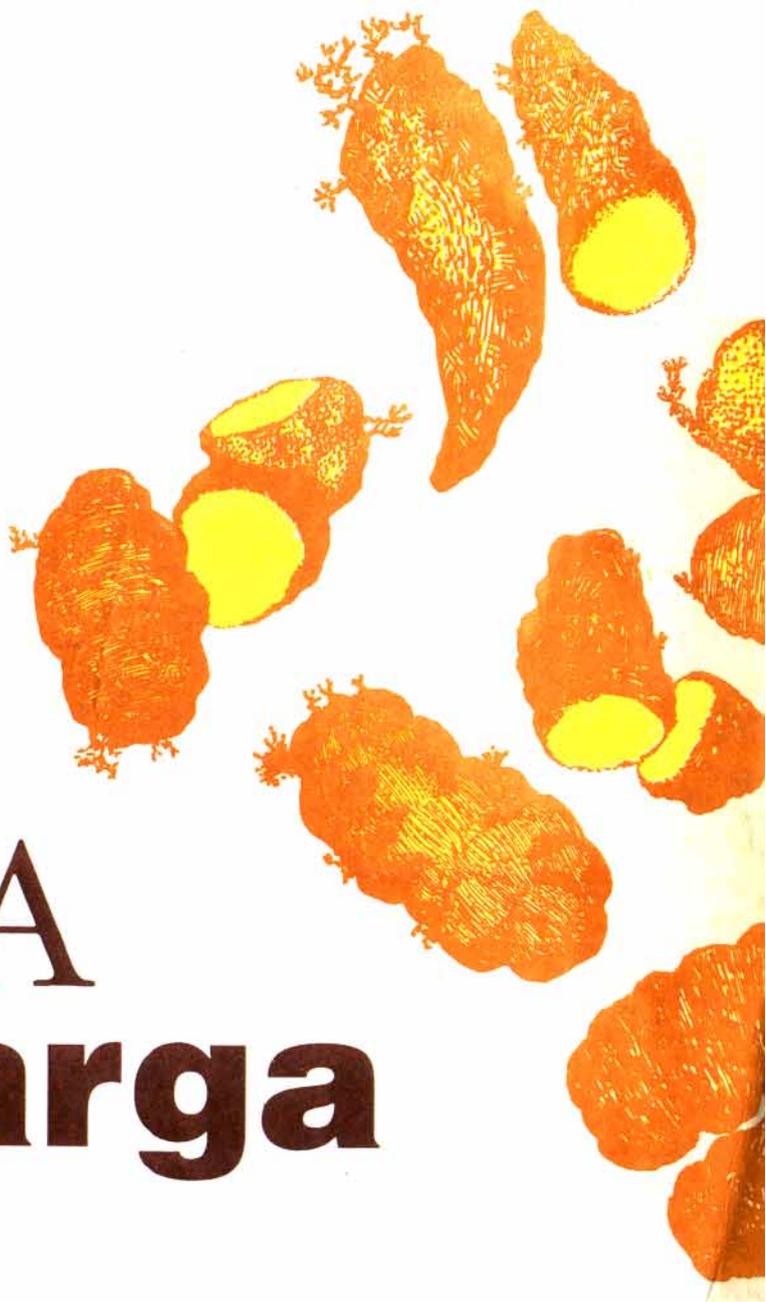


I Mesa Redonda: Perú - Bolivia
La Paz 7 - 8 Mayo 1991

LA PAPA amarga



I MESA REDONDA: PERU - BOLIVIA
La Paz, 7 y 8 de Mayo 1991

LA PAPA AMARGA

I MESA REDONDA: PERU - BOLIVIA
La Paz, 7 y 8 de Mayo 1991

LA PAPA AMARGA

Editores Científicos: J. Rea y J.J. Vacher
con la colaboración de D. Avilés, M. García y C. González

Edición de ORSTOM

Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération

La Paz 1992

Diseño de tapa: E. Vargas

DEDICATORIA

A los Domesticadores Andinos de plantas y animales y a Martin Cárdenas, uno de los precursores más lúcidos de la literatura científica de los cultivos Andinos.

PROLOGO

La contribución Andina al mundo con alimentos básicos como la papa, maíz, frijoles, etc, ha sido más que relevante. Esta contribución se genera desde una estructura productiva multivariada, y una ecología humana y física bastante diversificada y compleja como es la Andina. Las varias especies de papas amargas conforman tal estructura, pero son tratadas como marginales junto a otros tubérculos y granos nativos por las instituciones nacionales e internacionales.

Mientras los cultivos "mayores" tienen mucha atención con cientos de especialistas, los otros cultivos "menores", en particular la papa amarga, a pesar de ser estratégicos bromatológica y agrícolamente, se profundizan en la marginalidad y consecuentemente, la agricultura campesina, que vive de estos y para estos productos.

Con todo, a pesar del afán homogeneizante y sintetizador del modernismo para que la humanidad dependa de menos de siete productos agrícolas, las estrategias andinas de sobrevivencia expresan con dignidad una cultura agro-alimentaria que sobrevive a 500 y más años de sometimiento.

La presente contribución, como fruto de una reunión, representa el primer esfuerzo binacional que se genera por la inquietud de un grupo de personas que en su mayoría, no son especialistas, pero sí tratan de entender y más que todo de interpretar la racionalidad, la lógica y la sabiduría campesinas al manipular bancos dinámicos y permanentemente vivos de germoplasmas masivos de papas.

Así, mientras se reconocía que las especies con glico-alcaloides fueron utilizadas en algunos cruzamientos, que en veinte años no asoman una contribución significativa a nivel de miles de chacras campesinas. Se demostró la importancia y la vigencia de la papa amarga con contribuciones sobre sistemas de cultivo, agroecología, fisiología, fenología, procesamiento, sociocultura y economía, en base a las cuales se dan propuestas para acciones concretas de investigación y de desarrollo en programas coordinados.

Lo que ocurre alrededor de las Luki, Aparu, Ocucuri, Chokepito, Keta, etc., con sabor a reservas de frescura para la vida y de horizontes abiertos, es más que perdurable.

La Paz, diciembre de 1991

EXPOSICIONES

IMPORTANCIA GENETICA DE LAS PAPAS AMARGAS

Nelson ESTRADA

Ph.D., Experto en papa. PROINPA. Cochabamba, Bolivia

I. ESPECIES Y CULTIVARES. SU ORIGEN Y CARACTERISTICAS.

Las papas amargas incluyen dos especies diferentes: *Solanum juzepczukii*, ($2n=3x=36$) y *Solanum curtilobum* ($wn=5x=60$). Ellas se derivaron de la especie silvestre *Solanum acaule* Bitt por cruzamientos naturales, según el esquema mostrado en la Fig. 1.

Solanum acaule es una especie muy prevalente en alturas de 3000 a 4000 m. en los Andes y posee características muy valiosas como resistencia a las heladas (-6°C) y a la sequía, resistencia al PVX (virus X) y al nemátodo del quiste.

Como consecuencia, las especies híbridas *S. juzepczukii* y *S. curtilobum*, heredaron en buena parte la resistencia de *S. acaule*.

S. juzepczukii, siendo el resultado de la primera generación de cruzarse *S. acaule* con *S. stenotomum* ($2n=2x=24$). Es un híbrido triploide, $2n=36$, con alta tolerancia a heladas (-5°C) y rendimientos generalmente medianos. Además por ser triploide es altamente estéril.

Solanum curtilobum es el resultado del cruzamiento de la especie híbrida *S. juzepczukii* con *S. andigena* ($2n=4x=48$). Tiene buena tolerancia a las heladas pero por tener una segunda generación de cruzamiento hacia las especies cultivadas, su resistencia es menor (-3°C), pero por otra parte, sus rendimientos son mayores que en *juzepczukii*.

Ambas especies de papa amarga tienen un alto contenido de glicoalcaloides, lo cual las hace no aptas para su consumo directo. Por ello deben someterse los tubérculos al procesamiento que se sigue para la elaboración del chuño en zonas muy altas, en el cual, mediante congelación, deshidratación, secado y lavado, se remueven los glicoalcaloides y se obtiene el chuño, producto elaborado y descubierto por los Aymaras para conservar la papa por muy largo tiempo.

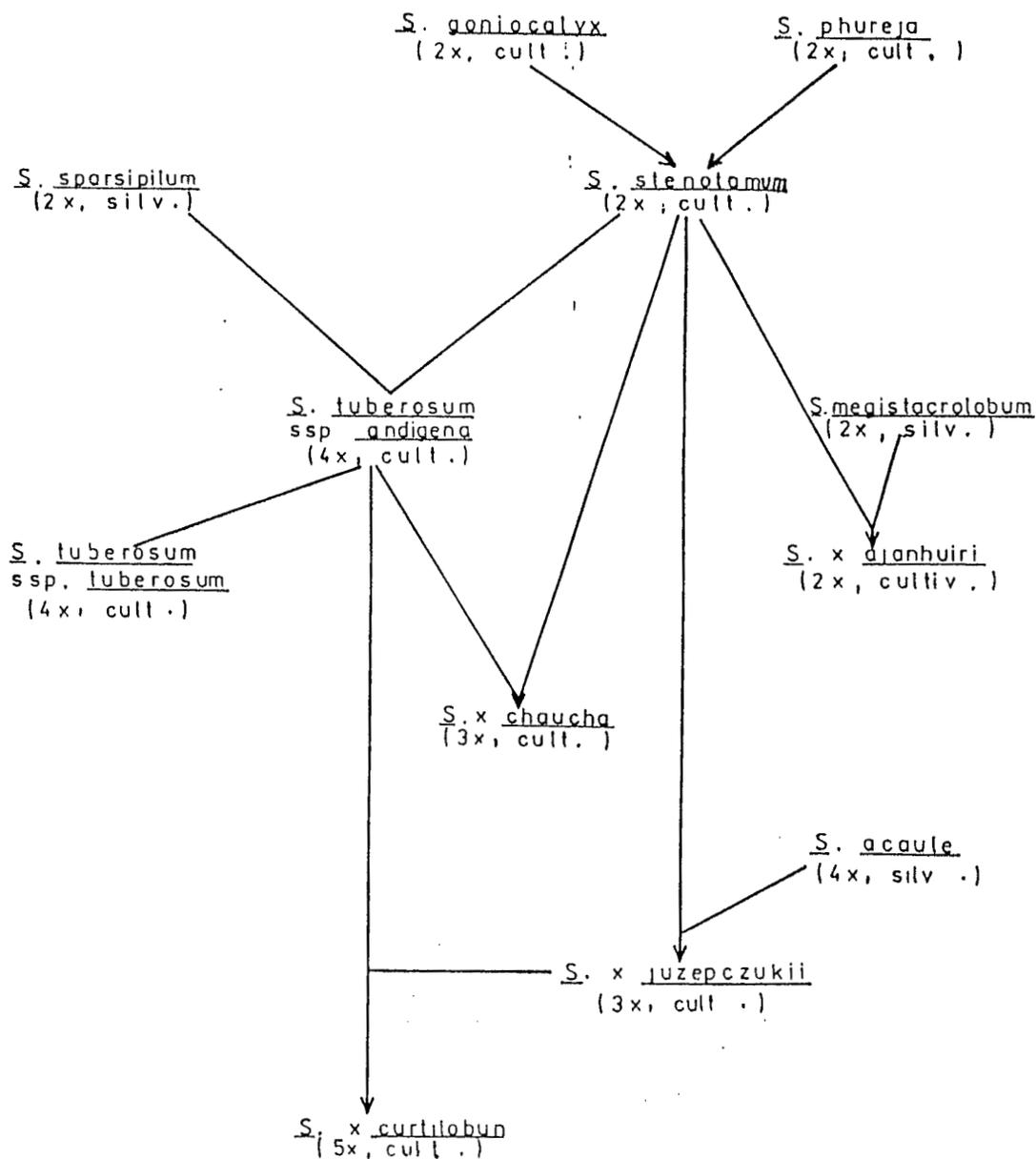
Por otra parte, la gran mayoría de las papas amargas es bastante susceptible a la verruga causada por el hongo *Synchytrium endobioticum*, el cual causa tumores y deforma totalmente los tubérculos.

II. FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA RESISTENCIA AL FRIO.

Son varios los factores que dan la resistencia al frío, de acuerdo a los fisiólogos, así:

1. Fisiológicos: a) Presión osmótica alta. b) Alta tolerancia de agua congelada en la célula (55% en susceptibles vs 75% en resistentes). c) Nutrición. El potasio parece que aumenta la resistencia. d) Reguladores de crecimiento. El CCC y el Acido abscísico, ayudan a la resistencia. e) Compuestos moleculares tales como prolina y los aumentos de azúcar. e) Compuestos moleculares tales como prolina y número en los cloroplastos aumentó en 400% en *Solanum acaule*, puesta en condiciones de baja temperatura. g) Pigmentos de antocianina. Estos son muy notorios en las plántulas que muestran más resistencia.

Figura 1 : Relacion de parentesco evolutivo de las papas cultivadas (Hawkes, 1979)



2. Morfológicos: a) Las especies más resistentes y sus híbridos muestran dos o tres capas de tejido de palizada en la epidermis vs. una sola capa en las susceptibles. b) Las especies más resistentes tienen hojas más gruesas y coriáceas. c) Estomas. Las especies resistentes tienen 2-3 veces más estomas que las susceptibles. d) Tamaño de células. Es más pequeño en las resistentes. e) Hábito arrosado. Este es muy común en las especies resistentes. Aparentemente así atrapan el calor del suelo más fácilmente.

III. POSIBILIDADES DE OBTENER PAPAS CON LAS VENTAJAS DE LAS AMARGAS PERO CON BAJO CONTENIDO DE GLICOALCALOIDES.

Debido a que la selección o evolución de las papas amargas se hizo por azar, el número de clones o cultivares formados ha sido más bien escaso.

Existen unos 20 clones de *S. juzepczukii* y sólo 2 ó 3 de *S. curtilobum*.

Efectuando cruzamientos masivos de *S. acaule* x *S. phureja*, es posible obtener miles de híbridos comparables con *S. juzepczukii*, los cuales pueden someterse a heladas y de allí seleccionar los más resistentes y tal vez algunos con bajo contenido de glicoalcaloides.

A su vez, estos híbridos F_1 podrán cruzarse con cultivares o clones de *S. tuberosum* y *S. andigena*, lo cual ya se está haciendo en PROINPA, para obtener miles de híbridos similares a *S. curtilobum* por su resistencia a heladas y poder así seleccionar de entre ellos algunos clones buenos por su bajo contenido de alcaloides y alto rendimiento.

En forma paralela es posible, y ello se está también realizando en PROINPA, efectuar cruzamientos de *S. juzepczukii* x *S. andigena* y cruzamientos de *S. curtilobum* x *S. andigena*, para tratar de obtener híbridos más avanzados por el aspecto de calidad y con buena tolerancia a las heladas, aprovechando así las características de las papas amargas ya existentes. En reuniones futuras se podrá informar de los resultados de estas investigaciones.

Finalmente, se están utilizando otras especies silvestres con alta resistencia a las heladas como *S. megstacrobium*, *S. sanctae rosae*, *S. commersonii*, *S. toralapanum*, *S. chomatophilum*, las cuales parecen no transmitir contenidos altos de glicoalcaloides permitiéndose así seleccionar en pocas generaciones papas de tipo más comercial.

IV. BIBLIOGRAFIA

BUKASOV, S.M. 1941. The origin of species of potatoes. Soviet Plant Industry Rec. 1:1-76.

