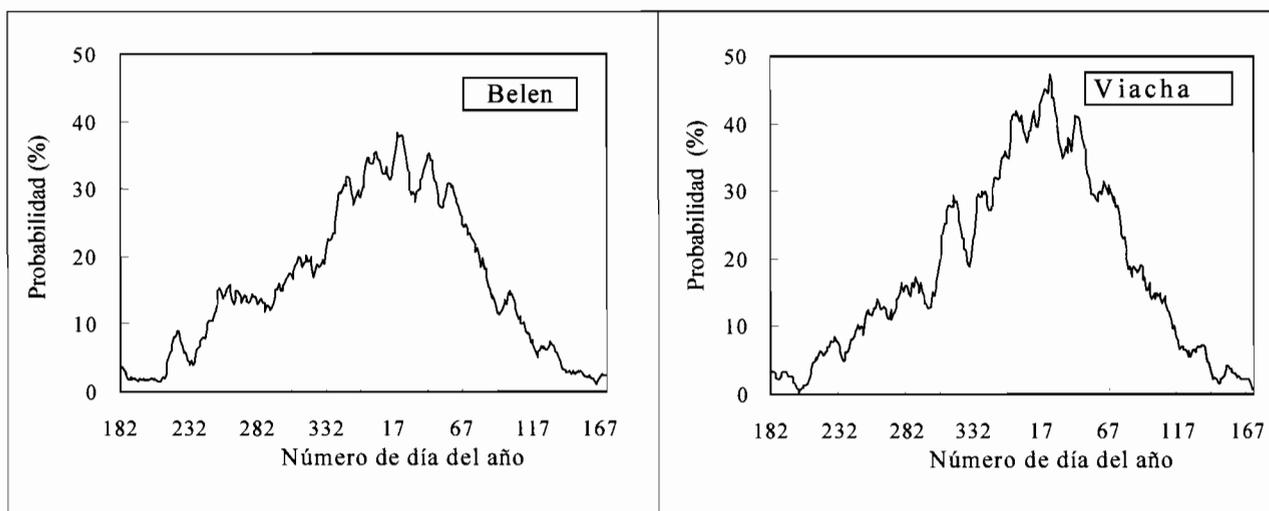


Figura 3. Probabilidad de recepción de 10, 20 y 30 mm de lluvia por década en las cuatro localidades estudiadas (—) 10 mm, (— —) 20 mm, (...) 30 mm

Tabla 7. Fechas medias de inicio, cese y duración media de la época lluviosa

Localidad	Fecha media de inicio	Fecha media de cese	Duración media (días)
Belen	20 Octubre	30 Marzo	160
Viacha	5 Noviembre	4 Abril	150
Patacamaya	22 Noviembre	20 Marzo	120
Oruro	25 Noviembre	15 Marzo	111



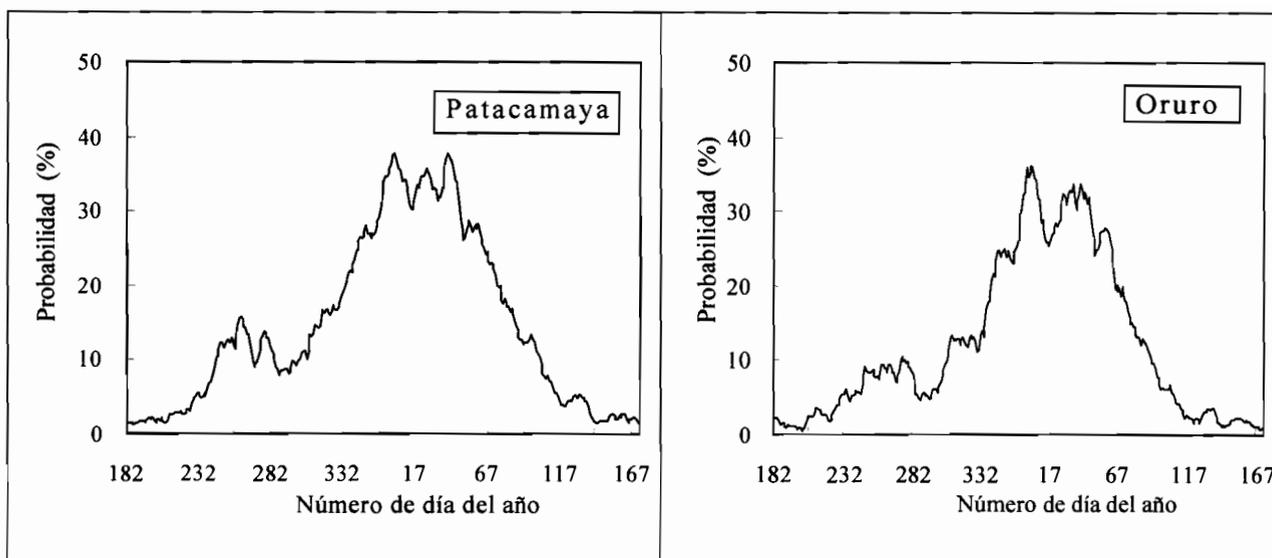
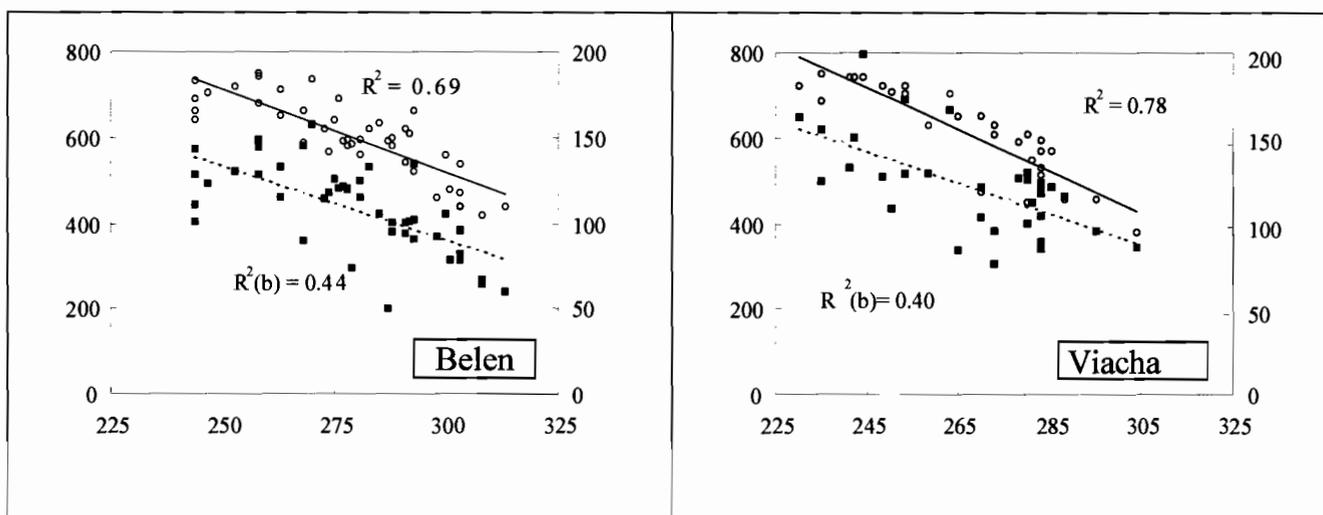


Figura 4. Probabilidad de ocurrencia de días con lluvia durante el año (1 de julio al 30 de junio) en las cuatro localidades analizadas

Tabla 8. Frecuencia de ocurrencia de fechas de inicio y cese (%) de la época de lluvias normales, tempranas y tardías en las cuatro localidades consideradas

Localidad	Frecuencia de ocurrencia (%)					
	Inicio			Cese		
	Temprano	Normal	Tardío	Temprano	Normal	Tardío
Belen	31	53	16	18	49	33
Viacha	13	53	34	18	56	26
Patacamaya	21	43	36	23	45	32
Oruro	11	56	33	27	53	20



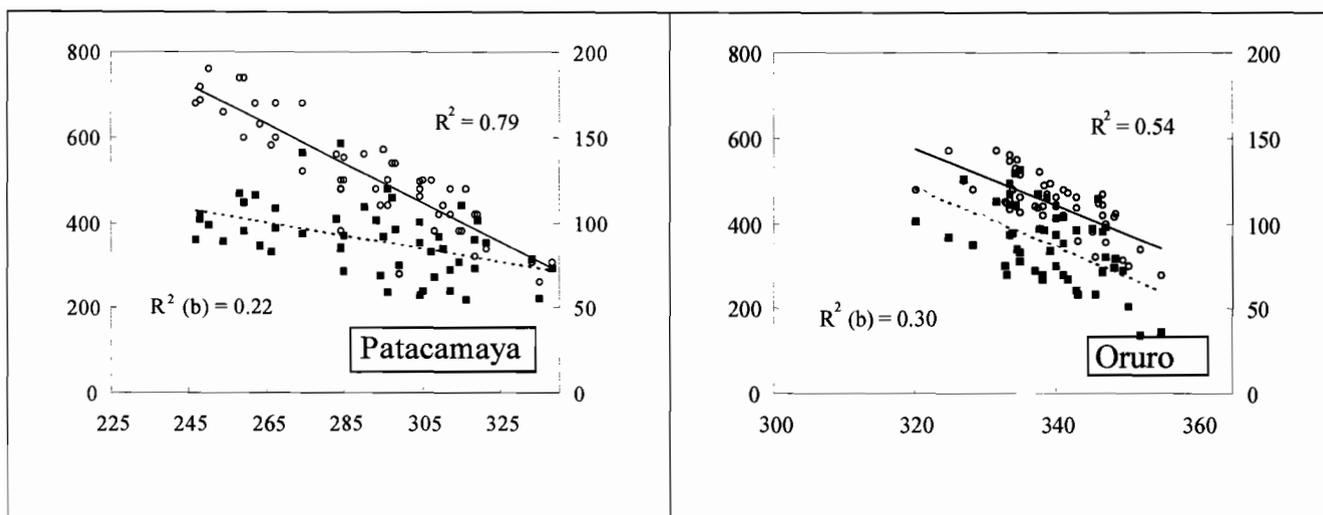


Figura 5. Relación entre el inicio de la época de lluvias (eje x-número de día en el año), (-■-) precipitación anual (eje y izquierdo-mm) y (-o-) duración de la época de lluvias en las cuatro localidades.

