

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EVAPOTRANSPIRACION REAL (ETR)
DE LA PAPA DULCE (*Solanum tuberosum ssp andigena*) Y DE LA
PAPA AMARGA (*Solanum juzepczukii*) EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO**

J.J. VACHER¹, TH. FELLMAN¹, R. MALDONADO², A. MENDEZ²

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

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

I. INTRODUCCION

El Altiplano boliviano es una ancha llanura de más de 3 millones de ha a 4000 m de altura. A pesar de presentar riesgos muy intensos de sequía y de heladas, el Altiplano es una de las principales regiones agrícolas de Bolivia. Uno de los cultivos más importantes, la papa dulce, presenta rendimientos muy variables pero en general bajos.

Según varios autores (Beukena y Van Der Zaag, 1979; Parker *et al.*, 1989), la sensibilidad de la papa dulce proviene en gran parte de la poca profundidad del sistema radicular, en particular en presencia de horizontes compactos, caso muy común en el Altiplano. Para mejorar los rendimientos, el método generalmente propuesto, es una labranza más profunda. Los campesinos así como los técnicos, atestiguan una mejor resistencia a la sequía de la papa amarga con un mejor aprovechamiento del agua del suelo. El objetivo de este trabajo es entonces analizar y comparar la ETR y las modalidades de extracción del agua del suelo de la papa dulce y de la papa amarga, según dos profundidades de labranza.

II. MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el centro experimental del IBTEN (Instituto Boliviano de Tecnologías Nucleares), sitio representativo de las condiciones agroclimáticas del Altiplano Norte (VACHER e IMANA, 1989). Las variedades estudiadas fueron para la papa dulce, variedad Sani Imilla y para la papa amarga, variedad Lukii. Se instalaron 3 parcelas experimentales de 400 m² cada una, correspondiendo a los tratamientos siguientes.

- papa dulce con labranza tradicional a 20 cm de profundidad (testigo) (PD)
- papa amarga con labranza tradicional de 20 cm (PA)
- papa dulce con labranza a 35 cm (PDL).

En cada parcela se instalaron 2 sitios de mediciones, con tubos de sonda a neutrones y tensiómetros.

Se determinó la ETR del cultivo según la ecuación del balance hídrico:

$$ETR = P + I + \Delta S \pm D - R$$

donde:

- P = precipitación medida en la estación
- I = riego medido en cada parcela
- ΔS = variación del stock de agua medido cada 10 días con la sonda a neutrones
- D = drenaje o ascensión capilar estimado a partir de los datos de los tensiómetros y de la conductividad hidráulica
- R = escorrentía, fue considerada nula en nuestro experimento.

Varios autores (Katerji y Allaire, 1984; Jones, 1978) subrayaron la pertinencia de la medición del potencial foliar como indicador del estudio hídrico de la planta. El potencial se midió cada 10 días al alba y al mediodía, con una cámara a presión tipo Scholander. La medición al alba corresponde al potencial promedio de agua del suelo explorado por las raíces. La medición al mediodía, indica la fuerza de extracción del agua del suelo por la planta con el máximo de ETP.

III. RESULTADOS

1. ETR y extracción del agua del suelo.

El Cuadro 1 contiene los valores de los diferentes componentes del balance hídrico para los 3 tratamientos. Las Figuras 2, 3 y 4 representan las variaciones durante el ciclo del cultivo del stock de agua en el suelo y de los perfiles hídricos.

Cuadro 1. Balance hídrico y rendimientos de los experimentos

9/02 28/03	P mm	ETR mm	ETR mm/día	ΔS mm	Rdt t/ha
PD	54.2	118.5	2	-64,3	11,5
PDL	54.2	144.4	2.5	-90.2	18,5
PA	54.2	145.7	2.5	-91.5	17

Figura 1. Evolución de las variaciones del stock de agua en el suelo.