CHEN, P.M., BURKE, M.J. and P.H. LI. 1976. The frost hardiness of several *Solanum* species in relation to freezing of water, melting point depression and tissue water content. Bot Gaz. 137:313-317.

CHRISTIANSEN, J.A. 1977. The utilization of bitter potatoes to improve food production in the high altitude of the tropics. Cornell University Ph.D. thesis. pp. 157.

ESTRADA, N. 1968. Mejoramiento para resistencia a heladas en la papa, partiendo de *Solanum acaule* spp. *albicans*, $2n=72$. Fitotecnia Latinoamericana 5:1-5.

ESTRADA, N. 1980. Frost resistant potato hybrids via *Solanum acaule* Bitt-diploid, tetraploid hybrids Am. Potato J. 57:606-619.

- ESTRADA, N. 1982. Breeding wild and primitive potato species to obtain frost resistant cultivated varieties. Plant Cold Hardiness and Freezing Stress. Vol. II p. 615-633. PH. Li y A. Sakai (Editors) Academic Press, New York.
- ESTRADA, N. 1984. *Acaphu*, a tetraploid, fertile breeding line selected from *S. acaule* x *S. phureja* cross Am. Potato J. 61:1-7.
- ESTRADA, N. 1985. Utilizing wild potato species via *Solanum phureja* Juz et Buk. crosses. En: The production of new potato varieties. p.229-230. G.J. Jellis & D.E. Richardson (eds). Cambridge Univ. Press. U.K.
- HAWKES, J.G. 1962. The origin of *Solanum juzepczukii*, Buk and *S. Curtlobum* Juz. et Buk. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 47:1-14.
- MENDIBURU, A.O. and S.J. PELOQUIN, 1977. The significance of 2n gametes in potato breeding. Theor Appl. Genet 49:53-61.
- MENDOZA, H. y N. ESTRADA. 1979. Breeding potatoes for tolerance to stress: heat and frost. En: Stress Physiology in Crop Plants. p. 227-262. H. Musell and R.C. Stuples editors. John Wiley & Sons, New York.
- SCHMIEDICHE, P.E. 1977. Biosystematic studies on the cultivated frost resistant potato species *Solanum juzepczukii* Buk. and *Solanum curtlobum* Juz. et Buk. University of Birmingham, Ph.D., Thesis, pp. 193.

VIGENCIA DE LAS PAPAS NATIVAS EN BOLIVIA

Julio REA

Ing. Agro. ex-jefe de Investigación del IBTA, ex-funcionario de organismos internacionales y 1er decano de la Facultad de Agronomía de la UMSA, La Paz-Bolivia

I. INTRODUCCION

En el marco del programa nacional de la papa, el proyecto de fortalecimiento del sistema de multiplicación y distribución de semilla de papa en Bolivia - PROSEMPA -, más el Consejo Nacional de Semillas, EUROCONSULT y PROINPA, organizó el seminario-taller sobre la problemática socio-económica e institucional de la producción de semilla en Cochabamba (febrero de 1990). Esta primera tentativa en el país, gira alrededor de la socio-economía de un cultivo nativo nuestro para definir las líneas de investigación y el papel consecuente institucional, porque históricamente la experimentación tiene como referencia sólo los indicadores técnicos que al profesional se le ocurre, y en este caso así esté asesorado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Al menos eso pretendió el evento.

A este taller fuimos invitados para presentar los resultados de dos estudios realizados en 1988 y 89 en más de cincuenta comunidades del Altiplano Central de La Paz y valles de norte de Potosí, aplicando una metodología de amplia consulta desarrollada en estrecha acción con los campesinos (mujeres y hombres). En el informe del taller, PROSEMPA publica algunos aspectos y omite ex-profeso otros (5). Entre los que se dan, sólo una parte aparece entre los relacionados con el conocimiento y dominio de las estrategias campesinas de producción de papa cuyo trasfondo es la seguridad de cosecha, y que se las contrasta con la inviabilidad de los paquetes tecnológicos repetidos rutinariamente durante varios años mediante créditos que causan no sólo el estancamiento sino el retroceso económico entre los "beneficiarios".

Entre los aspectos omitidos está el análisis crítico donde dimos el marco socio-cultural, económico y organizativo en las 54 comunidades de Ayo-Ayo de La Paz y Acacio de Potosí, en las que operan dos ONG con el paquete de extensión agrícola ya decadente, pero que a pesar de ello, en el caso de la papa, sigue alimentada por la transferencia de tecnología vertical preconizada desde granjas especializadas con énfasis en el uso forzoso de insumos como "semillas mejoradas" y los agroquímicos deteriorantes del medio físico. Y como corolario se hace total abstracción de la realidad económica en que se desenvuelve el agricultor andino. La omisión, que parece insólita pero que no es tal por lo que explicitamos más adelante, motiva el presente aporte, más enriquecido y actualizado con experiencias de 1990-91 e información de otras fuentes consultadas en Cochabamba (1-3-12), y que constituye el deslinde lógico entre la agricultura policultural andina original y los paquetes de la tecnología occidental de monocultivos, lo que se da a nivel de miles de chacras campesinas y de ninguna manera en el aislamiento de una granja de ejercicios experimentales donde nada se arriesga (8).

II. GERMOPLASMAS CAMPESINOS MASIVOS DE PAPA NATIVA

Según el Cuadro 1: Bolivia-Papa, que resume los estudios y evaluaciones entre 1988-90 en cinco ecologías, aparece un inventario en bancos dinámicos campesinos de 211 cultivares de papa, de los cuales 194 son nativos y 17 variedades introducidas. Los 194 cultivares son la demostración de que Bolivia está en el centro mundial de mayor diversidad específica y varietal.

En los 194 cultivares nativos se dan algunas repeticiones con nombre aymar , quechua y castellanizado y que son las formas cultivadas primitivas al lado de parientes silvestres en el amplio territorio de los estudios. En este sentido, logramos desdoblar de tubérculos con áreas rojas y blancas de Huaycha Paceña, obtenida en Vacas en el '90, clones sólo con tubérculos blancos, otros sólo con tubérculos rojos y finalmente clones con el clásico combinado del cultivar -rojo más blanco-; estos cambios en un cultivar pueden atribuirse a quimeras periclinales y tienden a confirmar que las variaciones pueden atribuirse a mutaciones de yema. O sea que en el presente caso se tendrían tres formas: la Huaycha Paceña clásica, la Yurac Huaycha y la Puca Huaycha, cuya identificación y sinonimia deben buscarse regionalmente. Esto puede ocurrir con más de un cultivar bicolor, tal como comprobamos manipulando bancos de germoplasma de oca, papalisa e Isa o.

También se da la erosión genética por enfermedades como la phytophthora en ciertos nichos ecológicos de una comunidad, y la reaparición de estas variedades en otras ecologías está determinada por la altitud y prácticas culturales como épocas de siembra, rotaciones, etc.

Igualmente, en nuestras exploraciones por el sub-trópico paceño hemos encontrado micro parcelas campesinas con los cuatro tubérculos junto a platanales y cocalas (800 y 1000 m.s.n.m.) y que constituyeran reservas de material selecto traídos cada año por los agricultores desde sus núcleos familiares en el Altiplano de La Paz y Oruro. Cosa similar ocurre con quinuas, que son las reservas genéticas campesinas, conservadas en esta forma tan original. En conexión con la situación presentada planteamos más adelante una hipótesis sobre la transhumancia de las etnias originales con sus cultivos y lo que debe ocurrir entre sus descendientes actuales (9).

Esta multivariabilidad fenotípica se impone en un 92% en 72 comunidades como un insumo propio que da seguridad de cosecha en ciclos prolongados. Es pues el fruto de la domesticación, de la acomodación de etnias con sus cultivares en la variada ecología andina de pisos verticales y horizontales, donde los tipos de suelo y clima dan pautas para la utilización de ese tremendo potencial. Se da una clasificación campesina racional de decenas de cultivares por el gusto y usos a nivel familiar, comunal y regional, que determinan su transformación en productos deshidratados y su comercialización en fresco, chuño, tunta y otras formas; por su precocidad que permite estrategias para períodos de sequía, por su resistencia a heladas, tolerancia a la evapotranspiración, por hábitos de crecimiento decumbente que generan métodos de cultivo de gran originalidad con mínima labranza, a porque cero en ciertos casos, etc.

En la relación cultivares/suelo/clima/economía (Cuadro 1), aparece un promedio de 13 cultivares por familia en Ayo Ayo, 12 en Acacio, 10 en Japo (12), con máximos de 21 en Ayo Ayo en los pedazos de 3 hectáreas conducidos por una familia a 4.150 m, donde conviven estrechamente clones susceptibles y tolerantes a enfermedades. En Ayo Ayo encontramos familias semilleristas conduciendo dos y tres cultivares, dentro de sus preferencias económicas. A este respecto, es muy ilustrativo mencionar dos an dotas, una de orden cultural y la otra de aculturación y que se explican por sí: El director europeo de PROSEMPA de entonces, decía que podrían admitirse hasta 10 variedades, "no más", y un colega boliviano "andino" de la misma oficina en Chuquisaca hacía "su concesión" hasta tres como máximo. Estas incoherencias culturales conducen al retraso de un mejoramiento agronómico, la vía más lógica sería la de apoyar las prácticas campesinas sin complicaciones burocráticas. En esta parte, será bueno comparar el costo de los estudios "sistemáticos y formales" de los especialistas con los nuestros, a la luz de un balance amplio y justo.

Cuadro 1:

Bolivia - Papa
Evaluaciones y estudios en 5 ecologías

Ecologías	N° de Comunidades	Edad Proyecto Años	Número Variedades		Total	N° Especies
			Nativas	Introducidas		
Ayo Ayo (La Paz)	24	7	64	2	66	6
Acacio (Potosí)	30	5	65	3	68	4
Vacas (Cbba)	7	4	20	4	24	4
Raq'aypampa (Cbba)	11	4	8	6	14	-
Japo ** (Cbba)	1	3	37	2	39	5
Total	72	-	194	17	211	

Fuente: Rea, J. 1988-90. En las tres primeras ecologías.

* Morales V. 1990. Informe de investigación y extensión 1989-90 CENDA.

** Saravia, G. 1990. Germoplasma nativo de papas amargas en Tapacarí-Japo. Reunión Nacional de Investigación de la papa - Cochabamba, Sept. 24-26.

Un ensayo como el presente no trata de agotar esta amplia y difícil temática. Pero hacemos hincapié que todo el proceso señalado involucra la colección, conservación, evaluación dinámica de germoplasmas in-situ, y que partiendo de una lógica elemental ahí, se darían las bases de un mejoramiento agronómico y genético más original y creativo.

Las 17 variedades mejoradas, eliminando las duplicaciones, están representadas por 12 variedades, siendo el 6% como oferta de los paquetes; son híbridas o selecciones masales, producto de una concepción simplista y espectacular del modernismo; simplista por lo analizado anteriormente y espectacular por la alta productividad en agua y la resistencia a enfermedades que no han sido probadas con todo el rigor científico. En cuanto a contenido de agua las var. holandesas, si bien son precoces, se pudren en Japo al mes de almacenadas (12), y en Ayo Ayo según un investigador campesino, Victor Choque, no sirven para chuño ni tunta (6).

Las 12 variedades son: Alfa, Holandesa, Cardinal, Desirée, Baraka, Diamont, Gigante, Mona Lisa, Huaycha Paceaña, Puca Toralapa (mal bautizada?), Sani Imilla e Imilla Blanca.

La incidencia de las 12 es mínima y se pierde por partida doble en la estructura masiva comunal, desde los 2.800 a los 4.200 m.s.n.m., donde llega generalmente en forma de semilla certificada. Este proceso productivo de semillas para PROSEMPA constituye el "sistema formal" en oposición al "sistema informal campesino". Para nosotros lo formal en concreto es el sistema del agricultor papero minifundista andino que con las variedades nativas satisfacen más del 95% de la demanda anual de país.

Las variedades híbridas se originan en Europa, México o en los países andinos pero dentro de la concepción occidental de producir en fisonomías uniformes, planas, mecanizadas, químicamente dosificadas y prácticas propias de la agricultura capitalista para el monocultivo. Nada que ver con la agricultura andina, y no es que estemos satanizando del todo el modernismo, sino que se trata de puntualizar su inviabilidad para una economía campesina, el de los consumidores y del país en general. O sea que, tenemos la ventaja de no ser especialistas pero que procuramos aprender, entender e interpretar el universo andino.

En siete comunidades de Vacas, Cochabamba, se evaluaba un crédito del proyecto papa presentándose la siguiente situación en mayo 1990 (10):

- Semillas: Cerca de 500 quintales entre H. Paceña, Alfa y Desirée, certificadas y Puca Toralapa seleccionada en Ansaldo. El año agrícola fue seco, hubo daños por enfermedades y plagas y a pesar del paquete los rendimientos fueron bajos. Runa y otras nativas de una lista de 20 "salvaron" los papales campesinos, especialmente Runa.
- Enfermedades y plagas: Hay un inventario completo de virus, hongos, bacterias, nemátodos, micoplasmas e insectos realizado por el IBTA-CIP-INCCA.

Cuando discutimos los resultados anteriores en PROSEMPA, hubo una explicación convincente dada por un colega referente al stress fisiológico de estas simientes manipuladas en condiciones artificiales y que sometidas a otras condiciones sufrían un detrimento. Para nosotros, el comportamiento de algunos cultivares nativos sería la respuesta a la inter-relación o convivencia biológica y física de siglos en la micro-región donde posiblemente desarrollen mecanismo de resistencia, tolerancia e inmunidad, bajo las prácticas agrícolas campesinas. Con todo, esta problemática amerita una investigación más profunda en las comunidades con los comunarios.

- Agroquímicos: En esa misma fecha asistimos a un seminario del IBTA-FAO sobre fertilización química en Yuraj Molino. Se asumía que la reposición de nutrientes vía fosfato de amonio y urea era la solución rápida para incrementar los rendimientos, pero si las sequías seguidas afectan la tuberización - este aspecto no es estudiado varietalmente entre nosotros- se pierde la cosecha en cantidad y calidad, o sea que se actúa al azar donde el agricultor pierde. Lo realizado trienalmente hizo concluir así a los expertos: "Hay poca información utilizable y con pocas posibilidades de aplicación específica" (10).

En este mismo seminario, un experto papero aseguraba que era igual utilizar semilla certificada de Toralapa que la de la feria de Puente, porque ambas tenían tubérculos saq'o. En cuanto a Desirée, importada de Chile con el plan de la sequía 1982-83 y multiplicada en Bolivia, infectó con Pseudomona y Erwinia en zonas de Vallegrande, según Rist et al (11).

III. IDENTIFICACION DE FORMAS CULTIVADAS PRIMITIVAS

Con el trasfondo del control de pisos ecológicos por las etnias originales, planteamos la hipótesis de identificar las formas cultivadas primitivas entre sus descendientes actuales. Tomando como centro la provincia Tapacará, alcanzando al norte el nudo de Vilcanota con Perú, o sea unos 900 km pasando por Oruro, Ayo Ayo, el área circunlacustre del Titicaca, las estribaciones del Illampu -habitat de *S. phureja*- con los valles de Larecaja, Camacho, Muñecas, B. Saavedra, Caupolicán; al sur vía Vacas-Pocona, Raqaypanpa a Chuquisaca, Taxara de Tarija; la transversal vía Oruro bajando por la cuenca del Cayne a Acacio, un verdadero "semillero" ad-hoc por su aislamiento en nichos ecológicos de mucha pendiente hasta los centros mineros, Chayanta, etc., para terminar en Cruz de Independencia, Aroma, Inquisivi y los Yungas de Cochabamba y La Paz (7).