Si la estación lluviosa se inicia en una fecha temprana, la duración de la misma es mayor. Cuando la estación lluviosa se inicia en la tercera semana de septiembre (día número 270), la época de lluvias se extiende aproximadamente a 6 meses o más. En cambio, cuando la estación lluviosa se inicia durante la segunda quincena de diciembre (día número 355), la época de lluvias se limita solo a 3 meses, no ocurriendo una extensión de la época de lluvias sino un acortamiento. Aunque con una correlación más baja, la cantidad de lluvia recibida durante la estación lluviosa tiene relación con el día de inicio de la época de lluvias especialmente en las estaciones del Norte. La cantidad total de lluvia es mayor cuando el inicio de la época de lluvias es temprano (Figura 5). De lo anterior se deduce que cuando el inicio de las lluvias es tardío existe una alta probabilidad de que los productores se enfrenten a una combinación de una estación lluviosa corta y bajas cantidades de precipitación.

## DISCUSION

La información agroclimática es una herramienta muy útil para determinar las estrategias más adecuadas de producción agrícola (Sivakumar, 1989). El análisis de las condiciones climáticas puede ser utilizado para realizar una evaluación de los recursos climáticos para estimar el potencial de producción de las zonas, así como sus riesgos identificando estrategia de producción. Este análisis permite además evaluar los requerimientos para la implementación de medidas tales como sistemas de drenaje, sistemas de riego, sistemas de protección contra heladas, etc.

En el Altiplano Boliviano, el riesgo para la agricultura relacionado a la poca fiabilidad de la estación lluviosa se combina e incrementa con la alta probabilidad de ocurrencia de heladas y las duras condiciones térmicas medias que los cultivos deben enfrentar periódicamente. Los resultados muestran que la frecuencia de ocurrencia de heladas tempranas y tardías en el inicio y finalización del período productivo es alta, existiendo una probabilidad del 50% de que el período conveniente para la producción agrícola se extienda solo a 180 días en el Norte y menos de 130 días en el Sur.

Con respecto al patrón de precipitación, la distribución de las lluvias es estacional y se encuentra caracterizada por un alto coeficiente de variación intra e interanual que reduce fuertemente su confiabilidad. El análisis ha confirmado la poca fiabilidad para practicar una agricultura de secano para la zona de estudio. Algunas consideraciones generales pueden ser descritas a continuación:

Bajo condiciones normales la cantidad total de lluvia recibida es menor a la evapotranspiración de referencia anual en todos los casos y épocas. Sin embargo la cantidad de lluvia caída durante la época de lluvias abastece alrededor del 60 % de la demanda atmosférica de agua.

La época en que es posible recibir una cantidad mínima de 10 mm. de lluvias por década a un nivel de probabilidad del 75% se encuentra entre los meses de diciembre a febrero. El período restante es inapropiado para cultivos susceptibles a la sequía y con una alta demanda de agua.

Se presenta una clara correlación negativa entre el día de inicio y la duración de la estación lluviosa común para zonas áridas (Simane, 1993). Es así que cuando ocurre un inicio tardío de la misma existe una alta probabilidad de déficit hídrico que no podrá ser cubierto por las lluvias durante el proceso de producción. Por último este hecho puede resultar en una baja muy significativa de la producción debido a que los cultivos adaptados a la zona requieren de al menos 5 meses para desarrollarse debido principalmente a la inadecuada combinación con bajas temperaturas ambientales que hacen que los procesos fisiológicos sean prolongados y por tanto también el ciclo del cultivo.

El período normal de siembra para la agricultura de secano comienza a mediados de octubre en función a la época de lluvias. Bajo estas condiciones y por los resultados de probabilidad de ocurrencia de un día con lluvia, lo más probable es que los cultivos de la zona enfrenten un período seco de dos semanas en el mes de febrero. Considerando que en este período la mayor parte de los cultivos se encuentran en plena floración o en llenado de grano, bajo la práctica de una agricultura de secano se puede esperar una reducción de los rendimientos aún bajo condiciones de año normal de lluvias o incluso en años con lluvias por encima de lo normal. Al respecto, Aceituno y Montecinos (1993), indican que los días lluviosos tienden a agruparse en "episodios de lluvia", con una duración de 1 a 2 semanas, interrumpidas por períodos secos de similar o mayor duración. Interessantemente, las altas y permanentes tasas de radiación solar diaria recibida a lo largo de todos los meses de verano contrastan con la variable y concentrada precipitación, disminuyendo la utilidad de la gran cantidad de energía recibida en la zona. A este respecto Frere et al., (1975) indican que en Oruro, la radiación solar alcanza a 489 cal/cm<sup>2</sup>/día y en Viacha es de 433 cal/cm<sup>2</sup>/día, sin embargo el promedio de radiación neta (Rn) retenida por la superficie del suelo o de la vegetación, alcanza en Oruro solamente a 154 cal/cm<sup>2</sup>/día y en Viacha solamente a 164 cal/cm<sup>2</sup>/día, esto debido a la reducida nubosidad, la gran cantidad de radiación reflejada por el suelo y la poca humedad en el ambiente. En función a ello, Vacher et al. (1994) determinaron que las condiciones radiativas en el Altiplano de Perú y Bolivia, serían muy favorables para la agricultura si se aprovecharían, pues una radiación solar elevada favorece una fotosíntesis intensa y una producción vegetal importante, y una Rn baja induce pocas necesidades en agua para los cultivos. Esta última ventaja no puede ser eficientemente utilizada debido a las restricciones de precipitación y de heladas de la zona.

## CONCLUSIONES

En el altiplano boliviano la agricultura debe enfrentar dos riesgos climáticos de importancia: Heladas y Sequías. La altitud a la cual se encuentra la meseta altiplánica determina que desde abril a mediados de octubre (invierno austral), el riesgo de ocurrencia de heladas es bastante alto, imposibilitando las actividades agrícolas durante este período. La ZCIT solo se acerca al cinturón tropical de Sudamérica durante el verano austral (noviembre a marzo), haciendo que la estación lluviosa coincida con el período libre de heladas. Sin embargo aún durante esta época (octubre a marzo), el patrón de lluvias hace de alto riesgo la práctica de la agricultura de secano.

La alta probabilidad de ocurrencia de heladas tardías, combinada, en algunos años con un tardío inicio de la época de lluvias, provoca un retraso de la siembra ocasionando generalmente que la producción fracase. La baja temperatura media ambiental a lo largo del año, reduce la actividad fisiológica de las plantas haciendo que el ciclo productivo se extienda, siendo más vulnerable a los efectos negativos de las heladas y a los períodos secos durante la última fase de la estación lluviosa. Es así que los productores deben seleccionar cultivos y/o cultivares resistentes a las heladas y/o sequías y/o que tengan ciclos cortos de producción.

Dadas las condiciones ambientales de la zona y como en la mayoría de las zonas áridas, la selección de cultivos y cultivares resistentes a heladas y sequías para regiones propensas a estos fenómenos climáticos, requiere una evaluación muy crítica y profunda, especialmente con respecto a la obtención de rendimientos estables. El uso de variedades que son de estación corta y resistentes a heladas en al menos al inicio y a la finalización de las etapas de desarrollo, podrían mejorar la estabilidad de los rendimientos. Es importante considerar que a pesar de la baja disponibilidad de recursos hídricos en la zona, la aplicación de riego en por lo menos durante las etapas críticas del cultivo, podría mejorar considerablemente los rendimientos.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Aceituno, P. & Montecinos, A., 1993. Circulation anomalies associated with wet and dry periods in the South American Altiplano. Fourth International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography. Hobart -Australia, 22 march - 2 abril, 1993. pp. 330-331.
- Allen, R., Pereira L.S., Raes D., & Smith M.. 1998. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper N° 56. Rome, Italy. 300 pp.
- Almorox, J. 2002. Apuntes de Climatología y Meteorología on-line. Departamento de Edafología. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. <http://www.eda.etsia.upm.es/climatologia/precipitacion/percentilesgammaejercicio.htm>
- Almorox, J., Antonio De R., Saa, A., Cruz Díaz M. & Gasco J.M., 1994. Métodos de estimación de la erosión hídrica. Ed. Agrícola Española, S.A. Madrid. 152 pp.
- Brown, L.H. & Cocheme, J. 1969. A study of the agroclimatology of the highlands of eastern Africa. FAO–UNESCO–WMO Interagency project on agroclimatology, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. 330 pp.
- Buishand, T.A., 1982. Some methods for testing the homogeneity of rainfall. *Journal of Hydrology* (58): 11-27.
- Demaree, G. & Chadilly, M.S., 1988. The Sahelian droughts as seen from the rainfall data of a Mauritanian station. In: Computer methods and water resources (eds. C.A. Brebbia and V de Kosinsky) Computational Hydrology. Computational mechanics publications and Springer-Verlag. Vol. 3: 15 – 23.
- Frere M., Rijas J.Q., Rea, J., 1975. Estudio agroclimático de la zona andina. FAO. Roma, Italia. 375 pp.
- García, M., 2003. Agroclimatic study and drought resistance analysis of quinoa for an irrigation strategy in the Bolivian Altiplano. Doctoral Thesis. Katholieke Universiteit Leuven. 184 pp.
- Le Tacon, Ph., Vacher, J., Eldin, M. & Imaña, E., 1992. Los riesgos de helada en el Altiplano boliviano. In: Actas del VII Congreso Internacional sobre cultivos andinos. IBTA/ORSTOM/CIID CANADA. La Paz. 10 pp.
- Martinic, N.J. & Rojas, J., 1999. Aproximación climática del Altiplano. UMSA. La Paz. 25 pp.
- Raes, D., Mallants, D. & Song, Z., 1996. RAINBOW-A software package for analyzing hydrologic data. In: W.R. Blain (Ed.) Hydraulic Engineering Software VI. Computational Mechanics Publications, Southampton, Boston: 525 – 534.
- Simane, B., 1993. Drought resistance in durum wheat. PhD. Thesis. Agricultural University of Wageningen. The Netherlands. 159 pp.
- Sivakumar, M.V.K., 1988. Predicting rainy season potential from the onset of rains in southern sahelian and sudanian climatic zones of West Africa. *Agricultural and Forest Meteorology*. 42: 295-305.
- Sivakumar, M.V.K., 1989. Agroclimatic aspects of rainfed agriculture in the Sudano-Sahelian zone. In: Soil, crop and water management systems for rainfed agriculture in the Sudano-Sahelian zone. Proceedings of an International Workshop. ICRISAT.
- Stern, R.D., Denett, M.D. & Dale, I.C., 1982. Methods for analyzing daily rainfall measurements to give useful agronomic results. I. Direct methods. *Exp. Agric.* 18: 223-236.
- United Nations Environmental Program, 1996. Diagnostico Ambiental del Sistema Titicaca-Desaguadero-Poopo-Salar de Coipasa (Sistema TDPS) Bolivia-Perú. UNEP - ALT, División de Aguas Continentales Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, La Paz, Bolivia.
- Vacher, J.J., Del Castillo C., Dizes J. & Bosseno R., 1998. Une pratique paysanne face aux risques de sécheresse sur l'altiplano bolivien : l'utilisation d'une biodiversité de *Solanum*. *Collection Colloques et Séminaires, ORSTOM, Paris, Anne Biarnès ( ed), p. 55-74.*

## La producción de quinoa en el Altiplano boliviano: restricciones climáticas y modelización de la productividad de agua

Autor: Sam Geerts \*<sup>a</sup>  
Asesor: Prof. D. Raes<sup>a</sup>

La quinoa es un cultivo muy importante en los Andes que recién esta llamando la atención a causa de su valor nutritivo muy alto y su potencial de crecer bajo condiciones adversas. Para poder formular directivas a nivel de la granja y para poder aumentar la producción baja al presente, la agro-climatología del Altiplano boliviano fue estudiada, y el enfoque  $K_y$  para simular producciones regionales (Doorenbos & Kassam, 1979; Kipkorir, 2002) fue probado en este estudio.