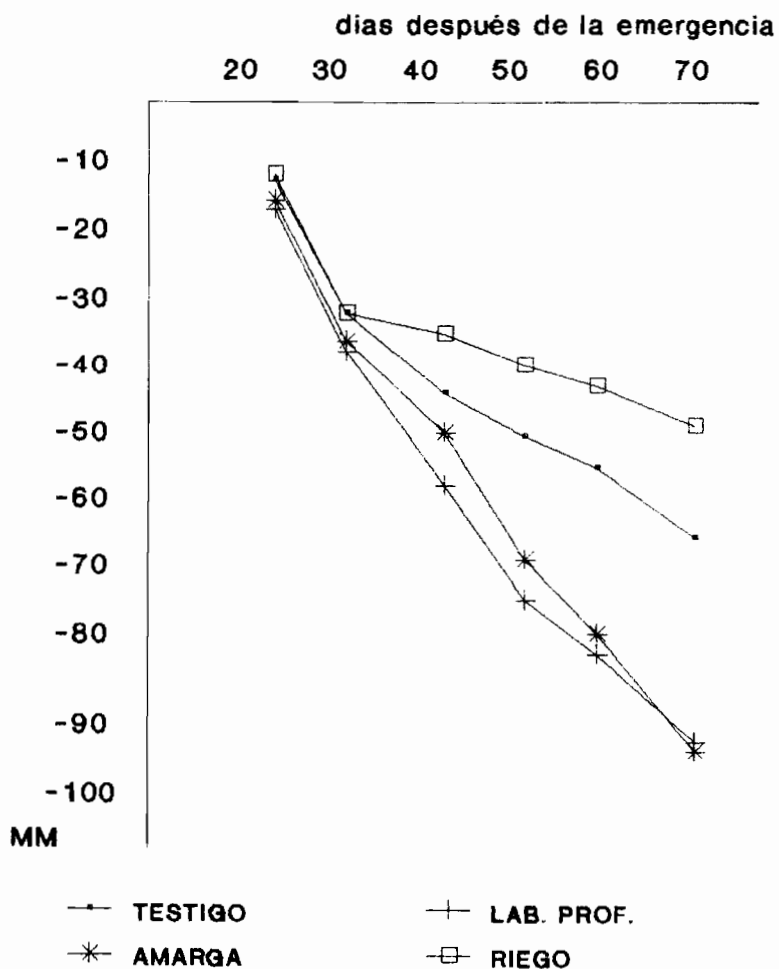


Fig. 2. Límites superiores de los perfiles hídricos

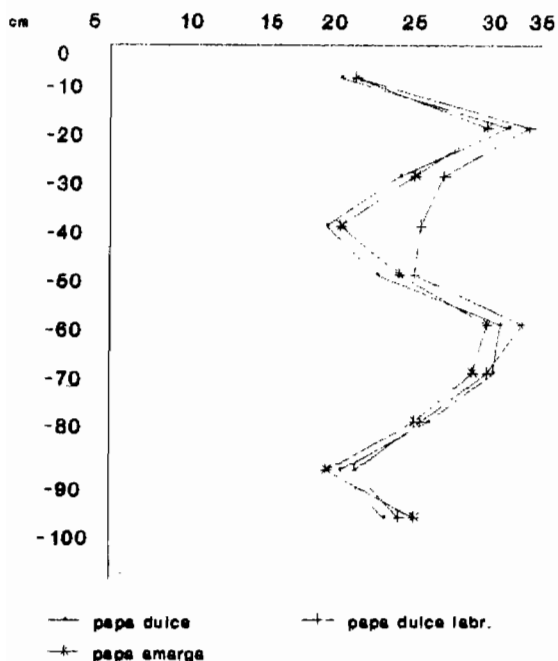
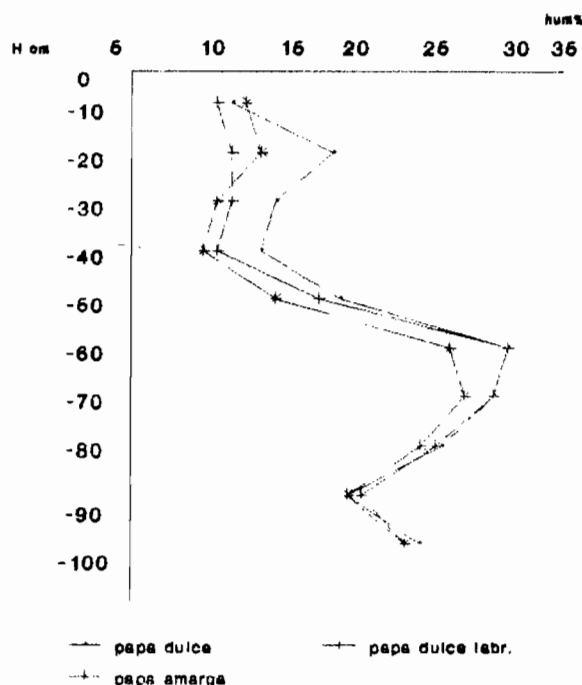


Fig. 3. Límites inferiores de los perfiles hídricos.