Por lo analizado, se subraya y no se debe menospreciar el rol fundamental de la agricultura campesina que contribuye con más del 95% de la producción nacional de la papa y el manejo masivo de bancos de germoplasma.

En este orden de cosas, se recalca lo expuesto por Greslou y Zutter: "Mientras occidente no cuestione su monopolio del saber (su ciencia universal) y de la modernidad (su modelo de desarrollo), no podrá respetar ni conocer, ni tomar en cuenta otros conocimientos y otras modernidades. Cambiar esta actitud de intolerancia y de suficiencia para tratar al otro, ya no como un beneficiario tradicional e ignorante, sino como un interlocutor moderno y sabio, constituye un paso previo para empezar a establecer relaciones de complementariedad,... y favorecer la expresión de las modernidades campesinas... que son tan válidas, sino más, que la ciencia occidental." (2).

IV. PAPAS AMARGAS

Se estima que un 15% de la producción total de Bolivia corresponde a los cultivares más o menos amargos; de este porcentaje el 10% se destina a la elaboración de chuño, tunta o moraya y a kachu chuño. Regionalmente, estos porcentajes son superiores donde aparecen las tendencias productivas a favor de determinadas especies y fenotipos. Su importancia es económica, bromatológica: contenidos superiores de materia seca, proteínas y amino-ácidos esenciales, agronómica: alta productividad, resistencia al frío, sequía, salinidad, a enfermedades y plagas, y otros caracteres por investigarse dentro de la sabiduría del agricultor andino. El amargor se da por los glico-alcaloides variando de 13 a 49 mg/100 g peso fresco; *S. acaule* tiene 53 a 123 mg según Schmiechle (3). Rea fue informado en comunidades de Pillapi, La Paz, sobre el uso de estas aparus con 2 y 3 hervidos en años de calamidades. El prejuicio occidental -que es cultural- menciona la poca palatabilidad de las amargas, pero nosotros hemos comprobado y probado su uso fresco en sopas (chairos, etc) como papa frita y en trozos pelados y desecados como la carapulcra. En fresco, la acidez es controlada con la ingesta de la phasa o challko. Las Rukis pierden amargor en almacenamiento y se ponen dulces luego de unos tres meses y pueden consumirse directamente (C.R. Marca, Oruro). Cárdenas menciona que las lilicoyas (*Solanum yungasense*), tiene tubérculos amargos, siendo de consumo popular al estado fresco. Su hábitat está en los valles de Sorata y Yungas de La Paz, por debajo de los 3.600 metros, libres de heladas.

Las ecologías donde se dan las papas amargas clásicas, corresponden al Altiplano, la Puna y a cabeceras del Valle y corresponden a las siguientes especies de *Solanum*:

S. juzepczukii (*S. acaule* x *S. stenotomum*) = Luk'i, ruck'i. Luk'i es la papa algo amarga (vocabulario de la Lengua Aymara, L. Bertonio). Estas denominaciones varían regionalmente cuando se refieren a forma y color del tubérculo.

S. curtillobum = Choquepitu, luk'i, con otras denominaciones referidas a los tubérculos en general oval-aplanados con ceja neta en yemas (1). Con estrecha afinidad a la anterior especie y según Hawkes sería su ancestro natural (3).

S. ajanhuiri = Ajawiri, yari. Híbrido natural de *S. stenotomum* y *S. megistacrobolum* (resistente al frío y menos amargo).

En las tres especies citadas aparecen clones con resistencia y en algunos casos con inmunidad a razas de verruga (3).

Fuera de las 3 especies mencionadas habrá que incluir a los cultivares de *S. stenotomum* (padre de *S. juzepczukii* y *S. acaule*, su otro progenitor) cuyo hábitat llega a los confines de alta puna, sobre los 4.200 m de los aparus.

1. Colecciones de germoplasma

En el Cuadro 2 Bolivia-Papas Amargas, se da una relación de las colecciones de germoplasma en especial referente a las 3 especies citadas en primer lugar. Se presentan los bancos dinámicos campesinos cuya utilización es constante y los bancos pasivos o muertos, muertos para los intereses de nuestra sociedad, ya que no se genera ninguna actividad de impacto en la economía campesina de los programas nacionales e internacionales, excepto su exportación para incrementar las colecciones transnacionales. Es el caso del CIP que lleva unos 20 años "trabajando" con algunas papas amargas pero con su estilo clásico.

Cuadro 2:

Bolivia - Papas Amargas Colecciones de Germoplasma

REGION	NUMERO DE COLECTAS O ACCESIONES
Ayo-Ayo (La Paz) 3.900 - 4.150 M.	Bancos dinámicos campesinos 12
Acaclo (Potosí) 3.000 - 4.100 m.	12
Japo (Cochabamba) 3.800 - 4.200 m.	30
Vacas (Cochabamba)	3
Est. Exp. Toralapa (Cochabamba) 3.700 m. Según Alarcón Según Hawkes	Bancos pasivos institucionales 46 153

Fuente: Las 2 primeras regiones y Vacas: Rea (6 y 7)
Japo, Saravia (12), Toralapa (1 y 3)

En Ayo-Ayo, entre los 12 cultivares de mayor preferencia aparecen cinco amargas siendo el número 1 de la lista Luk'i. De la lista de 12 cultivares resistentes a heladas por orden de frecuencias, 9 son amargos. De los 11 precoces que escapan a sequías medianas aparecen 3 amargos. Por rendimientos unitarios en años "buenos" entre las 4 principales variedades sobresalen tres amargas. También se da una relación de mucho interés sobre las superficies cultivadas y el número de cultivares por familia y comunidad (6).

Hay investigación campesina comparando el fertilizante orgánico y el químico en la producción de tubérculos para elaboración de chuño y tunta con los siguientes resultados:

Fertilizantes	Número de sacos	
	Papa fresca	Chuño
Orgánico	3	1
Químico	4	1

Fuente: Victor Choque de Araca (6)

O sea que el mayor rendimiento de tubérculos frescos corresponde al contenido de agua y no a materia seca de la que depende la calidad y lo que al final define el rendimiento económico.

Existe también diferencias en la conservación de tubérculos frescos a favor del orgánico:

Fertilizante	N° de sacos	Merma Lb/mcs
Orgánico	1	02
Químico	1	10

Fuente: Víctor Choque (6).

Choque concluye que los tubérculos producidos con estiércol son de mejor calidad por el sabor y ser más harinosos, mientras que el químico da un producto q'eta (aguachento) y de inferior calidad (6).

En Acacio, Palli Papa, entre blancas y moradas, dan rendimientos altos, de 1 a 20, con abundancia de tubérculos pequeños utilizados en laguas y chuño. En ecologías bajas estos cultivares van desapareciendo por su susceptibilidad a la Kaspara (Phytophthora) (7).

La relación del número de accesiones del Cuadro 2 es más que revelador en cuanto a los cinco meses empleados entre 1988 y 90 en nuestros estudios y los 35 años mencionados por Hawkes, fuera de los costos involucrados. Además, la metodología empleada por nosotros, donde el hombre y la mujer se comprometen en los estudios mereciendo nuestro respeto y admiración por su gran capacidad de observación y las estrategias de producción empleadas en la difícil ecología andina.

El inventario de la variabilidad genética se ha realizado con mucho cuidado por su importancia prioritaria en la producción diferenciada en las zonas, comunidades, cientos de chacras, y las preferencias familiares por el uso, gusto, transformación, comercialización, y donde se privilegia el autoconsumo familiar y comunal tan diferente a la concepción occidental. Este tipo de inventarios sistemáticos debe ser la base científica en el mejoramiento de la papa en los países andinos. Lo contrario se evidencia en las estaciones experimentales de papa donde la limpieza sanitaria de semillas certificadas se hace en condiciones controladas y artificiales, a alto costo, y al enfrentarse la realidad de la chacra campesina se cae en el fracaso tal como comprobó Rea en Vacas (10), Prain en Perú (5) y Regalsky en Raqaypampa (17).

V. CONCLUSIONES

Del saber y dominio campesinos

- Manejo de bancos dinámicos de germoplasma: 194 cultivares nativos de papa en cinco ecologías.
- Amplio conocimiento de las ecologías dentro de la visión andina de desarrollo.
- Utilización estratégica de cultivares para la seguridad de cosechas.
- Investigación técnica y económica con los insumos.
- Uso de indicadores biológicos y astronómicos en el pronóstico del tiempo.
- Abastecer más del 95% de la demanda nacional con cultivares nativos.

De la tecnología occidental

- Inviabilidad de los paquetes tecnológicos en la agricultura andina.
- Vulnerabilidad de la economía campesina y nacional con recursos de estrecha base genética: 12/211.
- Cientificismo de las instituciones internacionales y aceptación dócil de las nacionales.
- Ambiente inadecuado para profesionales jóvenes en el quehacer andino.
- Retroceso económico campesino con créditos incipientes.
- Establecimiento priorizado de bancos de germoplasma en el exterior.
- Analfabetismo socio-cultural.
- Decadencia del verticalismo extensionista.

Nuestras propuestas

- Privilegiar modelos bolivianos de amplia cobertura.
- Comprender y apoyar iniciativas campesinas.
- Establecer semilleros familiares y comunales.
- Priorizar la agricultura biológica: fertilización orgánica vía procesamiento del estiércol y cultivo de leguminosas.
- Diversificar cultivos y forzar investigaciones integradas: campesinos y profesionales.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. ALARCON, C. 1976. Determinación y descripción de cultivares nativos de papa. Tesis de grado - UMSS - Cochabamba.
2. CARDENAS, M. 1969. Manual de plantas cultivadas de Bolivia. Imp. ICHTUS. Cochabamba.
3. GRESLOU, F. y ZUTTER, P. 1990. La modernidad de la sociedad tradicional. El ejemplo de la agricultura andina. Montpellier.
4. HAWKES, J. y HJERTING, J. 1989. The potatoes of Bolivia (Dedicado a M. Cárdenas). Clarendon Press - Oxford.
5. PPEA-PRATEC. 1989. Manejo campesino de semillas en los Andes. Lima.
6. PROSEMPA. 1990. Informe del taller sobre problemática socio-económica de la producción de papa en Cochabamba.
7. REA, J. y VELASCO, T. 1988. Evaluación proyecto papa en la micro-región de Ayo Ayo. CIPCA - La Paz.
8. REA, J. 1989. Producción agrícola en Acaclo. PROCADE-INDICEP. La Paz.

9. ----- . 1991. Agricultura andina original versus tecnología occidental. HOY - La Paz. Marzo 13.
- 10.----- . 1990. La coca en el contexto agrícola andino. HOY - Abr. 28. La Paz.
11. ----- y ROJAS, J. 1990. Proyecto papa-Vacas. INCCA - Cochabamba.
12. RIST, S., SAN MARTIN, J. y GAUSS, W. 1989. Factibilidad de la agricultura ecológica en Samalpata, S. Cruz. AGRUCO - Agroecología UMSS - Servicio Alemán de Cooperación Técnica.
13. SARAIVIA, G. 1990. Germoplasma nativo de papas amargas en Tapacarfa AGRUCO - Reunión nacional de investigación de la papa. Cochabamba.
14. VAN KESSEL, J. 1990. Tecnología Aymara: un enfoque cultural. En Tecnología Andina - Una Introducción. Hisbol, La Paz.
15. VAN DER PLOEG, J. 1987. Papas y metáforas. En 13.
16. LUJAN, L. 1987. Proyecto de semilla de papa. MACA-IBTA-BID. Cochabamba.
17. FRERE, M., RIJKS, J. y REA, J. 1975. Estudio agroclimatológico de la zona Andina. FAO-Organización Mundial de la Meteorología, UNESCO-FAO, Roma.
18. REGALSKY, P. 1990. Comentarios sobre el taller de semilla de papa. En 5.

POTENCIAL DE LAS PAPAS AMARGAS EN EL ALTIPLANO DE PUNO, PERU

Valeriano HUANCO S.

Ing. Agr. M.Sc. Especialista en Mejoramiento Genético de Papa del INIAA. Puno, Perú.

El altiplano de Puno, se caracteriza por su clima adverso y variable, constituyendo éste el factor limitante para el cultivo de la papa. Las frecuentes heladas y la escasa y/o irregular distribución de lluvias, durante la época del cultivo, provocan pérdidas de cosecha hasta en 100% en algunos casos, particularmente en las variedades de papas "dulces". En estas condiciones, las especies de papa amarga (*S. juzepczukii*; *S. curtilobum*; *S. ajanhuiri*) adquieren mayor importancia, debido a una serie de ventajas, las mismas pueden resumirse en lo siguiente:

- a. Se adaptan y se cultivan en zonas de mayor altura (hasta 4 200 m.s.n.m.), donde los riesgos de pérdidas de cosechas a causa de las heladas, son muy grandes en las variedades pertenecientes a las especies "dulces".
- b. Presentan dentro de las tres especies de *Solanum*, un gran número de variedades:
 - S. juzepczukii*: Piñaza, Ruckti, Locka, K'eta y Anchahuri
 - S. curtilobum*: Choquepito y Ocucuri
 - S. ajanhuiri*: Azul Ajanhuiri
- c. Son altamente tolerantes a las heladas. Un descenso de temperatura de -5°C , causa diferentes grados de daño en el follaje.
 - S. juzepczukii* (Var. Piñaza): 5% de daño
 - S. curtilobum* (Var. Ocucuri): 30% de daño
 - S. ajanhuiri* (Var. Ajanhuiri): 40% de daño
 - S. tuberosum* ssp *andigena* (Var. Ccompis): 100%
- d. *S. juzepczukii* y *S. curtilobum* poseen cultivares de alto rendimiento, hasta 40 toneladas por hectárea, que es igual o superior a las variedades comerciales de papa dulce como la andina, en muy buenas condiciones agroecológicas.
- e. Los tubérculos de estas papas son adecuados para el procesamiento de chuño y tunta (papa deshidratada bajo la acción de heladas y lavada con agua en el caso de la tunta). Estos productos pueden almacenarse por varios años. Constituyen así, una importante fuente de carbohidratos y calorías disponible durante los años malos.
- f. Existe factibilidad de obtención de almidón, con una tecnología a nivel de laboratorio que permite obtenerlo con glicoalcaloides por debajo del máximo contenido. Además, en el Perú existe un mercado con una fuerte y creciente demanda insatisfecha.
- g. El costo de producción por unidad de área, es relativamente más bajo que de cultivares "dulces", hasta en un 25%.
- h. El Altiplano de Puno, posee buen potencial para el desarrollo de este cultivo. El área de 10.180 hectareas que se cultiva anualmente, puede ser ampliada al doble, en la zona agroecológica Suni.

Sin embargo, estas especies tienen algunas limitaciones que pueden ser solucionadas con programas de investigación:

- El alto contenido de glicoalcaloides, llega hasta 49 mg/100 g. de papa fresca en algunos clones, y dificulta el consumo en estado fresco; por lo que necesariamente deberá ser transformado en chuño o tunta, para ser consumido.
- Durante el procesamiento de chuño o tunta, se pierde buena cantidad de proteínas (entre 67 y 89%), disminuyendo el valor nutricional del producto. La tunta es el producto con menor porcentaje de glicoalcaloides, pero también de proteínas, en comparación con el chuño.
- Son susceptibles al ataque de la verruga (*S. endobloticum*), especialmente las especies *S. juzepczukii* y *S. curtilobum*. Algunos clones de éstas pueden ser dañados en 100% en terrenos altamente infestados, por lo que es necesario hacer rotaciones de cultivos de mayor duración o incorporar nuevas áreas de terreno.