La evapotranspiración promedio mensual de referencia ( $ET_0$ ) fue estimada con la ecuación FAO-Penman-Monteith basado en datos de temperatura mínima y máxima de 18 estaciones meteorológicas del Altiplano. A continuación, los datos fueron interpolados en un programa de SIG. El análisis del inicio de la época de lluvias se concentró en la selección de un criterio de campo listo para su uso. Varios criterios fueron probados simulando el balance hídrico de campos de quinoa con el programa BUDGET (Raes, 2003) en 5 localidades del Altiplano boliviano. Los criterios fueron evaluados en base a la transpiración relativa de la quinoa ( $T_a/T_{pot}$ ) durante los 30 primeros días del ciclo de cultivo y durante todo el ciclo. La combinación de las fechas de inicio y de término de la época de lluvias y luego su análisis de frecuencia dio mapas de la duración del ciclo de crecimiento (LGP). Finalmente, un análisis agronómico de las sequías con el modelo BUDGET fue realizado.

Los valores de  $ET_0$  aumentan claramente del sur-oeste al norte en el Altiplano boliviano. Un criterio para el inicio de la época de lluvias, nuevamente desarrollado (precipitación acumulativa de 28 mm en 4 días), fue seleccionado en el análisis de LGP, aunque las diferencias entre diferentes criterios fueron solamente significativas en las localidades del norte. En promedio, la época de lluvias empieza al inicio de noviembre en el Altiplano norte y a fines de noviembre en la parte sur. Los mapas de LGP muestran una tendencia clara, disminuyendo en la dirección del sur. El análisis agronómico de sequías indicó una eficiencia muy elevada de ingreso de agua ( $WIE; ET_a/P$ ) de la quinoa en el Altiplano y una calidad muy baja de calidad de la época de lluvias ( $ET_a/ET_c$  sumado durante el ciclo de cultivo) con una tendencia de disminución de norte a sur-oeste. Sequías durante la floración y la etapa de formación de granos fueron la causa principal de pérdidas de producción (30 hasta 70 % de pérdida relativa de producción). Combinando los estudios de LGP, de la evapotranspiración relativa y el riesgo de heladas permitió elaborar base de datos en GIS listas para conocer la aptitud agronómica de la producción de la quinoa en el Altiplano boliviano.

En la segunda parte de este estudio, la calidad del enfoque adaptado  $K_y$  en combinación con el modelo de balance hídrico del suelo BUDGET para simular la producción regional de la quinoa fue probado. Con el enfoque  $K_y$ , la producción relativa es estimada a base del estrés hídrico de la planta mediante llamado factor de reacción de cosecha al agua. Con características del cultivo, principalmente realizadas por Garcia (2003), 23 años de cultivo fueron simulados para la localidad de Patacamaya y fueron comparados con datos observados de rendimiento.

Simulaciones iniciales dieron resultados no satisfactorios. La introducción de un factor resumido de corrección para el índice de área foliar (LAI), reduciendo la transpiración potencial modelada ( $T_{pot}$ ) cuando las plantas sufren de estrés hídrico, dio resultados significativamente mejores pero no satisfactorios. Eso podría ser el resultado de una base de datos no completa (producción regional versus datos climatológicos de localidades específicas) o de las características extraordinarias de la quinoa. Resulta que una cierta producción regional de base esta garantizado siempre mediante los mecanismos amplios de resistencia a la sequía. Seleccionando un factor de corrección de LAI, relativamente bajo, y seleccionando un rendimiento de base de 0.4 toneladas por hectárea, la respuesta de la quinoa al estrés hídrico pudo estar simulada adecuadamente.

Para aumentar la producción de la quinoa bajo las condiciones adversas del Altiplano boliviano, donde el aprovisionamiento de agua es muy bajo, la irrigación deficitaria será una opción valida. Un enfoque de modelización dinámica y específica para la quinoa esta requerida para poder elaborar directivas para esta practica.

**Palabras claves:** Quinoa, *Chenopodium quinoa* Willd., Altiplano, Bolivia, agro-climatología, inicio de la época de lluvias, sequía, cartografía de aptitud agronómica, modelización de productividad de agua, factor de reacción de cosecha, enfoque  $K_y$ , BUDGET.

\* Autor correspondiente:

VLIR-UDC Investigador  
Tel. +32 16 32 97 54  
Fax +32 16 32 97 60  
[Sam.Geerts@biw.kuleuven.be](mailto:Sam.Geerts@biw.kuleuven.be)

<sup>a</sup> K.U.Leuven,  
Faculty of Bioscience Engineering  
Laboratory for Soil and Water Management  
Celestijnenlaan 200 E  
B-3001 Leuven  
Belgium

# Efecto del estrés hídrico en diferentes etapas fenológicas de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano boliviano: hacia una estrategia de riego deficitario en una región seca

Sam Geerts <sup>a\*\*</sup>, Richard Santos Mamani <sup>b</sup>, Magali Garcia <sup>b</sup>, Dirk Raes <sup>a</sup>

## INTRODUCCION

En el Altiplano Boliviano, se realizo un experimento controlado de estrés hídrico para quinoa. El Altiplano Boliviano es una depresión Inter-Andina amplia, con una altura promedio de 3850 m.s.n.m. Las condiciones del clima y de los suelos son muy adversas para los cultivos en esta región. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), es un pseudo cereal tradicional de los Andes, bien adaptado a estas condiciones y posee un valor nutritivo elevado.

A causa de la lluvia limitada y muy variable, la producción de la quinoa es inestable. La irrigación de la quinoa durante el periodo sin heladas es una manera de aumentar y estabilizar la producción. Sin embargo, dado el hecho que los recursos de agua son limitados, el riego deficitario con directivas flexibles es la única opción de riego.

## METODOLOGIA

Para desarrollar recomendaciones de riego deficitario, se realizo en Viacha (Bolivia), un experimento de lisimetría con carpa contra la lluvia y con 8 tratamientos de aplicación de agua. Los tratamientos consistieron en provocar estrés hídrico en las 6 etapas de sensibilidad y durante todo el ciclo de cultivo. El testigo fue quinoa con riego completo.

Durante el ciclo de cultivo, fueron monitoreados la evolución de biomasa, la longitud y el peso de las raíces, la cantidad de riego aplicado y el drenaje. Al final del ciclo, la cosecha de granos, la eficiencia de uso de agua (EUA) y fueron determinados el índice de cosecha (IC).

---

Información completa en "Sam Geerts et al., 2006. Response of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to differential drought stress in the Bolivian Altiplano: towards a deficit irrigation strategy within a water scarce region. Proceedings of the International Symposium on water and land management for sustainable irrigated agriculture, Adana Turkey, April 4-8, 2006. Full article on CD-Rom; Book of abstracts p. 200.

\*\* Autor correspondiente:

VLIR-UDC Investigador

Tel. +32 16 32 97 54

Fax +32 16 32 97 60

[Sam.Geerts@biw.kuleuven.be](mailto:Sam.Geerts@biw.kuleuven.be)

<sup>a</sup> K.U.Leuven Faculty of Bioscience Engineering Laboratory for Soil and Water Management Celestijnenlaan 200 E B-3001 Leuven Belgium	<sup>b</sup> Universidad Mayor de San Andres (UMSA) Facultad de Agronomía Av. Heroes del Acre 1850 La Paz Bolivia
---	---

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En periodos de estrés hídrico antes o durante la floración, la producción de biomasa aérea fue retardada y la forma logística de la curva de crecimiento fue interrumpida (Fig.1). Notablemente, el crecimiento de las raíces no fue inhibido en estos tratamientos, lo que provocó incrementos temporales en la relación raíz-tallo ( $RT_{longitud}$ ) durante los periodos de estrés hídrico. Sin embargo, los efectos en  $RT_{longitud}$  desaparecieron a la cosecha (Fig. 2).

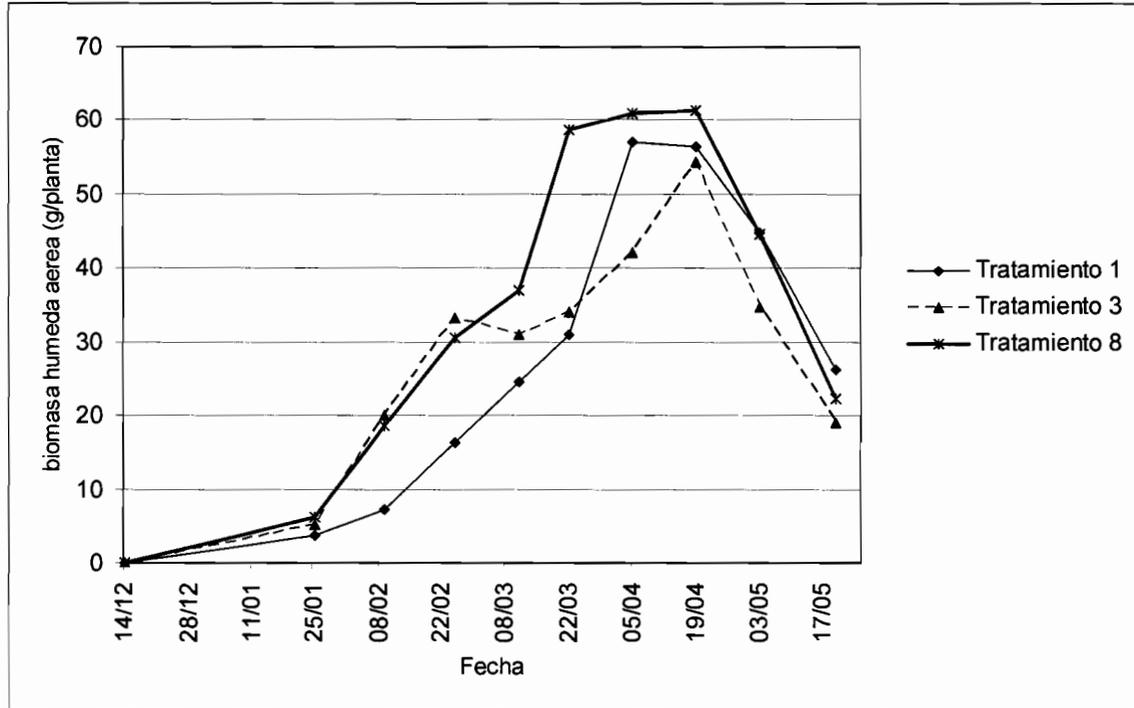


Fig. 1: Evolución de la biomasa aérea (biomasa húmeda por lisímetro (g)) para 3 tratamientos diferentes de estrés hídrico