La observación de los resultados conduce a los comentarios siguientes:

- el período estudiado fue muy seco, con una precipitación de solamente 54.2 mm, y una ETP correspondiente de 188 mm
- la papa amarga y la papa dulce con labranza, presentan ETR muy similares, con diferencias marcadas con la papa dulce con labranza tradicional (testigo)
- las diferencias de ETR se traducen muy nítidamente sobre los rendimientos;
- las ETR más elevadas corresponden a un mayor uso del agua del suelo (ΔS de estos 2 tratamientos son superiores de más de 50% al S del testigo)
- se puede diferenciar modalidades distintas de extracción del agua del suelo para cada tratamiento:
 - * la papa dulce muestra una extracción reducida del agua del suelo con una disminución regular hasta ser casi nula; el uso del agua corresponde a los 40 primeros centímetros del suelo con raíces hasta de 35 cm.
 - * la papa dulce con labranza profunda, muestra al inicio una extracción intensa del agua del suelo, con una disminución nítida en las últimas décadas, las raíces alcanzaron una profundidad de 45 cm, el mejor uso del agua del suelo corresponde a un mejor almacenamiento (límite superior del perfil) y de una mejor disponibilidad (límite inferior del perfil), los primeros 40 cm del suelo participaron en 80% del DS
 - * la papa amarga muestra una extracción regular, sostenida y más profunda del agua en el suelo (35% del ΔS corresponde a la capa del suelo inferior a 40 cm), las raíces alcanzaron una profundidad de 50cm, el perfil hídrico inferior, al final del ciclo del cultivo, indica una mayor intensidad de extracción del agua del suelo.

2. Evolución del potencial foliar hídrico.

Las Figuras 4 y 5 representan las evoluciones del potencial foliar de equilibrio (PF eq.) y del potencial foliar mínimo (PF min.) para los 3 experimentos. Se observa una disminución regular del PF eq. (de -3 bars a -13 bars), lo que corresponde a la disminución importante del agua en el suelo. Diferencias significativas aparecen entre tratamientos; confirman condiciones hídricas más favorables para PA y PDL. El PF min. muestra una disminución nítida al inicio, seguida de una cierta estabilidad alrededor de -14 bars, lo que corresponde al máximo de fuerza de extracción del agua del suelo. No se nota diferencias marcadas entre tratamientos. Las evoluciones en condiciones de sequía del PF eq. y del PF min. de la papa amarga y de la papa dulce, corresponden, según Hickman (1970) y Ritchie (1973) a estrategias de tipo regulador, asociadas generalmente a un buen control estomático.

Fig. 4. Variaciones del potencial foliar hídrico de equilibrio.

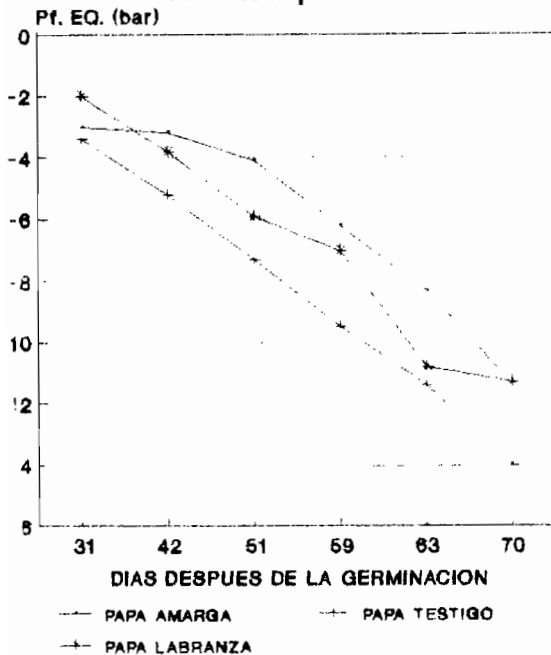
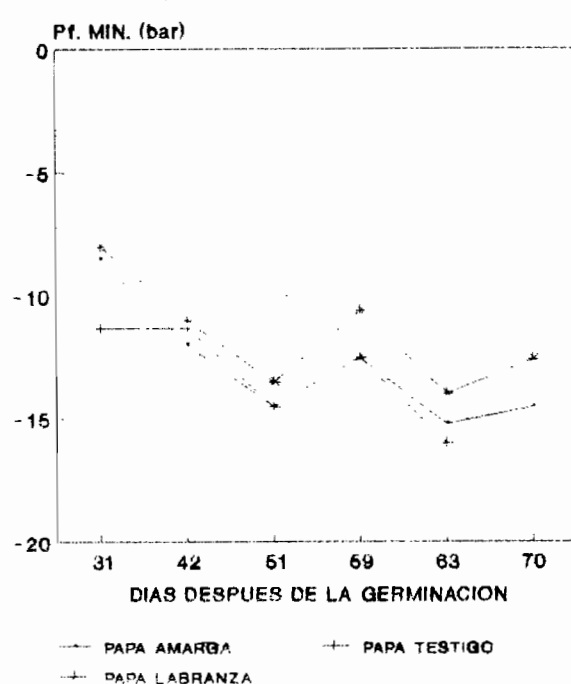