Concluimos que las especies cultivadas de papas amargas tienen gran potencial en las zonas con alto riesgo climático, especialmente en la *S. juzepczukii*, debido a su mayor tolerancia a las bajas temperaturas y su mayor variabilidad genética que permitiría seleccionar clones más tolerantes al ataque de la verruga y con menor contenido de glicoalcaloides. Este grupo ha sido poco estudiado, especialmente en el aspecto genético y nutricional; debiendo, intensificar la investigación para potenciar su rendimiento y formas de uso para la alimentación humana.

GERMOPLASMA DE PAPA AMARGA Y CARACTERIZACION PRELIMINAR EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO

Alejandro BONIFACIO F.
Ing. Agr. Investigador de Cultivos Andinos
IBTA, Patacamaya-Bolivia

I. INTRODUCCION

El altiplano, caracterizado por la aridez de sus suelos y variaciones adversas en los factores del clima, alberga una serie de recursos genéticos con adaptación milenaria, entre ellas la papa representa una diversidad genética compatible con la variación climática, edáfica, topográfica y la utilización del cultivo, destacándose su participación junto a otros cultivos nativos e introducidos en la estrategia de seguridad de la población altiplánica.

La papa, ha sido institucionalmente estudiada en los cultivos considerados comerciales o de alta calidad culinaria, mientras que las variedades amargas, no merecieron la atención necesaria, aunque ellas encierran características particularmente importantes para el Altiplano, entre ellas la tolerancia a heladas y sequía.

En el presente artículo, se darán a conocer algunos trabajos iniciados por inquietud personal y pretendiendo los siguientes objetivos:

- Recolección de papas amargas del Altiplano
- Evaluación preliminar del estado sanitario e inicio del proceso de saneamiento por selección positiva.
- Caracterización de aspectos morfológicos, agronómicos y de uso del producto

II. MATERIALES Y METODOS

Las recolecciones se realizaron en las provincias Aroma, Pacajes y Gualberto Villarroel en el departamento de La Paz; Sud Carangas y Ladislao Cabrera en el departamento de Oruro. La evaluación, multiplicación preliminar, conservación y pruebas culinarias se efectuaron en los predios e instalaciones de la Estación Experimental de Patacamaya, ubicada en la provincia Aroma del departamento de La Paz, (Altitud: 3 879 m.s.n.m).

Las recolecciones se realizaron preferentemente en parcelas de agricultores, cosechando 3 a 5 plantas de las cuales se muestrearon 10 a 15, ocasionalmente se obtuvieron muestras del almacén o troje del agricultor en función a la variabilidad observada. El material recolectado ha sido debidamente etiquetado y paralelamente se han registrado algunas características del sitio o zona.

En la siguiente gestión agrícola, cada muestra integrante de la colección fue sembrada, y se tomaron lecturas de algunas características morfológicas y agronómicas según sugerencias de Arbizu (1982) y Montaldo (1984). También se hizo una evaluación del estado sanitario basado en observaciones de síntomas de las enfermedades más comunes (CIP, 1978). Paralelamente se inició la práctica de selección positiva y se enviaron algunas muestras a centros de investigación del interior (Toralapa) y exterior del país (Bélgica y Leningrado), con la finalidad de efectuar el testaje respectivo para enfermedades viróticas y en su caso el saneamiento por termoterapia y cultivo de meristemos.

Durante el periodo vegetativo, se instalaron en el sitio dos termómetros de mínima, con la finalidad de registrar las temperaturas críticas. A la maduración del cultivo, se procedió con la cosecha y selección, dividiéndose el material en dos lotes, una parte para conservación y otra para las pruebas de peso específico, aptitud culinaria, etc.

Para la determinación del peso específico (p.e.), se adoptaron los métodos de flotación en soluciones de NaCl de concentración conocida y la relación de la diferencia de peso en aire y peso en agua respecto al peso total, cuyos valores encontrados fueron expresados en términos de porcentaje de almidón y materia seca. La calidad culinaria se estimó por degustación directa en forma de papas hervidas (enteras) y papas blancas (mondadas), intercalando a cada periodo de degustación con bocados de papa dulce (Sani imilla y Chiar imilla) acompañada de "phasa" (tipo de arcilla glicificada), cuyo propósito fue neutralizar el sabor amargo al gusto.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Número de colección y estado sanitario

Se recolectó un total de 29 muestras de papa amarga, de las cuales 26 son cultivadas, 2 silvestres y 1 semi-silvestre.

El estado sanitario del material fue preocupante, principalmente por la presencia de enfermedades viróticas, sarna negra *Rhizoctonia solani*, verruga *Synchytrium endobioticum* y rosario *Nacobbus aberrans*.

2. Morfología de la parte aérea

La plena expresión de los caracteres morfológicos, fue afectada negativamente por los factores climáticos desfavorables, no obstante, se evidenció la variabilidad existente en el interior de las papas amargas.

Según el hábito de crecimiento, se han diferenciado la forma postrada para las silvestres y para las cultivadas el hábito arrositado (*Solanum juzepczukii*) y el semierecto (*Solanum curtilobum*). En las especies cultivadas, el tallo es generalmente anguloso y algunas presentan alas rectas, coloración verde con jaspes o puntos purpúreos o azules, concentrados en las proximidades de los nudos y axilas y también en los entrenudos en forma de bandas ligeramente coloreadas. Las hojas son ligera y fuertemente disectadas, folíolos medianos a grandes, pecíolos cortos o sésiles, lámina pubescente o glabrescente con presencia de tricomas principalmente en las basales.

Las enfermedades viróticas provocan fuerte arrositamiento en el hábito de crecimiento y en el encrespamiento de los folíolos, por tanto, el follaje tiene una apariencia coposa y constituye un ambiente apropiado para el hospedaje de polillas adultas donde la oviposición también es frecuente. En general, las formas arrositadas y encrespadas se convierten en albergues temporalmente preferidos por polillas, trips y cigarritas.

Las papas amargas presentan floración temprana, gradual y escasa, cuyo rango de variación aparentemente se halla asociado al hábito de crecimiento, puesto que el postrado y el arrositado inician su floración muy tempranamente en comparación con las semierectas. Estas últimas registran floración cercana a la profusa. En todas las muestras amargas, se observó la articulación del pedicelo superior a muy superior, cáliz 5 de color verde con ápice azul o púrpura, simetría regular, corola 5 azul o púrpura de forma pentagonal en las arrositadas (*S. juzepczukii*) y pentagonal rotada en las semierectas (*S. curtilobum*). Las papas amargas presentan deficiencias en la fructificación, atribuibles al nivel de ploidía en su genotipo.

3. Morfología del tubérculo y brote

Las formas que adquieren los tubérculos maduros, presentan variación. Las papas de crecimiento arrositado (*S. juzepczukii*) forman tubérculos oblongo-alargados y elongados, con el eje mayor siempre curvado y algunas formas suelen ser aplanadas, mientras que en las semierectas (*S. curtilobum*) son ovado-comprimidos y elípticos ligeramente aplanadas o achatadas. El primer grupo presenta los ojos superficiales en número intermedio y algunas veces son sobresalidos. El segundo grupo lleva los ojos medianamente profundos y rara vez sobresalidos, con mayor número de ojos en comparación a los alargados. La cáscara suele ser de color blanco, rosado, rosado con jaspes o manchas de color crema o blanco, azul o negro; con jaspes o manchas amarillentas, presentando en todos los casos la pulpa, haces y anillos vasculares de color blanco lechoso, sin influencia alguna por el color de la cáscara.

El color del brote es predominantemente azul, en toda su extensión, o por lo menos lleva este color en porciones apicales y axilares y guarda relación directa con el color de la flor, en la que el color de la cáscara no tiene influencia. En tanto, en otro grupo de papas, tolerantes a las heladas, "yari" y "ajanhuri", el color de la corola se encuentra asociada con la coloración del tubérculo y del brote, posiblemente por efecto pleiotrópico de algunos loci génicos.

4. Peso específico y calidad culinaria

El peso específico y la correspondiente estimación del porcentaje de almidón y materia seca total, muestra variación, desde 1.055 a 1.142 por diferencia de peso en aire y agua.

Las degustaciones, por muestra individual, condujeron a la formación de grupos en atención a la modalidad de consumo preferido y asociado por la forma del tubérculo (Cuadro 1), donde: 1) Cilíndrico-curvos, elíptico-curvos y alargado-curvos, 2) Alargados y aplanados, con el eje mayor curvo y 3) Ovalado-comprimidos ligeramente aplanados. La prueba permitió detectar que el primer grupo es apto para papas hervidas, comúnmente consumidas con "phasa", puesto que son las más amargas por su mayor concentración de glicoalcaloides a nivel de tubérculos, pero que satisfacen las exigencias por consistencia y textura; en cambio, las del tercer grupo son adecuadas, tanto para el consumo en forma de papa hervida y papa blanca y finalmente el segundo grupo es silmilar al primero, por sus cualidades para el consumo, aunque el sabor amargo es de menor grado comparativamente.

Cuadro 1: Calificación mediante degustación directa

Forma del tubérculo	Consistencia		Textura (") (+)	Sabor (") (+)
	(")	(+)		
1) alargado - curvo y elíptico curvo	B	M	B M	YA YA
2) alargado - curvo y aplanado	R	R	R B	A A
3) ovado - comprimido y aplanado	R	B	B B	PA D

(") papas hervidas (+) papas blancas

B: bueno

M: malo

YA: muy amarga

A: amarga

R: regular

YB: muy bueno

PA: poco amarga

D: dulce

Como se podrá observar en el Cuadro 1, algunas muestras evaluadas en forma de papas blancas, merecieron la calificación de dulce; esta situación confirma la modalidad de consumo vigente entre los agricultores que consiste en destinar ocasionalmente *Solanum curtilobum* para papas blancas (monda) e inclusive para las sopas.

5. Tolerancia a heladas

Aunque el concepto de tolerancia a heladas asociada a las papas amargas es de conocimiento generalizado, en el presente trabajo se han constatado grados de tolerancia variable, siendo que las de crecimiento arrositado toleran relativamente bien hasta -5.5°C y las semirectas hasta -4.8°C ; pasado este límite aproximado, sufren quemaduras en el follaje y aún poseen capacidad de recuperación, puesto que las partes basales pueden sintetizar compuestos orgánicos. A temperaturas de -7.6°C fueron fuertemente afectadas y las posibilidades de recuperación eran remotas, dependiendo en todo caso del periodo vegetativo (estado fenológico) y las condiciones ambientales sub siguientes. Grados similares de tolerancia a heladas se han evidenciado en el grupo de las "Yari" y "Ajanhuiri" caracterizada por la ausencia de glicoalcaloides, pero con similitud en las características morfológicas y requerimientos climáticos y edáficos.

6. Características agronómicas

Las condiciones de sequía prolongada en las que se desarrollo el cultivo, influyeron negativamente en la manifestación real de las características agronómicas, por lo que no se registraron con mayor detalle. En la mayoría de las muestras amargas cultivadas, se ha evidenciado la formación de estolones cortos y profundos, constituyendo una característica favorable, puesto que a mayor profundidad o espesor de suelo las larvas del gorgojo de los andes (gusano blanco) y de polilla tienen dificultad para alcanzar los tubérculos. En cambio en las silvestres y semi silvestre, los estolones son extremadamente largos.

Las plagas de la parte aérea atacaron indistintamente a las amargas como a las dulces, aunque a nivel de tubérculo, las formas elíptico - curvos y alargados demostraron cierta repelencia al gusano blanco y larvas de *Epttrix* sp., porque estos cultivos aparentemente son los más amargos, en cambio estados larvarios de polillas afectaron indistintamente al follaje y a tubérculos de las amargas y dulces. Como se mencionó anteriormente, las plantas cuyo hábito de crecimiento es el arrositado, como también en aquellas afectadas por virosis proporcionan albergue apropiado a las polillas adultas y consecuentemente a la oviposición.

El contenido estimado de glicoalcaloides (sabor amargo), fue variable en las diferentes muestras, desde muy amargos, (*Solanum juzepzukiti*) y poco amargos o casi dulces (*Solanum curtilobum*). Al respecto, no se ha contado con un método apropiado de análisis, por lo menos de tipo cualitativo, que permita estimar estas gradientes; dicha necesidad sentida, condujo a sondear algunas características físicas asociadas al sabor amargo, entre ellas, la formación de espuma por agitación en tubo de ensayo del agua de cocción y de lavado, encontrándose cierta relación, pero sin una clara tendencia. Sin embargo se sugiere evaluar con mayor precisión dicha característica.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de trabajo y el material genético empleado en el estudio se proponen las siguientes conclusiones preliminares:

- En las papas amargas cultivadas se han distinguido dos formas según el hábito de crecimiento: el arrosado (*Solanum juzepzukti*) y semierecto (*Solanum curtilobum*), las que a su vez tienen relación con la forma de los tubérculos, tolerancia a heladas y calidad culinaria.

- La floración es temprana, gradual y escasa, presentando deficiencias en la fructificación atribuible al nivel de ploidía en su genómico.

- La coloración azul o púrpura de la corola, guarda relación con la del brote (nudos y axilas), en las que el color de la cáscara no ejerce influencia.

- El peso específico de las papas amargas es variable, oscilando en el rango encontrado para las papas dulces.

- La degustación directa evaluada en función a textura, consistencia y sabor (hervidas y blancas), permitió sugerir la conformación de tres grupos de calidad o aptitud culinaria asociados con la forma del tubérculo: 1. elíptico-cilíndrico-alargado con eje mayor curvo, 2. alargado-aplanado con eje mayor curvo y 3. ovado-comprimido y aplanado.

- El color de la pulpa es blanco lechoso independientemente de la coloración de la cáscara y brotes.

- Entre las papas amargas se evidenciaron grados variables en el contenido de glicoalcaloides, por lo que entre las muestras merecieron la calificación de muy amargas, amargas, poco amargas y hasta dulces.

VI. BIBLIOGRAFIA

ARBIZU, C. 1982. Colección de los recursos genéticos de la papa. In: Entrenamiento en colección, evaluación y conservación de recursos fitogenéticos. Lima - Perú, UNA. La Molina. CIPIA. 4p.

-----, 1982. Evaluación de papa. In: Entrenamiento en colección, evaluación y conservación de recursos fitogenéticos. Lima - Perú. UNA. La Molina. CIPIA. 3p.

BUKASOV, S.M. 1971. Potato. In: Flora of cultivate plants. Leningrado, URSS, KOLOS. 477p.

-----, 1986. Sistemática de las especies de papa. Trad. Roberto Mendoza. Cuzco, Perú. UNSAAC. Reimpresión 1986. 68p.

CARDENAS, M. 1968. Manual de plantas económicas de Bolivia. Ichthus. Cochabamba.

CIP. 1978. La papa: principales enfermedades y nemátodos. Lima - Perú. Centro Internacional de la Papa. 68p.

ESQUINAS, J. 1982. Los recursos fitogenéticos, una inversión segura para el futuro. Madrid - España. CIRF. Neografis. 44p.

MONTALDO, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. San José - Costa Rica. IICA. 676p.

REA, J. 1991. Vigencia de las papas nativas en Bolivia. OPINION. Sección UMSS. Cochabamba.

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE COLECCION DE PAPAS AMARGAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE BOLIVIA

Carmen Rosa MARCA CACERES

Ing. Agrónomo. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Universidad Técnica de Oruro. Bolivia.