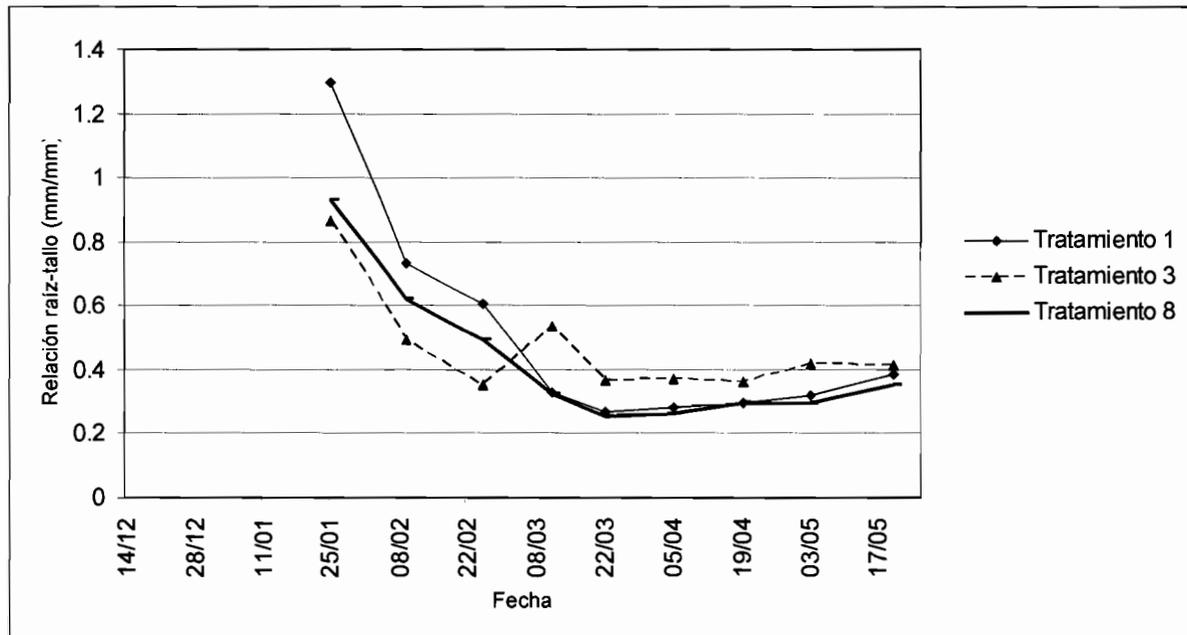


Fig. 2: Evolución de la relación raíz-tallo (mm/mm) para 3 tratamientos diferentes de estrés hídrico

Tabla 1: Rendimiento total en granos por lisímetro para tratamientos diferentes de estrés hídrico

Tratamiento	Rendimiento total promedio [g]	Desviación estándar [g]	Grupo estadístico <sup>1</sup>
1	53.5 <sup>a</sup>	12.4	a
2	45.4 <sup>a,b</sup>	11.0	a,b
3	33.6 <sup>c</sup>	9.0	c
4	32.0 <sup>c</sup>	7.7	c
5	31.8 <sup>c</sup>	7.8	c
6	39.0 <sup>b,c</sup>	5.0	b,c
7	10.9 <sup>d</sup>	2.2	d
8	45.4 <sup>a,b</sup>	9.7	a,b

<sup>1</sup> Diferencias entre grupos a un nivel de 0.05

Por otro lado, los tratamientos con estrés continuo, estrés durante pre-floración, estrés durante floración y estrés durante la fase de grano lechoso, repercutiendo en una producción total significativamente baja (Tabla 1) y bajas EUA's (Fig. 3). Tratamientos con estrés hídrico en las fases iniciales vegetativas causaron las mayores EUA's. El IC fue relativamente constante, excepto por los tratamientos con estrés continuo y con estrés en la fase de grano lechoso (Fig. 4).

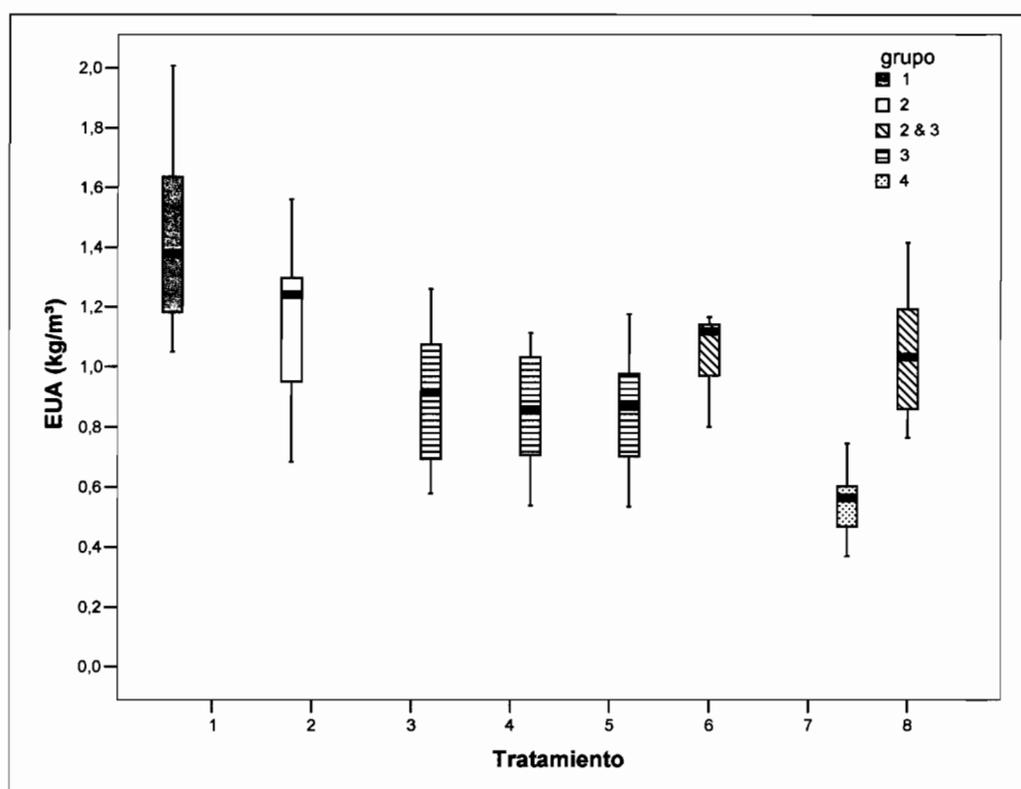


Fig. 3: Eficiencia de uso de agua (peso de granos por lisímetro (kg) / cantidad total de agua aplicada (m<sup>3</sup>)) para tratamientos diferentes de estrés hídrico

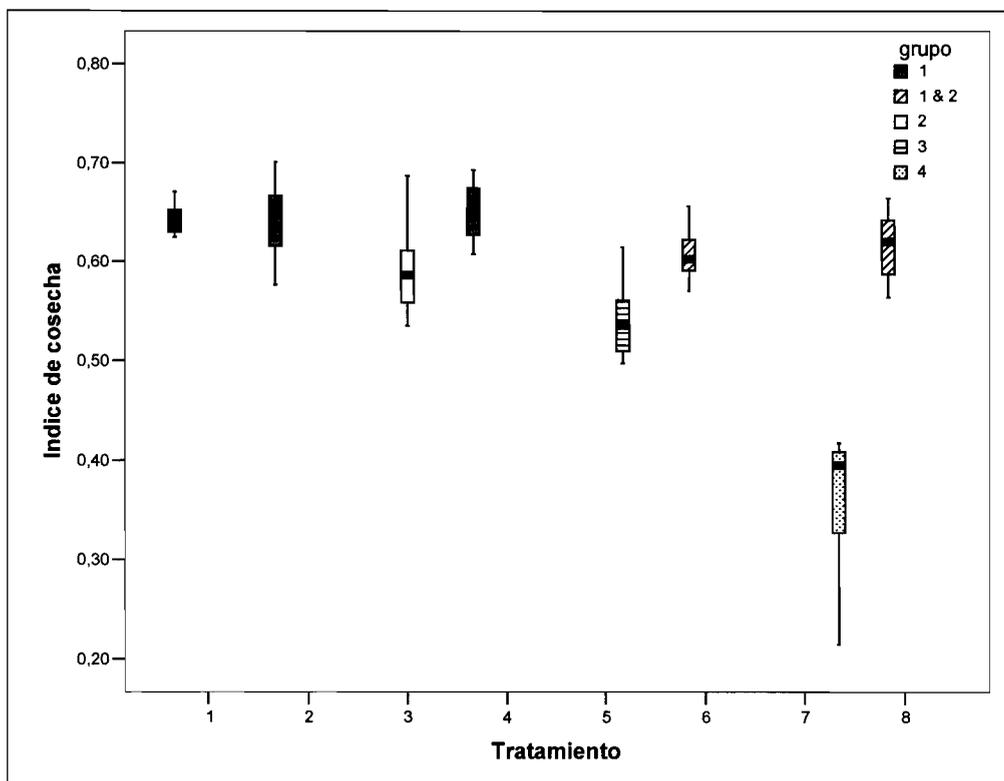


Fig. 4: Índice de cosecha (peso de granos por planta (g) / biomasa seca total por planta (g)) para tratamientos diferentes de estrés hídrico

## CONCLUSION

El tratamiento con estrés hídrico continuo (tratamiento 7) prueba que la producción pluvial de la quinoa, durante años secos (por ejemplo años El Niño) resulta en rendimientos bajos. Este estudio confirma las conclusiones de Garcia (2003) que riego deficitario en años muy secos es necesario su aplicación. Dependiendo de la localización específica dentro del Altiplano boliviano, las estrategias pueden variar con las condiciones climáticas (Geerts et al., 2006).