Fig. 5. Variaciones del potencial foliar hídrico mínimo



IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados que presentamos, ponen en evidencia una influencia significativa de una labranza más profunda sobre la ETR y el rendimiento de la papa dulce, y una mejor explotación del agua del suelo para la papa amarga. Con una temporada muy seca, las diferencias de rendimientos son superiores a 50% con el testigo.

- El efecto de la labranza sobre la ETR de la papa dulce proviene principalmente de un mejor uso del agua del suelo en el horizonte de 0 a 40 cm, mejor uso debido a un aumento del stock de agua y a una mejor exploración radicular. Las nuevas características hídricas del suelo para el cultivo, y la respuesta del sistema radicular, particularmente sensible a las nuevas condiciones del suelo, permitieron atrasar el déficit hídrico de más de 20 días.

- La papa amarga presenta una ETR semejante a la papa dulce con labranza profunda. El consumo de agua más elevado para la papa amarga corresponde, según los perfiles hídricos, a una mejor exploración del suelo y a una mejor extracción. El sistema radicular es más profundo y el agua, debajo de los 40 cm, participa a 35% de la ETR. El último perfil hídrico, subraya la eficiencia superior de la papa amarga para extraer el agua del suelo. Estas características fueron confirmadas por los valores y las variaciones del potencial foliar hídrico de equilibrio. La evolución del potencial foliar de equilibrio y las pocas variaciones del potencial foliar mínimo nos conducen a clasificar según Ritchie, la papa dulce y la papa amarga en el grupo de las plantas reguladoras frente a la sequía.

VI. BIBLIOGRAFIA

- COLEMAN, W.K. 1986. Water relations of the potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars varitan and shepaly. Amer. Pot. J. 63: 273-276.
- JONES, H.G. 1978. Modelling diurnal trends of leaf water potential in transpiring wheat. J. Appl. Ecol. 15: 613-622.
- KATEERJI, N., HALAIRE, M. 1984. Les grandeurs de référence utilisables dans l'étude de l'alimentation en eau des cultures. Agronomie, 4(10): 99-1008.
- MAERTENS, C., BLANCHET R., 1981. Influence des caractères hydriques du milieu racinaire et aérien sur le potentiel de l'eau dans les feuilles de quelques types varietaux de soja et confrontation à leur comportement agronomique. Agronomie. 1 (3): 199-206.
- PARKER, C.J., CARR, M.K.V., JARVIS, N.J. EVANS, M.T.B. and LEE, V.H. 1989. Effets of subsoil loosening and irrigation on soil physicals properties, root distribution and water uptake of potatoes (*Solanum tuberosum*). Soil and Tillage Research. 13: 267-285.
- RITCHIE, G. 1975. The pressure chamber as an instrument for ecological research. Advanced Ecological Research. Vol. 29. 165-254.
- TURNER, N.C. and BEGG, 1986. Plan water relations and adaptation to stress. In: Soil water and nitrogen in mediterranean type environments. Monteith Webb et Nijhoff (eds.). The Hague: 97-131.
- TURNER N.C, and BEEG J.E. 1978. Responses of pasture plants to water deficits. In: Plant relation in Pastures. Wilson (eds.): 50-66.
- VACHER J. e IMAÑA E. 1989. Los riesgos de sequía y de heladas en el Altiplano boliviano. Informe ORSTOM-SENAMHI-SOP.

ACTAS DEL
VII CONGRESO
INTERNACIONAL
SOBRE CULTIVOS
ANDINOS

LA PAZ BOLIVIA 4 AL 8 DE FEBRERO DE 1991



EDITORES: D. MORALES Y J.J. VACHER



CRSTOM



ACTAS DEL VII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CULTIVOS ANDINOS

La Paz - Bolivia, 4 al 8 de febrero

Editores

D. Morales y J.J. Vacher

IBTA

INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

ORSTOM

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

CIID-Canada

CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

La Paz, 1992