I. INTRODUCCION

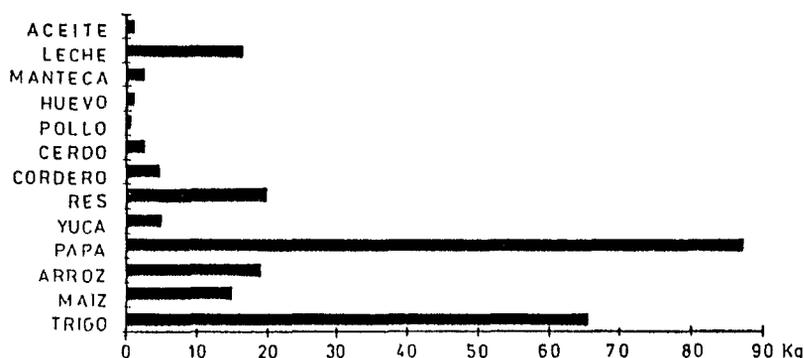
La condición climática del área en estudio, está determinada por dos factores que actúan dando al altiplano una ecología muy particular, caracterizada por variaciones muy acentuadas entre el día y la noche. Estos factores son: posición geográfica de: 17° y 20° de latitud sud; 67° a 68° de longitud oeste y la altura sobre el nivel del mar de 3700 metros que determinan un clima frío y seco.

En la zona se registran temperaturas medias que varían entre 8° y 11° C. La precipitación varía entre 220 y 350 mm. al año. El clima corresponde tres cuartas partes del año a zona seca y en verano a semiseca.

Las heladas tempranas y tardías limitan la producción agrícola, por este motivo, en el departamento de Oruro se da mayor énfasis a la actividad ganadera que a la agrícola.

En este contexto, tampoco se puede dejar de valorar los cultivos andinos adaptados a las condiciones climáticas arriba señaladas, considerando además que estos cultivos forman parte de la dieta habitual del habitante del área rural, especialmente el referido a la papa, que es un tubérculo de consumo mayoritario, como se puede observar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Alimentación y nutrición. Consumo anual de productos básicos en Bolivia.



Fuente: Strengers (1980)

Por lo señalado, la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Técnica de Oruro está empeñada en llevar adelante un programa de investigación sobre papas amargas, siendo una de las primeras tareas la formación de una colección que permitirá lograr los siguientes objetivos:

- Evaluar el comportamiento de las diferentes variedades en su habitat natural, o sea en las chacras campesinas y en la Estación Experimental de Condoriri, dependiente de la Facultad.
- Formación de un Banco de Germoplasma.

II. AGROECOLOGIA DE LA PAPA AMARGA

En el departamento de Oruro, existen cabeceras de valle donde se tienen cultivos no sólo de papa dulce, también de maíz y hortalizas. En las provincias Cercado y Dalence, además de Tomás Barrón, se cultivan papas amargas y dulces dependiendo de las condiciones climáticas, se da preferencia a unas y otras. Hacia el Sur del departamento, en provincias como Litoral, Nor y Sud Carangas donde se dan condiciones mucho más extremas que corresponden a punas y la mayor actividad es la ganadera, se cultivan papas amargas. Lo que hace el campesino de estas zonas es sembrar las variedades más resistentes a heladas, en terrenos planos, y las dulces como "phureja", que son denominadas "huaycos", se cultivan en las laderas.

Por otra parte, existe entre los campesinos, la costumbre de seleccionar determinados suelos para determinadas variedades de papa; refieren que no obtienen buenos rendimientos cuando no se da tal asociación.

Los campesinos conocen perfectamente las bondades de un adecuado abonamiento orgánico. De acuerdo a los lugares, realizan la construcción de "canchones" de piedra o tepes (formaciones naturales de suelo arcilloso donde crecen especies forrajeras de raíces y tallos rastreros muy intrincados); en estos sitios hacen pernoctar al ganado ovino o camélido aprovechando el estiércol que se deposita, y que tiene una descomposición lenta. En estos suelos debidamente abonados cultivan papas amargas obteniendo buenos rendimientos.

En el norte del departamento de Potosí, existen zonas extensas con cultivos de papa amarga; los pobladores se dedican a actividades agrícolas más que a las ganaderas; los rebaños de ganado ovino cuidados por las familias son pequeños por la falta de forraje.

Con el sistema de descanso de suelos mediante "mantas", realizan un excelente cuidado de suelos que no son explotados en forma intensiva, dejando descansar los mismo por lapsos que varían entre 8 y 15 años, dependiendo de la cantidad de suelo con que cuentan las comunidades; en estos suelos debidamente descansados obtienen los mejores rendimientos, en relación a suelos intensamente cultivados y que no reciben el suficiente aporte de nutrientes.

Las papas amargas del norte de Potosí, especialmente de las provincias de Bustillo y Chayanta, tienen 3 características particulares en relación a las que se producen en Oruro:

1. El desarrollo de los tubérculos es mayor,
2. El contenido hídrico es menor en los tubérculos siendo más harinosas.
3. Existen variedades con menor contenido de glicoalcaloides.

III. FORMAS DE CONSUMO

De acuerdo a observaciones preliminares, la papa amarga se consume en cuatro formas diferentes:

- . Cocinada en agua
- . Cocidas al horno
- . En moraya
- . Chuño

Cuando se cocinan en agua, las papas pueden ser cocinadas con cáscara o sin ella. En la preparación de sopas, las prefieren machacadas. La variedad denominada "K'alsally" no es consumida después de cosechada por su elevado contenido de glicoalcaloides; normalmente se deja almacenada en un espacio descubierto, no es enterrada como las otras variedades. Transcurridos 4 ó 5 meses recién puede ser consumida, porque adquiere un sabor dulce; aquí se infiere la transformación de los glicoalcaloides.

Los terrones formados por suelos arcillosos o piedras especiales sirven para la construcción de pequeños hornos que se levantan durante la cosecha en los que se cocinan las papas y se consumen acompañadas de "phasa" o "chacko", lo que sirve para mitigar los efectos del contenido de glicoalcaloides.

Recibe la denominación de "moraya" la papa amarga recién congelada; las temperaturas bajo cero permiten la deshidratación. Después de sucesivos lavados que permiten la total eliminación de agua, son cocinados, su consumo se realiza sobre todo en la época invernal. Sería un equivalente del cachichuño, consumido también en ciudades

Finalmente, el chuño negro se obtiene por un proceso que consiste en deshidratar la papa, sometiendo la misma a temperaturas que permiten la eliminación del agua después del pisado. Es una de las mejores formas de conservación de papa que mantiene el campesino andino.

El consumo de papa amarga en forma de chuño con menor contenido de proteínas, (que se pierden algunas durante su elaboración), no debe preocupar mucho si se toma como ejemplo e imita el hábito alimenticio del grupo étnico de los Chipayas, que tienen una alimentación balanceada rica en proteínas; cultivan sólo las papas luk'is y las consumen en forma diaria en sopas acompañadas de hojas de quinua que son recolectadas y desecadas y se consumen durante todo el año junto a los granos de quinua y cañahua de alto contenido en aminoácidos esenciales.

IV. VARIEDADES DE PAPA

En esta primera etapa del trabajo, se tienen recolectadas diferentes variedades de papa amarga en el departamento de Oruro que corresponden a: *Solanum juzepzukil*, *S. tuberosum*, *S. curtilobum*, *S. stenotomum*. Los nombres locales son: Luk'it, Sak'ampaya, Kaysally, Paly blanca, Paly roja, Choquepitu (cF. Anexo).

V. BIBLIOGRAFIA

CARDENAS, M. 1969. Manual de plantas económicas de Bolivia.

HUAMAN, Z., WILLAMS, J., SALHUARA, W. and VINCENT, L. 1977. International board for plant genetic resources. Roma - Italia.

LEON, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. Boletín técnico N° 6. IICA. San José - Costa Rica.

POPENOE, H., KING, S, LEON J., SUMAR, L., RUSKING, F.R. 1989. Lost crops of the Incas. Bostid Editor. Washington. D.C.

Anexo 1:

EXTRACTADO DEL CATALOGO PRELIMINAR DE PAPAS AMARGAS - ALTIPLANO BOLIVIANO

No	NOMBRE COMUN	COLOR TUBERCULO	FORMA TUBERCULO	LUGAR DE OBTENCION	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	COLECTOR
1	Janck'o parina	Blanco	Fusiforme	Troje	Oruro	Saucari	G. Ayala
2	Morock'o luk'i	Blanco	Elíptica	Troje	Oruro	Saucari	G. Ayala
3	Uma luk'i	Blanco	Elíptica	Troje	Oruro	Saucari	G. Ayala
4	Ch'iti luk'i	Blanco	Elíptica	Troje	Oruro	Saucari	G. Ayala
5	Luk'i	Blanco	Comprimida	Troje	La Paz	Aroma	J. Centeno
6	Luk'i tela	Blanco	Fusiforme	Troje	Oruro	Nor Carangas	F. Laime
7	Luk'i tela	Blanco	Fusiforme	Troje	Oruro	Cercado	G. Ajata
8	Luk'i	Blanco	Fusiforme	Troje	Oruro	Sur Carangas	C. R. Marca
9	Luk'i	Blanco	Abovada	Feria	La Paz	Aroma	J. Centeno
10	Sallq'a pali	Crema	Ovada	Troje	Oruro	Poopó	A. López
11	Sak'ampilla	Crema	Fusiforme	Troje	Oruro	Poopó	A. López
12	Sallq'a	Crema	Elíptica	Troje	Oruro	Poopó	A. López
13	Ilwacu	Crema	Oblonga	Troje	Oruro	Poopó	A. López
14	Loria	Crema	Oblonga	Mercado	Oruro	Cercado	C. R. Marca
15	Sak'ampaya	Crema	Fusiforme	Mercado	Oruro	T. Barrón	C. R. Marca
16	T'uly	Crema	Ovada	Troje	Oruro	Cercado	C. R. Marca
17	Sak'ampaya	Crema	Fusiforme	Mercado	Oruro	Cercado	C. R. Marca
18	Janck'o luk'i	Crema	Elíptica	Feria	Oruro	Cercado	C. R. Marca
19	Pingo	Crema	Fusiforme	Mercado	Oruro	Cercado	C. R. Marca
20	Sak'ampaya	Crema	Abovada	Troje	Oruro	Poopó	A. López
21	Luk'i redondo	Crema	Comprimida	Troje	Oruro	Nor Carangas	F. Laime
22	Sak'ampaya	Crema	Fusiforme	Troje	Oruro	Cercado	G. Ajata
23	Janck'o parina	Crema	Fusiforme	Troje	Oruro	Cercado	G. Ajata
24	Pali blanca	Crema	Oblonga	Feria	Oruro	Avaroa	E. Barrientos
25	Sak'ampaya	Crema	Elíptica	Feria	Oruro	Avaroa	E. Barrientos

No	NOMBRE COMUN	COLOR TUBERCULO	FORMA TUBERCULO	LUGAR DE OBTENCION	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	COLECTOR
26	Janck'o p'ifo	Crema	Fusiforme	Troje	La Paz	Aroma	E. Ortuño
27	Sak'ampaya	Crema	Fusiforme	Feria	Oruro	T. Barrón	C. R. Marca
28	Ajawiri	Crema	Abovada	Feria	La Paz	Loayza	C. R. Marca
29	K'oyu	Crema	Abovada	Mercado	La Paz	Loayza	C. R. Marca
30	Runa blanca	Crema	Elíptica	Troje	Cochabamba	Bolívar	C. R. Marca
31	Piño blanco	Crema	Elíptica	Troje	Cochabamba	Bolívar	C. R. Marca
32	Loria	Crema	Elíptica	Troje	Cochabamba	Bolívar	C. R. Marca
33	Sak'ampaya	Crema	Fusiforme	Feria	Potosí	Bustillos	C. R. Marca
34	Jaq'e papa	Crema	Elíptica	Troje	Potosí	Chayanta	C. R. Marca
35	Koyo	Crema	Fusiforme	Feria	Potosí	Bustillos	C. R. Marca
36	Luck'i tela	Crema	Fusiforme	Troje	Potosí	Chayanta	C. R. Marca
37	Wila p'alta	Crema ojos rojos	Oblonga	Feria	Oruro	Avaroa	E. Barrientos
38	Pali blanca	Crema manchas rosa	Fusiforme	Troje	Oruro	Sajama	J. Ignacio
39	Anawa	Crema manchas azuladas	Fusiforme	Troje	Oruro	Poopó	A. López
40	Pipino	Amarillo	Reniforme	Troje	Oruro	Poopó	A. López
41	Pali roja	Rosado	Ovada	Troje	Oruro	T. Barrón	G. Ajata
42	Tela luk'i	Rosado	Elíptica	Troje	Oruro	Saucarí	G. Ayala
43	Wila parina	Rojo	Fusiforme	Troje	Oruro	Saucarí	G. Ayala
44	Pali roja	Rosado	Oblonga	Feria	Oruro	Avaroa	E. Barrientos
45	Lucki parina	Rosado	Elíptica	Troje	Oruro	Cercado	G. Ajata
46	Pali roja	Rosado	Redonda aplanada	Feria	Cochabamba	Bolívar	C. R. Marca
47	Pali roja	Rosado	Redonda aplanada	Feria	Oruro	L. Cabrera	E. Barrientos
48	Torillo	Rojo	Fusiforme	Feria	Oruro	Sur Carangas	C. R. Marca
49	Wila p'ala	Rosado con manchas crema	Oblonga	Feria	Oruro	Cercado	C. R. Marca
50	Wila p'ala	Rosado	Elíptica	Troje	La Paz	Aroma	E. Ortuño

No	NOMBRE COMUN	COLOR TUBERCULO	FORMA TUBERCULO	LUGAR DE OBTENCION	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	COLECTOR
51	Pali roja	Rosado	Ovada	Troje	Oruro	L. Cabrera	J. Ignacio
52	Kausilla	Rosado	Fusiforme	Troje	Oruro	Poopb	A. López
53	Yari amarga	Rosado	Fusiforme	Troje	Cochabamba	Bolivar	C. R. Marca
54	K'oyo	Rosado	Fusiforme	Mercado	La Paz	Aroma	C. R. Marca
55	Polonia	Rosado	Oblonga	Troje	La Paz	Aroma	J. Zenteno
56	K'oyo	Rosado	Elíptica	Troje	Potosí	Bustillos	C. R. Marca
57	Pali roja	Rosado	Ovada	Troje	Cochabamba	Bolivar	C. R. Marca
58	Pali roja	Rosado	Ovada	Mercado	Potosí	Chayanta	C. R. Marca
59	Luk'i parina	Rojo	Fusiforme	Troje	Oruro	Nor Carangas	F. Laime
60	Puca son'qo	Rosado	Ovada	Feria	Potosí	Bustillos	C. R. Marca
61	Puca pali	Rosado manchas blancas	Oblonga	Troje	Oruro	Poopb	A. López
62	Pali roja	Rosado manchas blancas	Oblonga	Feria	Potosí	Charcas	C. R. Marca
63	K'aisalli	Morado claro	Elíptica	Troje	Oruro	Sur Carangas	C. R. Marca
64	K'aisalli	Morado claro	Elíptica	Troje	Oruro	Sur Carangas	C. R. Marca
65	K'aisalli	Morado con manchas en ojos	Elíptica	Troje	Oruro	Cercado	G. Ajata
66	Arichua	Rosado claro	Elíptica	Troje	Oruro	Poopó	A. López
67	Yana amajaya	Morado	Comprimida	Troje	Oruro	Poopb	A. López
68	Ajawiri	Morado	Fusiforme	Troje	Oruro	Poopb	A. López
69	Leque'pe'qe	Morado	Comprimida	Troje	Oruro	Poopb	A. López
70	Allpa chujchilli	Morado	Elíptica	Troje	Oruro	Poopó	A. López
71	Tajamari	Morado	Elíptica	Troje	Oruro	Poopó	A. López
72	K'aisally	Morado	Abovada	Troje	Oruro	Sur Carangas	C. R. Marca
73	Wila p'ifo	Morado	Fusiforme	Troje	La Paz	Aroma	E. Ortuño
74	P'ia	Morado manchas en ojos	Comprimida	Troje	Oruro	Poopb	A. López
75	K'aisa	Morado manchas	Abovada	Troje	La Paz	Aroma	E. Ortuño