El endurecimiento de la quinoa debido al estrés hídrico en etapas tempranas de crecimiento según lo mencionado por Bosque Sanchez et al. (2003) se confirma en este estudio. Las EUA de los tratamientos con estrés hasta la etapa de 12 hojas (tratamientos 1 y 2) eran notablemente más altas que en las otras. El endurecimiento se puede atribuir solamente a la temporalidad del  $RT_{longitud}$  o a un  $RT_{peso}$  elevado, porque en la cosecha estos efectos habían desaparecido para ambos tratamientos. Poco después del estrés, el  $RT_{longitud}$  era de hecho más alto para el tratamiento 1 y 2. Esto no era debido a una tasa de crecimiento elevada de la raíz, sino debido a una inhibición temporal del crecimiento de la biomasa aérea. El mecanismo profundo que causa el endurecimiento de la quinoa en el tratamiento 1 y 2 no se entiende completamente y requiere investigación adicional. El mecanismo (interno de la planta) para esquivar la sequía que ocurre después de la floración (aumento en raíces laterales en los tratamientos 5, 6 y 7) parece ser escaso, para atenuar el estrés hídrico totalmente, especialmente en la fase de grano lechoso. Como la biomasa aérea alcanzó su estado máximo, la inhibición temporal del crecimiento ya no es una opción posible para evitar la sequía. Por otra parte, el IC es algo constante para todos los tratamientos a excepción de los tratamientos con estrés continuo y estrés durante la fase de grano lechoso. Por lo tanto, la fase de grano lechoso de la quinoa está considerado como la más sensible al estrés hídrico.

Se demostró que el estrés hídrico que ocurre durante pre-floración, floración y la etapa de grano lechoso de la quinoa, tiene un efecto negativo en el rendimiento total y en la EUA. Al elaborar una estrategia de irrigación deficitaria para la quinoa, las sequías en estas etapas del crecimiento se deben atenuar con uno o más aplicaciones de irrigación. Además, por conocimiento local del productor, se debe garantizar la germinación en los campos de quinoa. Los agricultores siempre siembran la quinoa en un perfil húmedo de suelo. Combinando estos resultados con el endurecimiento que puede ocurrir en las etapas vegetativas iniciales, las pautas preliminares para una estrategia de irrigación deficitaria pueden ser derivadas.

Dependiendo de la disponibilidad de agua, de las características físicas del suelo y de las variedades locales dentro de la región, la estrategia tiene que ser afinada y ser probada más a fondo en campos de agricultores.

Con la base de los actuales resultados y de investigación futura, se elaborara un modelo de productividad de agua para la quinoa. Esto Permitirá realizar análisis de situaciones y estudiar maneras sostenibles de aumentar la producción de la quinoa por medio de irrigación deficitaria más detalladamente. Para estabilizar la producción de quinoa en el Altiplano de manera sostenible, el agua debe ser considerada como el factor limitante y mas importante.

**Palabras claves:** productividad del agua, quinoa, Bolivia, Altiplano, irrigación deficitaria, eficiencia de uso del agua

## **AGRADECIMIENTOS**

Investigación financiada por una beca de Doctorado del Consejo Inter-universitario Flamenco (VLIR). La investigación se realiza en Bolivia en el marco del proyecto QuinAgua (VLIR EI), colaboración científica entre K.U.Leuven y la Universidad Mayor de San Andrés. Nuestra deuda de gratitud se amplía a IRD Bolivia por la fructuosa cooperación.

## **REFERENCIAS**

Bosque Sanchez, H., Lemeur, R. and Van Damme, P., 2000. Análisis ecofisiológico del cultivo de la quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de estrés de la sequía y la salinidad. Tropicultura 18: 198-202.

Garcia, M., 2003. Agroclimatic study and drought resistance analysis of Quinoa for an irrigation strategy in the Bolivian Altiplano. Ph.D. dissertation. Dissertaciones de Agricultura N° 556. Fac. of Agr. and Applied Biol. Sciences, K.U.Leuven, Belgium.

Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Del Castillo, C. and Buytaert, W., 2006. Agro-climatic suitability mapping for crop production in the Bolivian Altiplano: a case study for quinoa. Agr. and Forest Meteorol. 139, 399-412.

## Cartografía agro-climática de conveniencia para la producción vegetal en el Altiplano boliviano: el caso de la quinoa

Sam Geerts <sup>a\*\*</sup>, Dirk Raes <sup>a</sup>, Magali Garcia <sup>b</sup>, Carmen Del Castillo <sup>b</sup>, Wouter Buytaert <sup>a</sup>

### RESUMEN

Una biblioteca agro-climática de la conveniencia para la producción vegetal, fue generada empleando registros climáticos de 20 a 33 años para 41 estaciones meteorológicas en el Altiplano Boliviano. Por procedimientos validados fueron obtenidos, cuatro indicadores agro-climáticos para la región. La evapotranspiración de referencia, la longitud del periodo de lluvias, la severidad de sequías intra-estacionales y los riesgos mensuales de helada los cuales fueron determinados para cada estación meteorológica. Para conseguir una cobertura geográfica, los datos de punto fueron incorporados en un ambiente SIG e interpolados posteriormente usando kriging ordinario, con o sin la incorporación de anisotropía. El estudio de caso se centra en la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), un cultivo importante en la región que se cultiva durante la estación corta e irregular de la precipitación y que esta bien adaptado a la ocurrencia frecuente de sequías y heladas. La biblioteca SIG fue empleada para marcar las zonas, donde la irrigación deficitaria podría mejorar la producción de la quinoa. Con una búsqueda de datos, se pudo delimitar las zonas donde la irrigación puede ser útil para extender la longitud del periodo de crecimiento, fuera de los límites del periodo de lluvias y/o para atenuar sequías intra-estacionales. Los requisitos netos de irrigación fueron utilizados para determinar la vulnerabilidad de las zonas delineadas. Dos regiones de alta vulnerabilidad, con riesgo severo de sequía y riesgo aceptable de helada, son las regiones del este del Altiplano y la región inter-salar en el sur. Juntos constituyen alrededor de 1/3 del área del Altiplano Boliviano. En uno de cada dos años, la irrigación en estas regiones puede mejorar fuertemente los rendimientos. El uso de irrigación en otras regiones del Altiplano sería menos beneficioso porque los requisitos de irrigación son bajos (región alrededor del lago Titicaca), o porque el riesgo de helada es demasiado alto (el oeste seco, el sudoeste, y la región entre el lago Poopó y el Salar de Uyuni). Aparte de la aplicación presentada, se podía deducir de la biblioteca una visión general sobre el sistema climático del Altiplano.

La rutina propuesta en este estudio generó un método directo para manejar largos registros de datos climáticos detallados y para ligarlos a recomendación agrícola práctica.

Información completa en "Sam Geerts et al., 2006. Agro-climatic suitability mapping for crop production in the Bolivian Altiplano: A case study for quinoa. Agricultural and Forest Meteorology (2006), doi:10.1016/j.agrformet.2006.08.018

\*\* Autor correspondiente:

VLIR-UDC Investigador

Tel. +32 16 32 97 54

Fax +32 16 32 97 60

[Sam.Geerts@biw.kuleuven.be](mailto:Sam.Geerts@biw.kuleuven.be)

<sup>a</sup> K.U.Leuven  
Faculty of Bioscience Engineering  
Laboratory for Soil and Water Management  
Celestijnenlaan 200 E  
B-3001 Leuven  
Belgium

<sup>b</sup> Universidad Mayor de San Andres (UMSA)  
Facultad de Agronomía  
Av. Heroes del Acre 1850  
La Paz  
Bolivia

Redefiniendo límites de búsqueda e incorporando otros datos, la biblioteca SIG se puede utilizar para estudios de impacto en otras prácticas agrícolas y para estudiar los efectos del cambio climático y del Niño en la producción de la quinoa en las zonas delineadas.

**Palabras claves:** quinoa, agro-climatología, cartografía de conveniencia, irrigación deficitaria, Bolivia, Altiplano

## INTRODUCCION

Aunque la quinoa sea un cultivo conveniente, la producción media en los últimos 10 años era solamente  $0.6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (INE, 2003). Sequías, temperaturas bajas, salinidad del suelo y la cultivación con entrada limitada, son las razones principales de las producciones relativamente bajas para la producción pluvial de quinoa en el Altiplano Boliviano. Dado la escasez de recursos de agua en la región, la irrigación completa no es una opción. La irrigación deficitaria sin embargo podría reducir el problema de sequías durante el período óptimo de la siembra y etapas sensibles del cultivo. La Irrigación deficitaria (English, 1990; Pereira et al., 2002) tiene como objetivo una productividad máxima del agua y una producción estable más bien que la obtención de producciones máximas (Zhang y Oweis, 1999). Garcia (2003) indicó que la irrigación deficitaria sería de hecho una opción para aumentar significativamente la producción de la quinoa en esta región y para estabilizarla en un nivel sostenible de 65% de su rendimiento máximo.

Diferentes indicadores meteorológicos que determinan la conveniencia de la región para la producción agrícola se han estudiado con el acento en la quinoa. Los 4 indicadores siguientes eran considerados: (i) evapotranspiración de referencia ( $E_0$ ), (ii) la longitud del periodo de lluvias (LPL), (iii) sequías intra-estacionales y (iv) riesgo de helada. La  $E_0$  expresa la demanda evaporativa de la atmósfera independientemente del tipo de cultivo, del desarrollo del cultivo y de las prácticas agrícolas (Allen et al., 1998). La LPL determina fuertemente el éxito o la falta de agua en los cultivos pluviosos. Porque la precipitación en el Altiplano ocurre en estaciones pequeñas delimitados de lluvia separados por períodos de sequía (Garreaud et al., 2003), un estudio de sequías intra-estacionales es esencial (Fox y Rockström, 2000). A parte de sequía, la helada es uno de los factores principales que influyen al crecimiento en el Altiplano (Carrasco et al., 1997; Hijmans, 1999; François et al., 1999; Jacobsen et al., 2003). El requisito neto de irrigación ( $I_n$ ), con lo cual la importancia de la introducción de la irrigación puede ser determinada, se determinó para la quinoa en las diversas localizaciones del Altiplano.

En este estudio, se elaboró un procedimiento para obtener una biblioteca SIG con un resumen comprimido de la información agro-climática importante para la producción de la quinoa en el Altiplano Boliviano. Dentro de esta biblioteca, búsquedas de datos pueden ser realizadas. Como ejemplo, están marcadas las regiones donde la irrigación deficitaria de la quinoa se podría considerar para mejorar el rendimiento, con riesgo de helada como factor restrictivo y el requisito neto de irrigación, como índice de vulnerabilidad. Conociendo las variedades y los sistemas comunes de producción de la quinoa en la región, este papel puede servir de pauta donde investigación, y (micro-) inversión en la irrigación deficitaria para la quinoa podrían ser útiles.