No	NOMBRE COMUN	COLOR TUBERCULO	FORMA TUBERCULO	LUGAR DE OBTENCION	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	COLECTOR
76	Sak'o	Morado manchas blancas	Abovada	Troje	Oruro	L. Cabrera	J. Ignacio
77	Waca zapato	Morado manchas rosadas	Abovada	Troje	Oruro	L. Cabrera	J. Ignacio
78	Pali azul	Morado puntos rosados	Oblonga	Troje	Oruro	L. Cabrera	J. Ignacio
79	Luk'i	Morado claro manchas rosadas	Ovada eliptica	Troje	La Paz	Aroma	E. Ortuño
80	Pali negra	Morado manchas en ojos	Ovada eliptica	Troje	Oruro	L. Cabrera	E. Barrientos
81	Camara	Morado manchas en ojos	Ovada eliptica	Troje	La Paz	Aroma	E. Ortuño
82	Q'uisillu	Morado manchas rosadas	Reniforme Fusiforme	Troje	Oruro	Poopó	A. López
83	Pali negra	Morado manchas cremas	Comprimida	Troje	Cochabamba	Bolívar	C. R. Marca
84	Ajanhuiri	Morado	Elíptica	Troje	Cochabamba	Bolívar	C. R. Marca
85	Pali azul	Morado manchas rosadas	Oblonga	Troje	Oruro	Avaroa	E. Barrientos
86	Condor chuchullo	Morado rayas blancas	Elíptica	Troje	Oruro	L. Cabrera	E. Barrientos
87	Condor chuchullo	Morado rayas blancas	Fusiforme	Troje	Oruro	L. Cabrera	J. Ignacio
88	Condor chuchullo	Morado rayas blancas	Fusiforme	Troje	Oruro	Sur Carangas	C. R. Marca
89	Kurti chumpi	Morado claro	Abovada	Troje	Oruro	Poopó	A. López
90	Chikteka	Morado manchas azules	Fusiforme	Troje	Oruro	Poopó	A. López
91	Amajani	Morado claro	Elíptica	Mercado	Oruro	T. Barrón	C. R. Marca
92	Luk'i choquepitu	Morado claro	Abovada	Troje	Oruro	Cercado	G. Ajata
93	Sak'ampaya	Morado claro	Fusiforme	Troje	Potosí	Bustillos	C. R. Marca
94	Pali	Morado claro	Redonda	Mercado	La Paz	Aroma	C. R. Marca
95	Yari	Morado manchas blancas	Fusiforme	Feria	Oruro	Nor Carangas	C. R. Marca
96	Puca pali	Morado rayas blancas	Elíptica	Feria	Cochabamba	Bolívar	C. R. Marca
97	P'mu	Morado manchas blancas	Elíptica	Feria	La Paz	Ingavi	C. R. Marca
98	Sonzo runa	Morado claro	Elíptica	Feria	Potosí	San Pedro	C. R. Marca
99	Sult'uma	Morado claro	Abovada	Feria	Potosí	Chayanta	C. R. Marca
100	Pali negra	Morado oscuro	Oblonga	Feria	Oruro	T. Barrón	G. Ajata

No	NOMBRE COMUN	COLOR TUBERCULO	FORMA TUBERCULO	LUGAR DE OBTENCION	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	COLECTOR
101	Ajanhuiri	Morado oscuro	Fusiforme	Troje	La Paz	Aroma	E. Ortuño
102	Mog'o runa	Morado oscuro	Oblonga	Feria	Oruro	Avaroa	E. Barrientos
103	Danielito	Morado oscuro	Oblonga	Feria	Oruro	Avaroa	E. Barrientos
104	Pali negra	Morado oscuro	Oblonga	Feria	Oruro	Avaroa	E. Barrientos
105	Peras luk'i	Morado oscuro	Oblonga	Mercado	La Paz	Loayza	C. R. Marca
106	Laranpali	Morado oscuro	Ovada	Troje	Potosí	Ibáñez	C. R. Marca
107	Waca zapato	Morado oscuro	Oblonga	Feria	Potosí	Bustillos	C. R. Marca
108	P'irico	Morado oscuro	Elíptica	Troje	La Paz	Aroma	E. Ortuño
109	P'sac Kauna	Morado oscuro	Fusiforme	Troje	Oruro	Sur Carangas	C. R. Marca
110	Pali azul	Morado oscuro	Elíptica	Troje	Oruro	L. Cabrera	J. Ignacio
111	Luk'i choquela	Morado oscuro	Comprimida	Troje	Oruro	Nor Carangas	F. Laine
112	Sak'ampaya	Morado oscuro	Fusiforme	Troje	Cochabamba	Bolívar	C. R. Marca
113	Horoq'ero	Morado oscuro	Elíptica	Troje	Oruro	Cercado	G. Ajata
114	Ajanhuiri	Morado oscuro	Elíptica	Mercado	La Paz	Aroma	C. R. Marca
115	Pali negra	Morado oscuro	Abovada	Troje	Cochabamba	Bolívar	C. R. Marca
116	Pali azul	Azul manchas blancas	Comprimida	Troje	Oruro	L. Cabrera	J. Ignacio
117	Amajaya	Morado oscuro	Elíptica	Troje	Oruro	Poopó	A. López

SISTEMAS DE PRODUCCION DE PAPA AMARGA

Mario E. TAPIA
Ph.D. Consultor, Perú.

*Un chairo sin chuño
es como una vida sin amor
Proverbio de la época Inca.*

I. INTRODUCCION

La papa cultivada en los Andes, desde más de 3,000 años, incluye siete especies diferentes del género *Solanum*, dos de ellas por lo menos son consideradas como las "papas amargas" (*Solanum curtilobum* y *Solanum juzepczukii*).

El nombre de papas amargas se debe al sabor que le confiere el variable contenido de glicoalcaloides (solanina) que tienen estas especies y que necesita un proceso de remoción para ser conservadas y consumidas.

Se reconoce que en las tierras más altas de los Andes (Z.A. Suni y Puna), estas especies son las que más toleran bajas temperaturas hasta de -4° C. (Schmedliche, 1977), cuando otras especies son severamente dañadas y se presentan como quemadas.

Unida esta característica a la tolerancia al ataque de plagas y un cierto vigor a los procesos de sequía, hacen de estas especies un seguro ante los efectos climáticos de las tierras andinas entre el Sur del Perú, altiplano de Bolivia y Norte de Argentina.

II. HISTORIA

Uno de los primeros cronistas en describir las papas amargas fue Acosta (1558), quien menciona que el chuño se utiliza como pan después que las papas han sido expuestas al frío de la noche pisadas y secadas al sol.

Un siglo más tarde, Bernabe Cobo se refiere a que existen papas silvestres y amargas que los aymaras denominan "aphus", que sólo se pueden consumir cuando son procesadas como "chuño".

La expedición rusa de los años 20, describió para el mundo científico la existencia de estas especies. En el viaje que los botánicos S.V. Juzepczuk y J. Bukasov (1926) hicieron por el altiplano de Puno, y en sus colecciones de las variedades de papas se incluyó estas especies, reconociéndose que tienen muchas características semejantes a las especies silvestres.

Los trabajos de Vargas (1948), incluyen la descripción de las llamadas papas amargas para el sur del Perú. Ortega (1976), incluye además dos especies que son algo tolerantes al frío como son *S. andigenum* spp *andigena* (tetraploide) y *S. ajanhuiri* (diploide).

La creación del Centro Internacional de la Papa CIP, en el Perú, dió por iniciado una nueva etapa; en lo que respecta al manejo del germoplasma y su utilización en planes de fitomejoramiento, Schmedliche (1977), menciona que en el germoplasma internacional se encuentran 280 accesiones que corresponden a las llamadas papas amargas de las cuales 137 son *S. juzepczukii* y 143 son *S. curtilobum*.

La Universidad del Cusco y la Estación Experimental del INIAA en Puno (Illpa) son las localidades donde más se han efectuado trabajos de investigación con estas especies y en los años 1985-1989 el INIAA con el apoyo del proyecto Pisa, estableció más de 90 ha. de semilleros certificados de tres variedades seleccionadas de papa amarga (Tapia, 1991).

III. DISTRIBUCION GEOGRAFICA

La actual área de producción de estas especies ha sido detallada por Schmedlicke, 1977, (Figura 1). Se incluye los territorios de los departamentos de Junín, Huancavelica, Ayacucho, Cusco, Apurímac y Puno en la sierra sur del Perú, el altiplano boliviano y la sierra norte de Argentina, generalmente a alturas sobre los 3,800 m.s.n.m.

Se estima que sólo en el Perú existen unas 15,000 has cultivadas, con una variación anual de 3,000 has. En el altiplano de Puno es donde se concentra la mayor superficie y se localiza sobre todo en las provincias de Chucuito, Azangaro, Puno y Huancane, en terrenos con suelos profundos y ricos en materia orgánica. (Figura 2).

IV. SISTEMAS DE CULTIVO

La época de siembra de estos tubérculos coincide con la de la papa dulce, desde octubre hasta principios de diciembre, dependiendo de la ocurrencia de las primeras lluvias.

Según el INIAA (1988), la densidad de siembra varía según la clase de semilla, el nivel de fertilidad del suelo y la variedad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cantidad de semillas, según la clase y la variedad. INIAA, 1988.

Clase de semilla/gr.	Kg/ha	Variedades
Primera 60-80	2,300-3500	Piñaza, Ocucuri
Segunda 40-60	1,700-2500	Aiki, Rucki, Q'eta
Tercera 20-40	1,000-1500	Choquepito

La fertilización de los terrenos para la siembra de las papas amargas sólo se hace con estiércol de corral, siendo la papa amarga cabeza del sistema de rotación (Cuadro 2) y se siembra generalmente en un terreno de "rompe", osea que ha estado en descanso, por lo cual la fertilización con estiércol de corral es suficiente, sin embargo, existe una alta respuesta a niveles medianos de fertilización (80-80-40).

Cuadro 2. Rotaciones de papas amargas más comunes, Puno. (Tapia, 1988).

Primero	Años				
	2	3	4	5	6
Papa amarga	cebada	descanso 2 a 3 años			Papa amarga
Papa amarga	descanso 6 a 7 años.....				
Papa amarga	tubérculos oca - olluco	cebada	descanso		

Se considera que la papa amarga requiere por lo menos de un aporque a los dos meses después de brotada, y se han encontrado respuestas favorables en la producción en la aplicación de un segundo aporque.

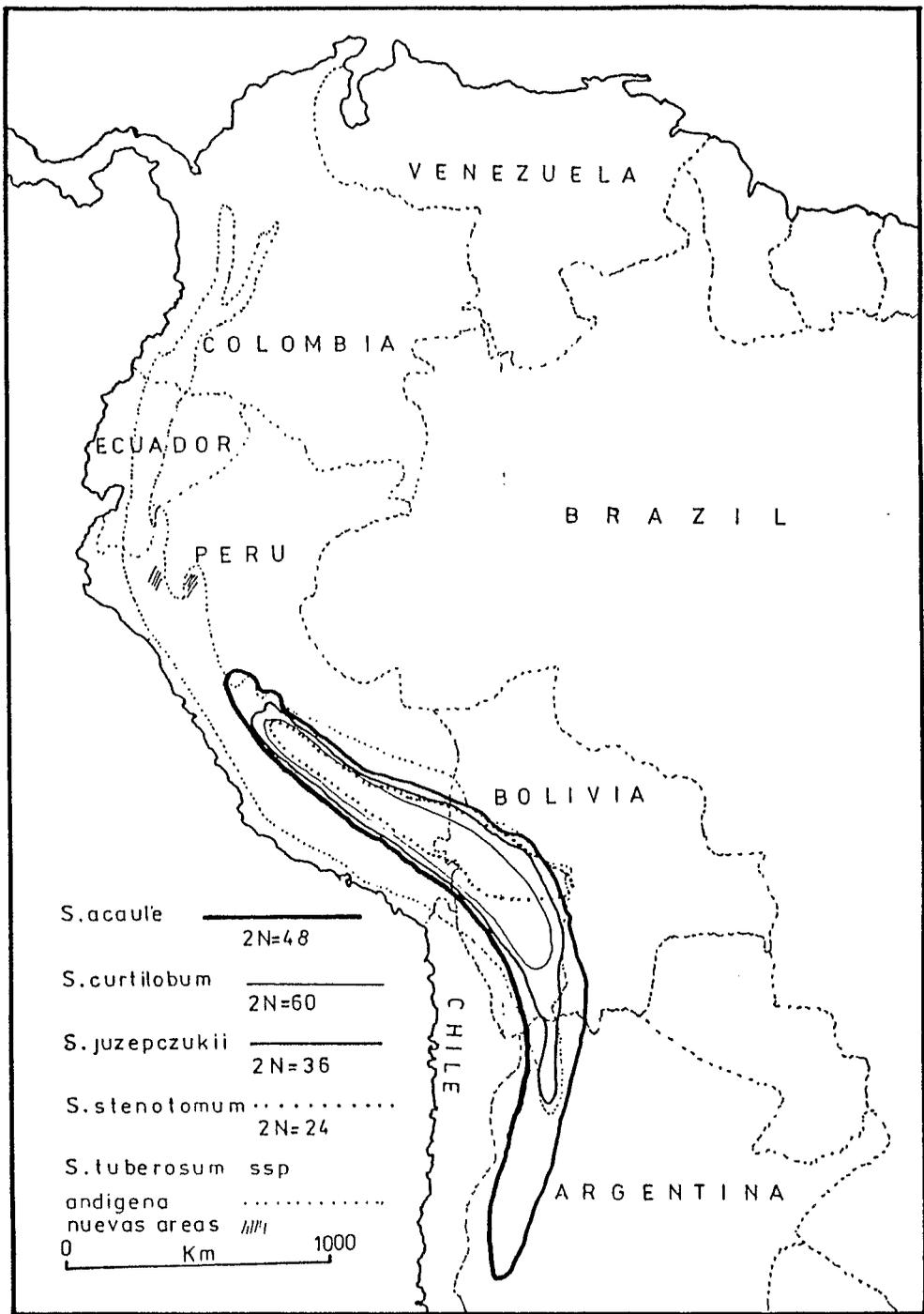


Fig. 1. Distribución de papas amargas en base a Schmedlicke (1977)

Los problemas fitosanitarios, incluyen entre las plagas los gorgojos de los Andes y el gusano de tierra, así como trips, epitríx, diabrotica, epicauta polilla, pulgones y la mosca minadora con una menor incidencia de enfermedades que en la papa dulce.

La cosecha de las papas amargas se debe efectuar cuando llegan a su madurez fisiológica los tubérculos (no se pelan cuando se frotan con la mano); se procede al escarbe. Se considera que el período de crecimiento es de 6 a 7 meses.

En la Estación Experimental de Illpa (Puno) a 3.800 m.s.n.m. se han evaluado los rendimientos durante diferentes campañas y se ha encontrado que existe una alta variación de los rendimientos, sobre todo en función de la precipitación total y su distribución, durante la campaña agrícola (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento de la papa amarga en diferentes años. Puno (INIAA, 1988).

Año	Precipitación/mm	Rendimiento TM/ha
1981-82	755 (con veranillo)	15.0
1982-83	513 (sequía Enero-Marzo)	12.5
1983-84	1160 lluvioso	33.3
1984-85	1060 lluvioso, veranillo	12.0
1985-86	1062 lluvioso, inundaciones	4.4.
1986-87	853 lluvioso	17.9

V. POST PRODUCCION

Una vez cosechadas las papas amargas, se debe proceder a su desamargado que incluye una etapa de exposición al frío nocturno y al secado con el sol, a fin de que se extraiga la humedad y con ello el contenido de glicoalcaloides. Este proceso de liofilización, se realiza con dos objetivos, uno es el de desamargado y el otro de conservación, pues la papa amarga así procesada se puede guardar por años sin ningún cambio.

El procesamiento de las papas amargas puede dar dos productos, el chuño proplamente dicho o chuño negro, y el chuño blanco o también llamado moraya (quechua), tunta (aymara). En este último proceso se incluye el lavado que se extiende por dos a tres semanas.

Las técnicas y el detalle del procesamiento han sido descritos por Mamani, (1978) y Paredes, (1978, 1991). Según estos autores, el proceso incluye diversas fases, que en el caso del chuño negro consisten básicamente en:

Congelamiento-----Descongelamiento-----Exprimido-----Secado.

Mientras que para la preparación de la tunta o moraya se incluye un proceso de

Congelamiento-----Descongelamiento-----Inmersión en agua-----Exprimido-----Secado.

Los cambios bromatológicos en estos procesos no han sido suficientemente analizados para las diferentes variedades y técnicas, así como no se conoce la modificación en la utilización de estos alimentos, sin embargo, se reconoce que tanto el chuño como la moraya o tunta son de buena aceptación y fácil digestión, sobre todo en las condiciones de altura.

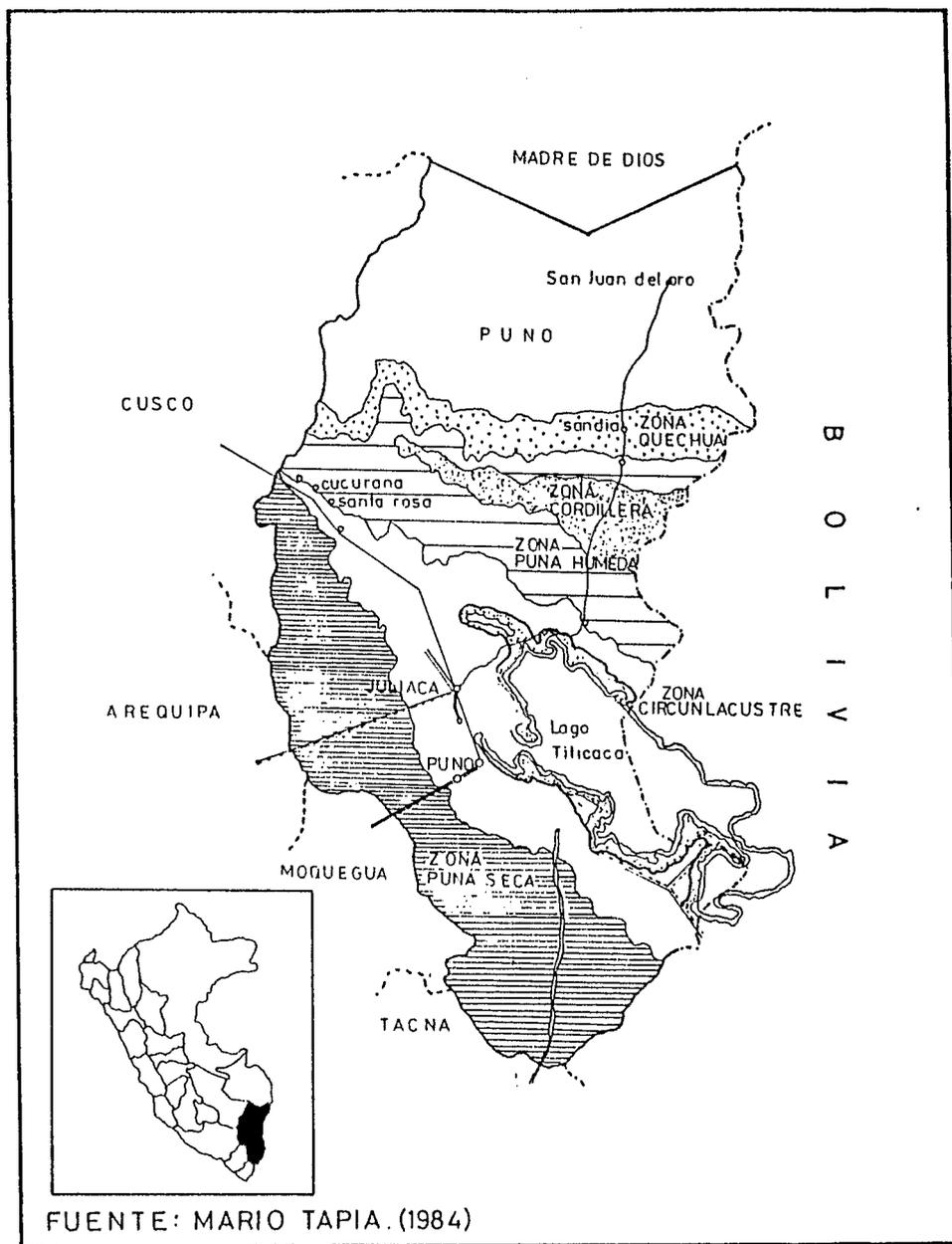


Fig. 2. Zonificación agroclimática de Puno-Perú

VI. BIBLIOGRAFIA

- BUKASOV, S.M. 1969. Hacia el conocimiento del fondo genético de la papa. Anales de Ciencias Agrícolas de la URSS. Traducción de Roberto Mendoza, U. del Cusco.
- CHRISTIANSEN, J. 1967. Las papas amargas fuente de calorías y proteínas en los andes. Anales del I Congreso de Cultivos Andinos, Ayacucho, Perú.
- CASTILLO, A. 1978. Aqshu tarpuy y Hara Talpuy, Cultivo de papa y siembra del maíz.. En: Tecnología Andina, IEP, CONCYTEC, Editor Roger Ravines, Lima Perú.
- MAMANI, M. 1978. El chuño, preparación uso almacenamiento. Tecnología Andina IEP, CONCYTEC, Editor Roger Ravines, Lima, Perú.
- ORTEGA, R. Las papas amargas en las provincias altas del Cusco. I Congreso Internacional sobre cultivos andinos, Ayacucho, Perú.
- PAREDES, S. 1986. Elaboración de chuño negro y blanco a partir de la papa amarga. var. ruckll y var. Q'eta. En: V Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, Puno, Perú.
- PAREDES, S. 1991. Dos tecnologías tradicionales de procesamiento y transformación del chuño blanco o tunta en Puno. En: VII Congreso Internacional sobre cultivos andinos, La Paz, Bolivia.
- SCHMIEDICHE, P. E. 1977. Biosystematic studies of the cultivated frost resistant potatoes species. *S. juzepczukii* Buk and *S. curtilobum* Juz et Buk. Ph D dissertation U. of Birmingham, England.
- TAPIA, M. 1988. Sistemas de producción de papa en los Andes del Sur del Perú. En: IV Seminario Sistemas de producción de papa, manejo de plagas y enfermedades. Proclandino. Editor B. Ramakrisna, Pasto, Colombia.
- TAPIA, M. 1991. Zonificación y Ecodesarrollo en la Sierra del Perú. INIAA-CIID, Proyecto PISA (en prensa).
- VARGAS, C. 1949. Las papas sud Peruanas I, Publicación de la Universidad del Cusco, Perú.

LAS PAPAS AMARGAS EN CUSCO, PERU

Ramiro ORTEGA DUEÑAS

Ing. Agr. M.Sc. Profesor UNSAAC-CICA. Programa de Papa. Perú

I. INTRODUCCION

Las provincias altas: Canchis, Canas, Espinar y Chumbivilcas, situadas por encima de los 3,500 m.s.n.m., en el departamento de Cusco, se caracterizan por factores climáticos, como las heladas, sequías y granizadas que limitan la producción agrícola.

En estas condiciones, las papas amargas (*S. juzepczukii* y *S. curtilobum*) son cultivadas considerando su alta resistencia a las bajas temperaturas y el destino de su producción para la elaboración del chuño y moraya, que a su vez constituyen excelentes alimentos.

II. CULTIVO TRADICIONAL

El caso más particular es el que se practica en la Provincia de Espinar, donde más del 90% de las áreas cultivadas corresponden a las papas amargas y se realiza bajo las siguientes características:

1. Elección del Terreno

Los terrenos destinados al cultivo de la papa amarga corresponden a los llamados "Laymes", "Muyus" o "Turnos", se caracterizan por estar sometidos a períodos largos de descanso (6 a 7 años o más) y por estar siempre ubicados en las laderas y/o partes planas, según el comportamiento de éstos en los años secos o lluviosos.

De acuerdo a estas características del terreno, el agricultor de la zona por lo general cuenta para cada campaña con una parcela en la ladera y otra en la parte plana o pampa, de tal suerte que si se pierde la cosecha en una de ellas (parte plana) por efecto de las heladas, por ejemplo, de todas formas se salva la producción en la otra (ladera); esta forma previsor de actuar que tiene el campesino, frente a las inclemencias climáticas, viene a ser sin duda un rasgo característico del poblador de los Andes Altos.

2. Estercolamiento

Designado el terreno (layme) para el cultivo de la futura campaña, unas semanas antes (febrero-marzo) de la preparación del terreno, el ganado ovino del agricultor es trasladado hasta éste, con el fin de que permanezca por un tiempo determinado, con lo que se logra incorporar alguna cantidad de materia orgánica al suelo y por tanto, mejorar su grado de fertilidad. Esta práctica de abonamiento en el lenguaje tradicional quechua, se denomina "hisp'achiscca".

3. Preparación preliminar del Terreno

Las épocas de preparación preliminar de los terrenos varían ligeramente de acuerdo con las comunidades y con el tipo de terreno a prepararse, por lo general esta labor se inicia a partir del 15 de marzo y continúa durante la primera quincena de abril.

Los aspectos que se toman en cuenta para ello son los siguientes:

- Las lluvias de verano que dejan el terreno con la humedad adecuada, facilitan el volteo de las "champas" o lonjas de tierra sobre la superficie.

- Durante el tiempo que transcurre desde la roturación (marzo-abril) hasta la preparación complementaria (setiembre-octubre), el terreno (ch'ampas) se interperiza y resquebraja por la acción de las heladas, el sol y el viento.

- En este período de tiempo, la vegetación silvestre muere, luego se descompone y pasa a formar parte de la materia orgánica del suelo.

El sistema de preparación preliminar más practicado (*Chacmay, Ch'apa o Chacmasqa*) consiste en el trabajo de dos chaquitacllas, denominadas también fierros, los que son manipulados por dos hombres llamados Chacmaakunas, quienes con la ayuda de una mujer "rapac" voltean las ch'ampas o lonjas de tierra a uno y otro lado con lo que se va formando el camellón y surco correspondiente. Este sistema de preparación preliminar se adopta por lo general cuando se prevee que el año será lluvioso y en especial cuando el terreno tiene poca capacidad de drenaje. En otras zonas este sistema toma el nombre de "Suk'a" o "Wachu".

4. Cosecha

Esta actividad agrícola, en términos de secuencia, sigue a la preparación preliminar del terreno y se inicia por lo general en mayo y continúa a través de todo junio.

El momento de la cosecha, se determina por el estado de madurez fisiológica de la planta, la que es alcanzada cuando el follaje de ésta se encuentra totalmente seca y los tubérculos no se pelan o desuellan (Lluch'icushan).

La herramienta que se utiliza se denomina "Raukhana" y la operación de la cosecha propiamente dicha se realiza del siguiente modo:

Primeramente se destapan las ch'ampas que forman el lomo del camellón, enseguida, con la herramienta antes indicada, se practica un tajo longitudinal al que se denomina "khallasqa", luego se recogen los tubérculos y ellos son arrojados a unas mantas o "jergas" o "hasp'ina" llícila", la que es llevada a los montones o "phinas", donde son seleccionados y separados primeramente para semilla y después para la elaboración de chuño y moraya. Los criterios que se toman en consideración, cuando los tubérculos son seleccionados (Mujuchasqa) para semilla son los siguientes: deben ser de tamaño mediano, sanos, con muchos ojos, sin deformaciones (Llallawi) y sin hijos (papa q'epe), puesto que éstos corresponden a tubérculos que se encuentran en proceso de degeneración y probablemente afectados por virosis.

El aspecto de pureza varietal en este caso es indiferente, puesto que se prefieren las mezclas varietales y de especies, en razón de que unas son más resistentes que otras a las heladas, de tal suerte que cuando incide este fenómeno ambiental, la cosecha no se pierde del total, por la protección mutua que se dan entre ellas en el campo de cultivo.

5. Almacenamiento y conservación de los Tubérculos Semilla

Concluida la selección de los tubérculos semilla, éstos son trasladados en costales depositados en "trojes" o almacenes tradicionales rústicos, construidos en un rincón interno de la vivienda o fuera de ella en el patio, de la manera siguiente:

- Determinado el espacio donde tendrá lugar la construcción, se colocan sobre el piso adobes o ch'ampas unidos con barro, con lo que se forma una pared de contorno rectangular; simultáneamente en el interior de ésta, se va colocando una capa de paja sobre el piso y paralelo a la pared, tratando de alcanzar una altura de más o menos 0.60 a 0.80m, en este momento se depositan los tubérculos semilla hasta alcanzar el borde superior del depósito, enseguida se colocan adobes o ch'ampas a manera de tapa y se procede a sellar con barro, con lo que la construcción en su apariencia se asemeja a una bóveda, a la que se le denomina "llut'asqa". Se almacenan los tubérculos-semilla bajo estas condiciones hasta el momento de extraerlos para su siembra, en octubre o noviembre.

Este sistema de almacenamiento se practica fundamentalmente por razones de seguridad y con el fin de mantener los tubérculos turgentes con pérdidas mínimas de peso y con brotes cortos. De otro lado, los tubérculos separados para la elaboración del chuño y moraya, son procesados utilizando las técnicas correspondientes, cuyas metodologías no se desarrollan en el presente artículo.

6. Transporte de estiércol al campo de incineración

En algunas comunidades en agosto, el estiércol o guano de oveja, es llevado al terreno barbechado y depositado en distintos puntos y en montones.

Luego, éstos son cubiertos y protegidos con ch'ampas y al cabo de un tiempo son incinerados con el fin de convertirlos en ceniza, para ser aplicados en el momento de efectuar la siembra, con lo que se consigue el control de algunas enfermedades fungosas, conocidas con los nombres de roña y verruga, muy frecuentes en las variedades de *S. curtilobum*.

7. Preparación complementaria del terreno y siembra

En el caso de algunas comunidades de la Provincia de Espinar, ambas prácticas se combinan de modo interesante y consiste en las siguientes labores:

Primera Labor ("Chukiy").