## METODOLOGIA

Fueron utilizados en el análisis, datos climáticos de 41 estaciones meteorológicas de los tres departamentos del Altiplano. La precipitación diaria y temperatura máxima y mínima del aire fueron obtenidas del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología). Datos adicionales de temperaturas mínimas y máximas absolutas mensuales fueron proporcionados por

Hijmans et al. (2003) para las estaciones donde faltaron datos diarios de temperatura del aire. Los registros de datos variaron de 20 a 33 años para el período de 1970 a 2003. Las pruebas de homogeneidad en sumas anuales de precipitación y en temperaturas medias mensuales (Buishand, 1982) con el software RAINBOW (Raes et al., 1996) no indicaron ninguna tendencia ni demostraron una in-homogeneidad significativa en los registros de datos. Por lo tanto, los conjuntos de datos completos fueron conservados para el análisis.

En casi todas las estaciones meteorológicas las temperaturas mínimas y máximas del aire estaban disponibles y la evapotranspiración de referencia ( $E_0$ ) podía ser calculada. Solamente en las estaciones donde datos diarios de precipitación de por lo menos 20 años estaban disponibles, se pudo determinar la longitud del periodo de lluvias (LPL), el índice de aridez intra-estacional ( $IA_{ie}$ ), que es un indicador para sequías intra-estacionales, y el requisito neto de irrigación ( $I_n$ ). El riesgo de helada fue determinado para estaciones con datos de temperatura mínima diaria o de temperatura mínima absoluta mensual.

Después del cómputo de los 4 indicadores meteorológicos, capas raster fueron generados realizando un análisis geo-estadístico. Un modelo digital de elevación para la región estaba disponible en una resolución de 30 segundos arco (célula de rejilla alrededor de 1 km<sup>2</sup>) (CIP, 2005). Otras capas básicas de datos estaban disponibles de USGS (2005) (por ejemplo las fronteras departamentales, los lagos) o fueron derivadas de bases de datos secundarias (por ejemplo el Salar de Coipasa). La resolución de todas las capas interpoladas era de 30 píxeles. Las plataformas SIG usadas eran Arcview 3.2 y ArcGIS 9.0. El Altiplano boliviano en este estudio estaba definido como la región con una altura mayor a 3.400 m.s.n.m. y localizada dentro de las fronteras bolivianas. Las regiones sobre 4.200 m.s.n.m. fueron excluidas del análisis debido a la incertidumbre en las estimaciones de parámetros para estas zonas de alta elevación.

El kriging ordinario con y sin la incorporación de anisotropía fue utilizado para interpolar las estimaciones de punto en este estudio. La validación cruzada se utiliza para evaluar la calidad de predicción de las interpolaciones (Isaaks y Srivastava, 1989). En la base de datos final, cada capa de datos viene con un valor del error de la raíz cuadrada media y del error de la desviación media para el modelo de kriging y con un mapa adicional de los errores estándar geográficos (ESg) de las estimaciones. Con capas interpoladas confiables en la biblioteca SIG, un número ilimitado de búsquedas regionales puede ser realizado.

En este estudio, se realizó una búsqueda para delinear regiones donde la irrigación deficitaria de la quinoa podría mejorar fuertemente el rendimiento. Para identificar las regiones donde se requiere irrigación para estirar el periodo de crecimiento, fuera de los límites de la época de lluvias (EPC), las capas de LPL eran combinadas con restricciones de riesgo de helada al principio y al final del periodo de crecimiento. Para diseñar las regiones convenientes para la mitigación de sequías, las capas de  $IA_{ie}$  eran combinadas con restricciones de riesgo de helada en las etapas críticas del crecimiento de la quinoa. Los requisitos netos de irrigación ( $I_n$ ) fueron determinados por cada año y para 20 estaciones en el Altiplano, usando el modelo de balance hídrico del suelo BUDGET (Raes, 2005; Raes et al., 2006).  $I_n$  es la cantidad de agua que necesita ser agregada durante el período de crecimiento para evitar estrés hídrico en la planta.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La figura 1 presenta el mapa  $E_0$  del 2<sup>do</sup> período de 10 días de febrero (ciclo central de cultivo). Los valores  $E_0$  disminuyen hacia el norte debido a la influencia del Lago Titicaca y a la influencia de la zona de convergencia inter-tropical (ZCIT). Existe también una disminución del oeste al este debido a los vientos zonales orientales-húmedos (Amazona boliviana) y los vientos occidentales-secos (desierto costero en Chile) (Garreaud et al., 2003). Como tal las localizaciones occidentales y meridionales hacen frente a los valores más altos de  $E_0$ . Así el aire más seco en estas regiones esta menos acopiado contra la radiación solar entrante que causa temperaturas máximas más altas (Garcia et al., 2004).

El Lago Poopó que es más pequeño, claramente tiene una influencia, no obstante menor al Lago Titicaca. El estiramiento hacia el sur de la clase de 4.3 - 4.6  $\text{mm}\cdot\text{día}^{-1}$  de la  $E_0$ , indica la influencia de este cuerpo de agua. Las moderaciones de la temperatura y una humedad relativa más alta resultan en una  $E_0$  más baja alrededor y acerca a los lagos grandes. El efecto de los salares depende de su estado. En los meses centrales del verano austral (como en Fig. 1), los salares están a veces cubiertos por una capa extensa de agua que hace aumentar la humedad relativa y que hace disminuir la  $E_0$ .

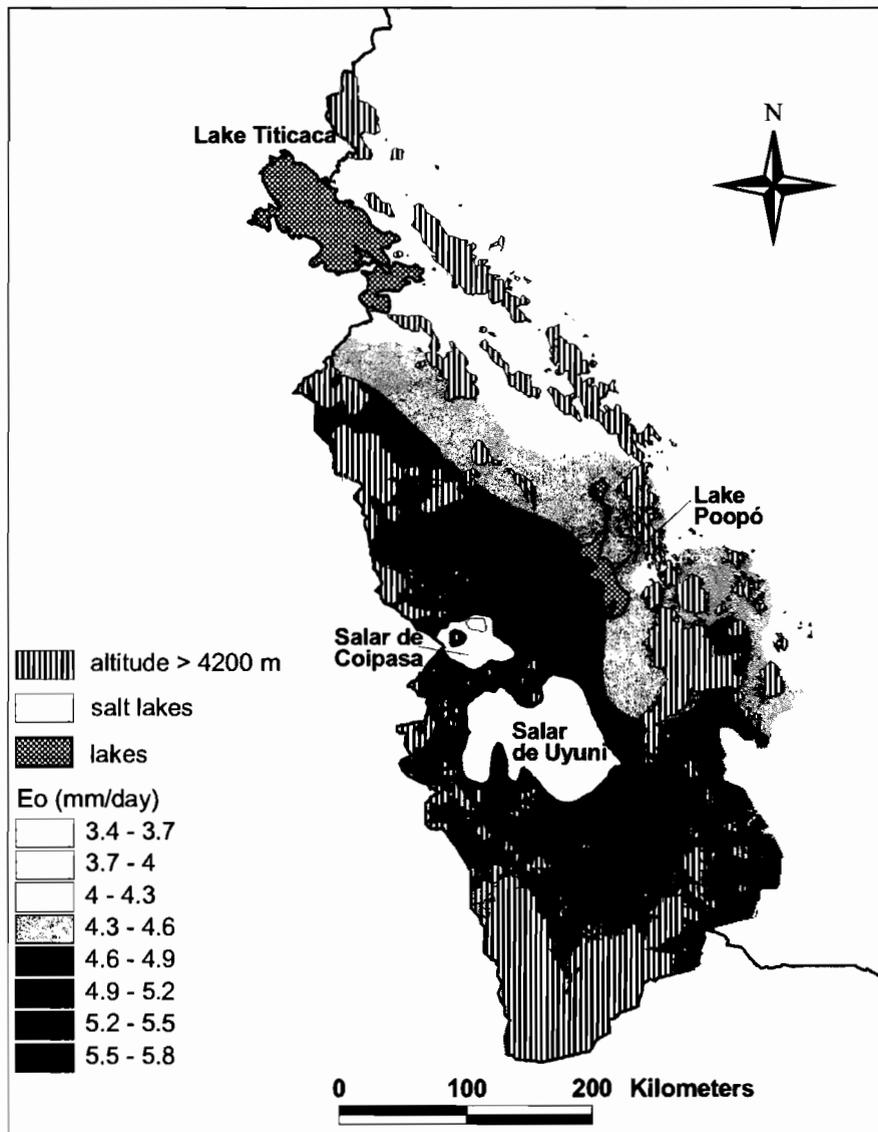


Fig. 1. Evapotranspiración de referencia ( $E_0$ ) en el periodo central de crecimiento (2<sup>do</sup> periodo de 10 días de febrero) en el Altiplano boliviano

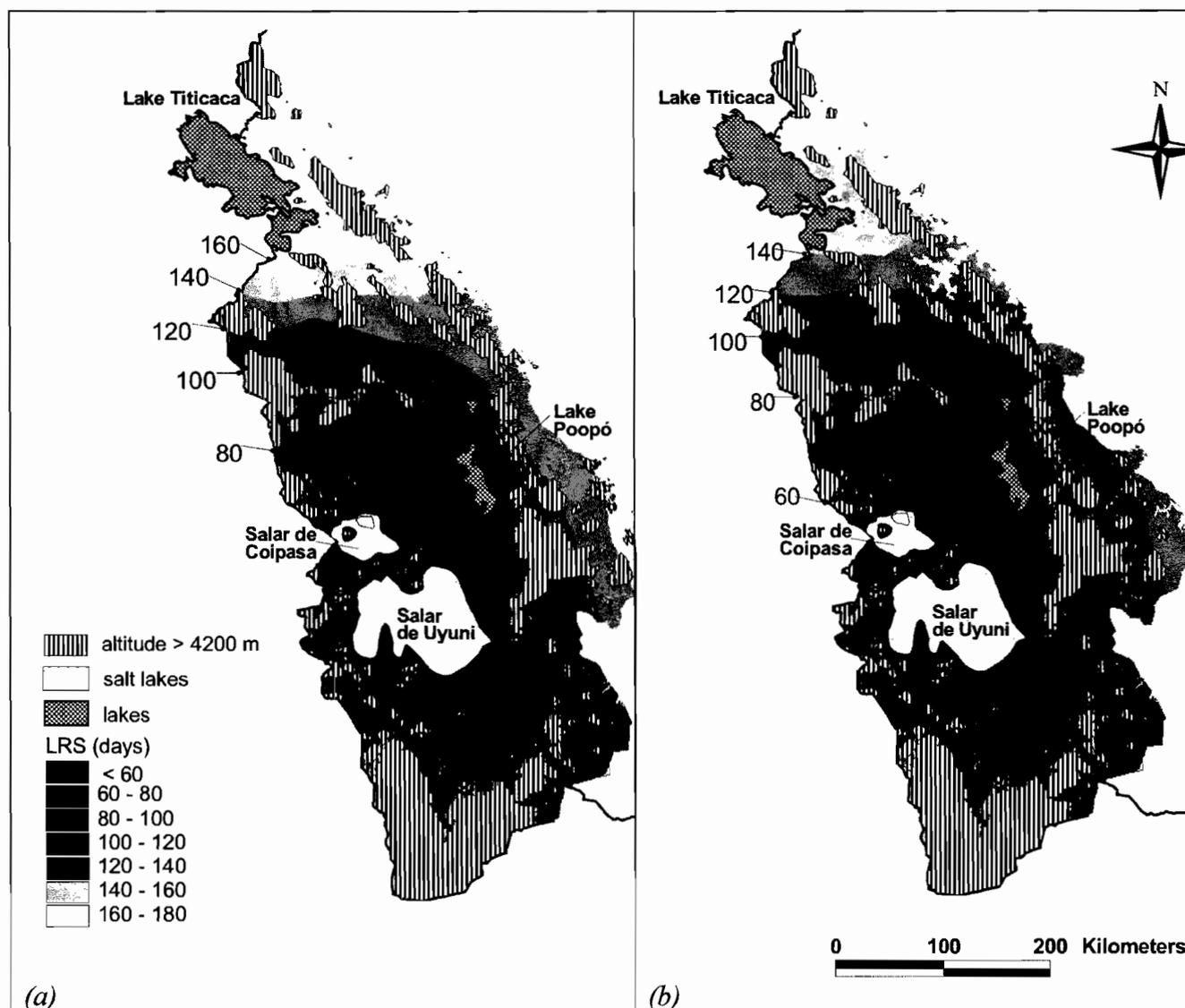


Fig. 2. Representación geográfica de la longitud del periodo de lluvias (LPL) en el Altiplano boliviano en años normales (a) y secos (b)

Las tendencias similares como los descritos para la  $E_0$ , son notables para el LPL (Fig. 2a y 2b). Sin embargo, parece que los salares no tienen una influencia significativa en el LPL y que la influencia del Lago Poopó es menor que para la  $E_0$ . La influencia combinada del Lago Titicaca, la ZCIT y los vientos zonales está también presente, pero la influencia proporcional del lago Titicaca y el ZCIT es más grande para LPL (y así para la lluvia) que para  $E_0$ . Esto se puede notar de la orientación más horizontal de las líneas de contorno de LPL. La LPL relativamente es más largo al este de la Cordillera Oriental (región de Potosí), se puede atribuir a la influencia tropical de la cuenca Amazónica. La zona meridional hace frente a una LPL muy limitado. Aunque el efecto de frontera de la Cordillera Oriental no se incorporó en la técnica de interpolación, la influencia de las montañas en la precipitación se observa claramente de la flexión al sur de las líneas de contorno de la LPL. Ésta es otra indicación de la confiabilidad de la técnica de interpolación.

La tabla 1 presenta los valores de  $IA_{ie}$  para diversos tipos de años, para 8 estaciones representativas. Los valores de  $IA_{ie}$  que se pueden esperar en un año seco, normal y húmedo fueron derivados de un análisis de frecuencia de los valores anuales calculados de  $IA_{ie}$  considerando las probabilidades de

excedentes de 80%, 50% y 20% respectivamente. Los valores de  $R^2$ , expresan la proximidad a la relación lineal en la función acumulativa de densidad, que eran todos mayores a 0.93. Los mapas fueron compuestos e interpolados con precisión confiable pero no se presentan aquí. Las estaciones que tienen un  $IA_{ie}$  relativamente bajo que tienen también una diferencia elevada entre el  $IA_{ie}$  en años secos y húmedos. Esto significa que las estaciones secas hacen frente a diferencias inter-  
anuales grandes y así a un nivel más alto de la imprevisión de la precipitación.

*Tabla 1*

*Índice de aridez intra-estacional ( $IA_{ie}$ ) para un año seco, normal y húmedo para 8 estaciones representativas en el Altiplano boliviano*

<b>Estación</b>	<b><math>IA_{ie}</math> en un año seco [-]</b>	<b><math>IA_{ie}</math> en un año normal [-]</b>	<b><math>IA_{ie}</math> en un año húmedo [-]</b>
Copacabana	0.69	0.95	1.29
El Alto	0.55	0.70	0.89
Charaña	0.09	0.30	0.50
Oruro	0.33	0.53	0.71
Huachacalla	0.13	0.36	0.71
Potosí	0.29	0.42	0.61
Salinas De G.M.	0.19	0.47	0.74
Uyuni	0.12	0.25	0.53

Las estaciones occidentales tales como Charaña y Huachacalla tienen una pobre cobertura intra-estacional de precipitación. Es igual para Uyuni, localizado al sur del Salar de Uyuni. La zona inter-salar entre el Salar de Uyuni y el Salar de Coipasa tiene una calidad intra-estacional moderada debido a los efectos previamente descritos sobre el clima local. Es importante observar que la influencia que templó al micro clima del Lago Poopó y de los Salares era mucho más grande para las sequías intra-estacionales que para la LPL. Esto es en parte debido a la incorporación de  $E_0$  en  $IA_{ie}$ . La zona oriental (región Potosí) tiene un LPL intermedio pero un  $IA_{ie}$  relativamente bajo.

Durante el periodo de crecimiento, la región del Lago Titicaca, la región de Potosí al este de la cordillera oriental, la región en el nordeste al norte del Lago Poopó y la región inter-salar hace frente a probabilidades relativamente más bajas de helada que las otras zonas de Altiplano. La región occidental cerca de la montaña Sajama y la región al sudoeste del Salar de Uyuni tienen probabilidades elevadas de helada (40 % a 100 %, dependiendo del umbral considerado de la temperatura) por todos los meses del ciclo de crecimiento.

En general, las interpolaciones de la helada eran las más difíciles de realizar debido al alto nivel de variación al azar. Sin embargo, en estos casos el kriging con anisotropía tuvo mejores resultados que el kriging normal. En ninguno de los casos, el co-kriging con la elevación como tercera variable fue utilizado debido a las correlaciones muy bajas entre la probabilidad de helada y la altura (Goovaerts, 2000). Parece que las tendencias regionales (Garreaud et al., 2003) y las influencias fuertes del Lago Titicaca y del Salar de Uyuni son más importantes que las influencias locales de diferencias de elevación entre 3.400 y 4.200 m. Las altas regiones de la montaña, donde la influencia de la altura no puede ser ignorada, no se considera en este estudio porque no son áreas cultivables. Aunque se sabe que los fondos de los valles son más susceptibles al daño por la helada que las cuestas de colina, las micro-diferencias en topografía no se podrían considerar en la cartografía de conveniencia a causa de la resolución del raster alrededor de 1 km<sup>2</sup>.

Las interpolaciones de  $E_0$ , LPL y de  $IA_{ie}$  rindieron resultados aceptables hasta muy exactos. En ciertos casos la incorporación de anisotropía (alrededor de 300° a 315°) mejoró los resultados de las interpolaciones debido al efecto combinado norte-sur del Lago Titicaca y oeste-este de los vientos

zonales. La influencia de los vientos zonales en  $I_n$  y  $IA_{ie}$  parece ser mayor que el efecto del Lago Titicaca lo que dio lugar a la anisotropía alrededor de  $300^\circ$  (cerca de ONO).

Las 8 zonas con potencial, derivadas de la búsqueda en SIG están mostradas en Fig. 3. Los objetivos de la irrigación deficitaria para cada zona se enumeran en la tabla 2. La búsqueda reveló que en la parte oriental del Altiplano (zona 5) y alrededor de los Salares (las zonas 5 y 3) la introducción de irrigación deficitaria puede ser recomendable fuertemente. Aunque el área alrededor del Lago Titicaca este bajo influencia pseudo-marina y sea relativamente húmeda, una estrategia de irrigación deficitaria sigue siendo beneficiosa (la zona 4 y 8). Las zonas 1, 6 y 7 son de menor importancia de debido a su extensión pequeña.

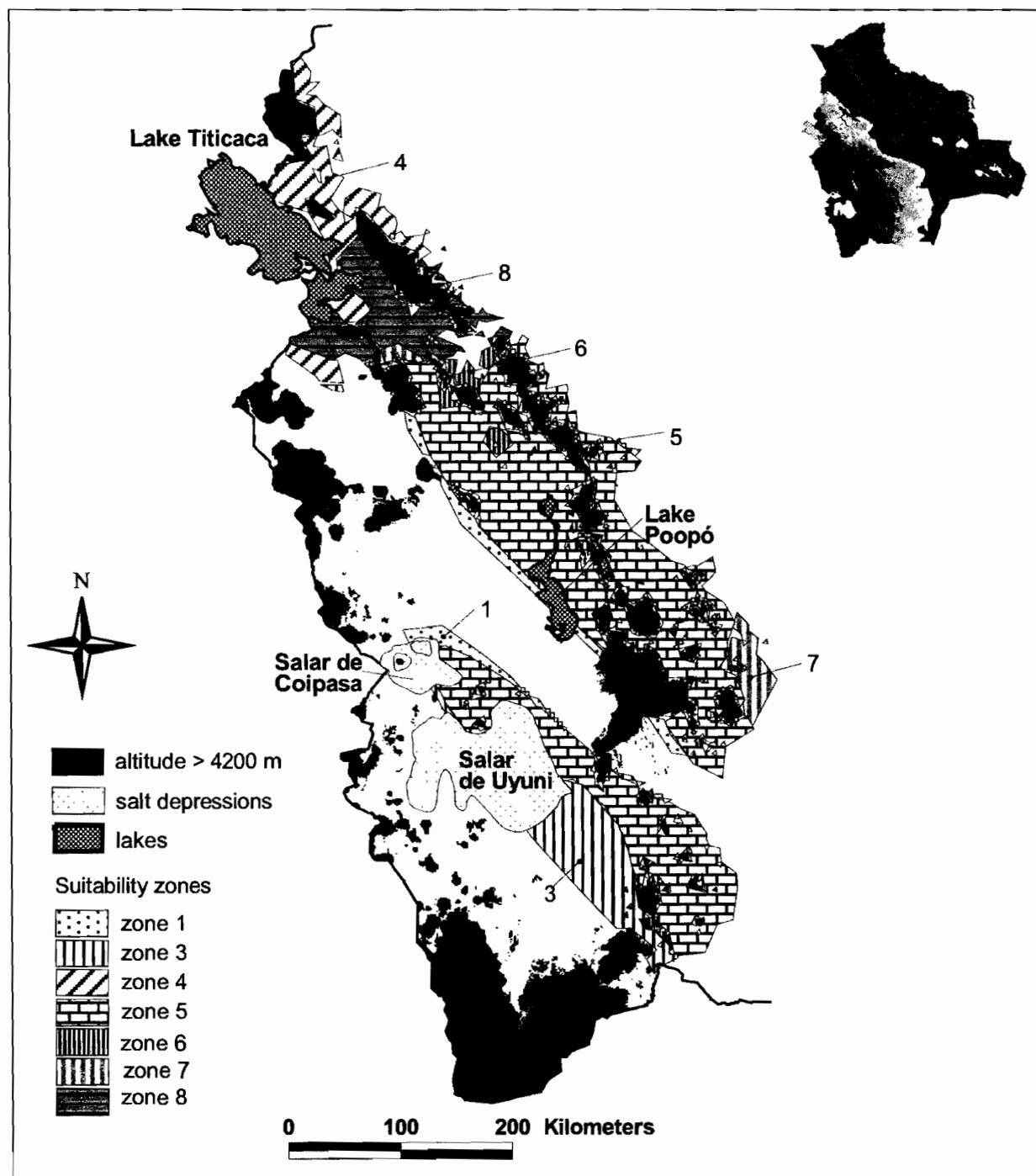


Fig. 3. Las zonas de conveniencia para riego deficitario en el Altiplano boliviano

Aunque el lado occidental del Altiplano boliviano (la grande área en blanco en el centro de Fig. 3) es una zona vulnerable para la producción vegetal. El riesgo de helada durante el ciclo de crecimiento es generalmente demasiado elevado para aconsejar irrigación deficitaria en una escala global (Fig. 3). Actualmente, la quinoa tampoco es frecuentemente cultivada en esta área. Solamente si los altos riesgos de helada son aceptados por los agricultores o si los riesgos de helada son más bajos debido a las condiciones de micro-clima (por ejemplo en cuevas de colina), la irrigación deficitaria podría ser recomendable.

*Tabla 2*

*Objetivos de la irrigación deficitaria para las 8 zonas de conveniencia*

Zona	Cross-tabulación de búsquedas	Área (km <sup>2</sup> )	Objetivo de la irrigación deficitaria
1	Búsqueda 1	5,703	EPC <sup>1</sup> en 1 año sobre 2
2	Búsqueda 2	0	EPC en 1 año sobre 5
3	Búsqueda 3	12,407	ASÍ <sup>2</sup> en 1 año sobre 2
4	Búsqueda 4	8,469	ASÍ en 1 año sobre 5
5	Búsqueda 1 y 3	50,172	EPC en 1 año sobre 2 y ASI en 1 año sobre 2
6	Búsqueda 1 y 4	1,444	EPC en 1 año sobre 2 y ASI en 1 año sobre 5
7	Búsqueda 2 y 3	2,641	EPC en 1 año sobre 5 y ASI en 1 año sobre 2
8	Búsqueda 2 y 4	7,456	EPC en 1 año sobre 5 y ASI en 1 año sobre 5

<sup>1</sup> EPC: Estiramiento del periodo de crecimiento fuera de los límites de la época de lluvias

<sup>2</sup> ASI: Atenuación de sequías intra-estacionales

De los valores  $I_n$  se deduce un índice de vulnerabilidad en las diversas zonas de conveniencia. Este proceso da la prioridad más alta ( $I_n$  mayor) a las zonas 1, 3 y 5. Junto, constituyen alrededor 1/3 del área del Altiplano. De este análisis, está claro que la irrigación deficitaria es una opción conveniente para la estabilización de la producción en una parte grande del Altiplano. Prioridad baja se concentra en las zonas 4 y 8 cerca del Lago Titicaca. Solamente en 1 año sobre 5 la irrigación deficitaria tendrá un impacto significativo en la producción vegetal (tabla 3).

*Tabla 3*

*Requisito neto promedio de irrigación ( $I_n$ ) para las 8 zonas de conveniencia y su prioridad correspondiente para considerar riego deficitario.*

Zona	$I_n$ promedio [mm]	ES	Prioridad
1	341	83	Alta
2	/	/	/
3	446	84	Alta
4	94	65	Baja
5	331	92	Alta
6	204	29	Mediana
7	242	28	Mediana
8	153	35	Baja

## CONCLUSION

Una cartografía agro-climática regional de conveniencia fue realizada para el Altiplano boliviano. Usar SIG para deducir pautas de gerencia implica siempre, riesgo de los problemas supuestos de propagación de error. Por lo tanto, la estimación de error fue realizada en cada paso del procedimiento de la cartografía. Los mapas con los errores estándar del kriging dan indicaciones

claras de donde se debe recopilar más información meteorológica para aumentar la confiabilidad total de la biblioteca SIG. Estos son una parte esencial de la biblioteca para realizar un análisis de calidad post-búsqueda.

Según lo mencionado por Hijmans et al. (2003), la investigación agro-climática de impactos, tiene que encontrar un equilibrio entre los procedimientos muy exactos, que son a menudo muy desperdiciadores de tiempo y requieren muchos datos, y procedimientos más simplificados que requieran menos datos o los procedimientos de simulación con los cuales pueden ser obtenidas rápidamente estimaciones de impacto. La rutina propuesta en este estudio rindió un método directo para manejar de registros grandes de información climática detallada y para ligarlos a recomendación agrícola práctica.

Del estudio de caso, se confirma que las condiciones agrícolas son muy ásperas en el Altiplano boliviano. La quinoa es a menudo la única opción como cultivo de subsistencia en la región. Sin embargo, los rendimientos de la quinoa pueden ser aumentados y ser estabilizados substancialmente usando irrigación. Una indicación global donde la irrigación deficitaria podría ser aplicada para estabilizar el rendimiento de la quinoa se presenta en este estudio. Dos regiones (la zona 5 y 3), donde sequías severas ocurren frecuentemente y que tienen un riesgo aceptable de helada y una alta vulnerabilidad están marcadas para acción global. Éstas son el sistema inter-salar y la región oriental grande del Altiplano. Investigación adicional se debe realizar dentro de las zonas delineadas, para estimar la cantidad de agua de irrigación que se puede extraer de los recursos escasos de agua, de una manera sostenible.

Los factores regionales importantes, que influyen el clima en el Altiplano boliviano se pueden también deducir de este estudio. Por ejemplo, podría ser derivado que la influencia alrededor del Lago Titicaca estira 80 kilómetros al sureste considerando las dos zonas delineadas de la conveniencia (zona 4 y 8).

La biblioteca SIG se puede utilizar para estimaciones de impacto de otras prácticas agrícolas o para otras variedades de quinoa. Incorporando datos climáticos proyectados, los efectos del cambio climático, se pueden evaluar también en las zonas delineadas. El efecto de El Niño en la producción de quinoa se podría tratar en el futuro y entonces se podría incorporar su efecto en la cartografía de conveniencia. Información más exacta sobre tipos de suelo (retención de agua y contenido en sal) y la consideración de la subida capilar de la napa freática superficial mejorarían el índice de vulnerabilidad. Finalmente, investigaciones que se concentran en estrategias del agricultor para la prevención de riesgos en la producción de la quinoa, serían útiles en el Altiplano. De esta manera, las pautas propuestas podrían ser mejoradas y los límites de búsqueda se podrían ajustar vía participación social.

En este estudio, fue presentada una metodología para una síntesis comprensible de registros grandes de datos climáticos regionales. Un procesamiento estocástico de datos fue combinado con aplicaciones SIG y modelaciones del balance hídrico del suelo. El carácter modular y por lo tanto dinámico de la base de datos permite que resultados futuros de investigación sean incorporados sin alterar la estructura total de la biblioteca.

## **AGRADECIMIENTOS**

Investigación financiada por una beca de Doctorado del Consejo Inter-universitario Flamenco (VLIR). La investigación se realiza en Bolivia en el marco del proyecto QuinAgua (VLIR EI), colaboración científica entre K.U.Leuven y la Universidad Mayor de San Andrés. Nuestra deuda de gratitud se amplía a Dr. R. Hijmans que contribuyó al análisis de datos poniendo a la disposición

datos climáticos valiosos y por sus remarques útiles sobre el análisis de heladas. Muchas gracias también a SENAMHI Bolivia que nos ayudó en recoger los datos climáticos necesarios. Finalmente queremos agradecer a IRD Bolivia para la cooperación fructuosa.

## REFERENCIAS

Allen, R., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper N° 56. Rome, Italy.

Buishand, T.A., 1982. Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. *J. Hydrol.* 58, 11-27.

Carrasco, E., Devaux, A., Garcia, W., Esprella, R., 1997. Frost-tolerant potato varieties for the Andean Highlands. In: CIP Program Report 1995-1996. Centro Internacional de la papa, Lima, Peru. pp. 227-232.

Centro Internacional de la Papa (CIP), 2005. DIVA GIS: software manual and free GIS data. (<http://www.diva-gis.org/>), accessed August 2005.

English, M., 1990. Deficit irrigation. I: Analytical framework. *J. Irrig. Drain. E.* 116, 399-412.

Fox, P., Rockström, J., 2000. Water-harvesting for supplementary irrigation of cereal crops to overcome intra-seasonal dry spells in the Sahel. *Phys. Chem. Earth (B)* 25, 289-296.

François, C., Bosseno, R., Vacher, J.J., Seguin, B., 1999. Frost risk mapping derived from satellite and surface data over the Bolivian Altiplano. *Agr. Forest Meteorol.* 95, 113-137.

Garcia, M., 2003. Agroclimatic study and drought resistance analysis of Quinoa for an irrigation strategy in the Bolivian Altiplano. Ph.D. dissertation. *Dissertationes de Agricultura N° 556*. Fac. of Agr. and Applied Biol. Sciences, K.U.Leuven, Belgium.

Garcia, M., Raes, D., Allen, R., Herbas, C., 2004. Dynamics of reference evapotranspiration in the Bolivian Highlands (Altiplano). *Agr. Forest Meteorol.* 125, 67-82.

Garreaud, R., Vuille, M., Clement, A.C., 2003. The climate of the Altiplano: observed current conditions and mechanisms of past changes. *Paleogeogr. Paleocl.* 194, 5-22.

Goovaerts, P., 2000. Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *J. Hydrol.* 228, 113-129.

Hijmans, R.J., 1999. Estimating frost risk in potato production on the altiplano using interpolated climate data. In: CIP Program report 1997-1998: Natural resource management in the Andes. Centro Internacional de la papa, Lima, Peru. pp. 373-380.

Hijmans, R.J., Condori, B., Carrillo, R., Kropff, M.J., 2003. A quantitative and constraint-specific method to assess the potential impact of new agricultural technology: the case of frost resistant potato for the Altiplano (Peru and Bolivia). *Agr. Syst.* 76, 895-911.

Instituto Nacional de Estadística (INE), 2003. Anuario Estadístico 2003. Ministerio de Hacienda, Republica de Bolivia, La Paz, Bolivia.