Consiste en abrir los surcos mediante un arado de palo o "Taklla o Arma", traccionado por una yunta (bueyes) en la parte removida del terreno, para lo cual el suelo debe tener una humedad adecuada, lo que se consigue sólo cuando se inician las primeras lluvias de primavera.

Segunda Labor ("T'ayay").

Consiste en el retirado de las ch'ampas hacia los costados del lomo, formado mediante el barbecho, a fin de dejar libre el espacio removido por la "taklla".

Tercera Labor ("Tarpuy").

Consiste en la colocación de los tubérculos semilla, prácticamente a chorro continuo, los que después son arreglados a un distanciamiento que varía entre 10 a 15 cm. entre tubérculos.

Cuarta Labor ("P'ampay").

Consiste en el tapado de los tubérculos con tierra sólo con las manos, de tal manera que ellos queden en el fondo de los surcos.

Quinta Labor ("Wañuy").

Consiste en colocar el abono de corral o estiércol (ovino, llamas o alpacas) a chorro continuo y sobre el surco anteriormente tapado con tierra. Algunas veces, en lugar del estiércol suelen usar la ceniza, como producto de la incineración del primero, siendo el objetivo básico como ya se dijo, el de evitar el ataque de enfermedades como la roña, la verruga, etc. En este caso, el efecto de la ceniza se debe a su propiedad alcalinante, lo que en algún grado eleva el pH del suelo y por consiguiente evita el medio ácido favorable para el desarrollo de las enfermedades indicadas.

Sexta Labor ("Atisqa").

Consiste en acercar nuevamente las ch'ampas de ambos lados sobre la superficie abonada, con lo cual la apariencia de los camellones queda casi intacta y como cuando estuvo después del barbecho.

Séptima Labor ("K'upay").

Viene a ser la última labor y consiste en desmenuzar las ch'ampas en forma manual y usando las herramientas denominadas "k'upanas o marunas". Esta labor es realizada en forma muy rápida por varios hombres comandados por un capitán llamado "Qollana".

8. Labores Culturales

El aporque se realiza por una sola vez, cuando las plantas han alcanzado aproximadamente una altura de 10 a 20 cm. La operación misma consiste en el trabajo simultáneo de 2 hombres; uno de ellos remueve la tierra correspondiente al espacio que queda entre camellones, usando la "chaquitaqlla", con la finalidad de facilitar la labor del segundo, que consiste en levantar y acercar la tierra hasta el pie de la planta, mediante la herramienta llamada "ch'ira", cuya particularidad especial es el de estar construido de madera o fierro y cambiar de posición, según el grado de desgaste que experimenta por el uso.

En algunas ocasiones también se realizan las prácticas de deshierbe, pero sólo de manera muy ligera y casi siempre en forma simultánea con el aporque.

9. Plagas y Enfermedades

De modo general, es un hecho conocido que las plagas y enfermedades casi siempre disminuyen cuanto más asciende el cultivo en altura, por tanto la presencia de éstas en términos de daño, siempre es menor comparada con el daño producido por los accidentes climáticos.

En el caso de las papas amargas en la Provincia de Espinar, la plaga más común es el Gorgojo de los Andes o "Papa Curo", que afecta mayormente a las variedades de la especie *S. curtilobum*, probablemente por su menor contenido en glicoalcaloides.

Luego, en relación a las enfermedades, las más frecuentes son la roña (*Spongospora subterranea*) y la verruga (*Synchytrium endobioticum*), que del mismo modo afectan más a las variedades de la especie mencionada.

Las medidas de control que el agricultor adopta para este fin, son incipientes por la falta de conocimiento sobre la direccionalidad de los pesticidas, así como sobre los cuidados que se debe tener en el momento de su aplicación.

Un ejemplo patético del último aspecto, es la aplicación del insecticida Folidol, utilizando un pequeño balde y un aplicador confeccionado a base de paja a manera de escoba, sin ninguna protección para la salud del operador.

10. Accidentes climáticos

Los de mayor significación son las heladas y sequías, que afectan seriamente la producción en algunos años, por no existir medidas eficaces de control.

III. LAS PAPAS AMARGAS COMO RECURSO GENETICO

Dentro del enorme contingente de variedades nativas de papa existentes en el sur del Perú y noroeste de Bolivia, el grupo de las llamadas "Papas Amargas" (*S. juzepczukii* y *S. curtilobum*) constituyen uno de los recursos genéticos más importantes con que cuenta esta región, en relación a este cultivo.

Sin embargo, este vasto material genético aún se encuentra poco estudiado y a la fecha probablemente no ha sido adecuadamente utilizado, no obstante las bondades que pueda presentar y ofrecer.

1. Variabilidad Genética

Son pocos los morfotipos que existen en la región, y no hay información utilizable al respecto, o si la hay, está dispersa y no sistematizada, pero es indudable que la mayor variación se produce en la especie *S. juzepczukii*, en la cual es posible observar notables diferencias entre los distintos clones en términos de morfología de planta, hábito de crecimiento, tamaño de planta, resistencia a heladas y sequía, compatibilidad genética, forma de tubérculos, color de tubérculos, contenido de materia seca, contenido de glicoalcaloides, cualidad para la elaboración de chuño y moraya, etc. En tanto que en la especie *S. curtilobum*, los grados de variación entre sus clones son definitivamente mucho menores si se compara con las de la especie antes mencionada.

2. El Banco de Germoplasma Ex-Situ del CICA

La formación del Banco de Germoplasma de Papa en el CICA, se inició aproximadamente en los años 70, desde entonces esta instancia ha realizado numerosas expediciones de exploración y colección de germoplasma en el departamento de Cusco, habiendo acumulado hasta el presente más de 380 accesiones de cultivares amargos pertenecientes a diferentes morfotipos, dentro de las especies correspondientes.

2.1. Exploración y Colección

El cuadro que a continuación se aprecia, muestra los períodos y número de accesiones que fueron colectados.

PROVINCIA	PERIODOS DE COLECCION Y NUMERO ACCESIONES		
	1970-81	1982	1985
Espinar	37	204	12
Chumbivilcas	13	14	7
Calca	20	-	7
Paucartambo	16	-	13
Quispicanchis	12	-	-
Paruro	1	-	12
Acomayo	1	-	6
Canas	-	-	6
Urubamba (Parte Alta)	-	-	-
Canchis	1	-	-
Anta	1	-	-
La Convención	-	-	1
Cusco	-	-	-
	102	218	64

A todo esto, se debe agregar que el CICA cuenta también con varias accesiones colectadas de modo parcial en los Departamentos de Apurímac y Puno.

2.2. Conservación

Las accesiones de papa amarga al igual que otros grupos, son conservadas en campos pertenecientes al Centro Agronómico de K'ayra, a una altura de 3.600 m.s.n.m.

2.3. Evaluación

Las evaluaciones se realizan en forma paulatina y tomando en cuenta algunos parámetros que fueron señalados al hablar de la variabilidad genética existente. Al presente, parte del germoplasma de papas amargas ha sido evaluado desde los puntos de vista siguientes:

- Morfología de la planta y el tubérculo.
- Contenido de materia seca, almidones, azúcares, etc.
- Taxonomía.

2.4. Documentación

Los Cuadros 1 y 2 que a continuación se aprecian, muestran un ejemplo de los resultados de una evaluación fitoquímica practicada en parte del material de papas amargas que posee el CICA en sus colecciones de la serie CPC.

1. Evaluación Fitoquímica en cultivares amargos de papa *S. juzepczukii* Buk

CLAVE	NOMBRE VULGAR	GRAVEDAD ESPECIFICA	MATERIA SECA	PORCENTAJE HUMEDAD	CONTENIDO ALMIDON	PORCENT. B.S.	PORCENT. B.H.
345	Maiq'o pecho	1.090	26.471	73.529	15.000	59.400	15.723
349	Yurac K'anchillo	1.100	31.311	68.689	13.400	65.820	20.608
353	Huatacachi	1.090	27.595	72.405	13.500	65.333	18.028
369	Rucki cuchi ch'unchull	1.100	31.147	68.853	13.300	66.315	20.655
370-	Azul K'anchillo	1.150	37.132	62.868	13.500	65.999	24.506
384	Ramppu	1.120	32.224	67.776	20.530	58.715	18.245
416	Yurac Ccapo	1.110	28.966	71.034	14.900	59.798	17.321
424	Yurac K'anchillo	1.140	33.940	66.060	15.800	55.025	20.210
478	Slimppa ccapo	1.097	29.293	70.707	11.200	48.661	14.254
488	Kaype	1.118	29.264	70.736	10.750	50.698	14.836
783	Azul K'anchall	1.123	32.663	67.337	11.800	48.729	15.918
810	Azul K'anchillo	1.123	32.727	67.279	10.000	57.500	18.818
811	Azul Quetomallqo	1.112	28.395	71.605	11.950	48.117	13.663
812	Yurac Maiq'o	1.097	26.102	73.896	11.000	52.273	13.644
837	Huatachi	1.103	24.943	75.057	11.750	48.936	12.206
839	Mallcu	1.107	29.039	70.961	11.800	48.729	14.150
841	K'anchillo	1.117	31.120	68.880	10.750	53.488	16.645
843	Azul K'anchillo	1.113	26.111	73.889	11.050	52.036	13.587
844	Yurac K'anchillo	1.113	29.018	70.982	10.150	56.650	16.440
862	Ccatpe	1.105	27.404	72.596	11.100	51.802	14.196
863	K'anchillo	1.125	32.663	67.337	9.550	60.209	19.666
990	Yunca K'anchillo	1.115	29.389	70.611	9.700	54.896	16.131
993	Ccaypl papa	1.120	29.776	70.224	8.850	60.109	17.915
997	Yurac ramppu	1.115	25.966	74.034	10.150	52.463	13.622
998	Yurac K'anchall	1.125	31.660	68.340	9.650	55.081	17.470
	x =	1.113	29.772	70.227	12.045		
	s =	0.0142	2.907	2.907	2.557		
	C.V.=	1.27%	9.76	4.14%	21.23%		

2.5. Utilización

Debido a que las accesiones de papas amargas fueron parcialmente evaluadas y caracterizadas, se ha tratado de utilizar sólo algunos clones de *S. curtilobum* en programas de cruzamiento de ssp. *andigena*, con el fin de obtener resistencia a las heladas. Las progenies de dichos cruzamientos están siendo actualmente evaluadas bajo condiciones de campo en las provincias altas del Departamento de Cusco, conjuntamente con otros híbridos provenientes de cruzamientos interespecíficos entre la especie silvestre *S. acaule* y la cultivada *S. stenotomum*.

2. Evaluación fitoquímica en cultivares amargos de papa *S. curtilobum* Juz et Buk

CLAVE	NOMBRE VULGAR	GRAVEDAD ESPECIF.	MATERIA SECA	PORCENTAJE HUMEDAD	CONTENIDO ALMIDON	PORCENT. AL B.S.	PORCENT. AL B.H.
043	China Ruckd	1.120	30.558	69.442	11.900	72.605	22.187
083	Huaña	1.120	32.639	67.361	12.600	68.571	22.361
102	Mallqo	1.130	31.090	68.910	15.760	73.953	22.990
330	Angel Tauna	1.120	31.818	68.182	13.350	66.067	21.021
346	Papa Azul Huaña	1.110	28.115	71.885	14.950	58.153	16.349
381	Yurac Huaña	1.120	30.376	69.624	13.600	64.852	19.699
432	Azul Huaña	1.110	29.514	70.486	13.000	66.115	19.513
449	Huaña	1.097	25.711	74.289	10.600	51.415	13.219
490	Huaña	1.123	20.003	70.997	9.750	55.897	16.212
505	Yurac Huaña	1.112	28.571	71.429	10.450	52.153	14.901
512	Palta Huaña	1.098	25.158	74.842	10.842	49.172	19.522
579	Azul Ruckd	1.118	27.001	72.999	10.000	54.500	14.715
622	Mollowinko	1.112	27.289	72.711	9.750	54.615	14.904
627	Yurac Ruckd	1.118	27.689	72.311	9.300	57.258	16.854
676	Ruckd Azul	1.125	29.850	70.144	9.900	53.788	16.059
683	Yana Ruckd	1.108	22.315	77.685	10.150	52.463	11.707
690	Yana Ruckd	1.113	26.889	73.111	9.300	57.258	15.396
705	Yana Ruckd	1.110	21.739	78.261	10.500	50.714	11.025
769	Mallku	1.105	28.269	71.731	12.050	47.718	13.469
796	Yureac Huaña	1.115	28.875	71.125	9.950	57.789	16.687
801	Laqoquiri	1.105	26.574	73.426	9.950	57.789	15.357
803	Azul Huaña	1.120	27.272	72.728	9.300	61.829	16.862
814	Tulluhuyayqui	1.103	25.512	74.488	11.200	51.339	13.098
817	Yurac Huaña	1.115	29.211	70.789	12.000	47.917	13.997
821	Azul Huaña	1.118	26.230	73.770	12.100	47.917	12.069
861	Huaña	1.110	28.622	71.378	11.250	51.111	14.629
921	Ccayo	1.100	25.195	74.805	8.850	60.169	15.159
963	Azul Huaña	1.100	23.347	76.653	10.300	51.699	12.070
991	Azul ranppu	1.115	28.847	71.053	9.100	58.516	16.938
1033	Chunqui Huaña	1.120	27.822	72.178	9.150	58.198	16.191

IV. BIBLIOGRAFIA

- JANQUI, G. J. 1981. Estudio Preliminar de las Papas Amargas (*S. juzepczukii* Buk y *S. curtilobum* Juz et Buk) en la Colección de Papas - Cusco. Tesis Ing. Agr. Cusco, Perú.
- OCHOA, N.C. 1964. Recuentos Cromosómicos y Determinación Sistemática de Papas Nativas Cultivadas en el Sur del Perú. Anales Científicos 2 (1), 1-41. Universidad Agraria Lima, Perú.
- ORTEGA, D.R. 1989. La Papa: Alimento Andino a Preservar. En: Ecología y Recursos Naturales. Rev. Regional Sur Andina. Año XII, N^o 23, Cusco, Perú.
- , 1989. Contribución Campesina en la Conservación y Ampliación de la Variabilidad Genética en Papa - Manejo Campesino de Semilla en los Andes-. PPEA-PRACTEC. Lima, Perú.

AGROECOLOGIA DE LAS PAPAS AMARGAS EN PUNO

Alpio CANAHUA MURILLO¹, Pablo César AGUILAR²

1 Ing. Agr. M.Sc. Especialista en Desarrollo Agrícola.

Asesor Técnico del Proyecto PIWA-PELT-COTESU/IC. Puno, Perú.

2 Ing. Agr. M.Sc. Profesor Principal. FCA/UNA. Investigador Asociado del Proyecto PIWA-PELT-COTESU/IC. Puno-Perú.

I. INTRODUCCION

En el altiplano de Puno-(Perú), el cultivo de la papa amarga es estratégico, especialmente para la alimentación de la población rural y por la resistencia a condiciones de heladas y sequías. Sin embargo, de las 42.000 ha cultivadas, sólo el 30% corresponde a las papas amargas; en esta última década esta cifra tiende a disminuir, no obstante que existen extensas áreas planas para ampliar su cultivo hasta 100.000 ha.

En estudios exploratorios y puntuales realizados entre 1988 a 1991, se encontró una respuesta diferencial de las especies cultivadas de papa amarga a las variaciones climáticas y factores bióticos como plagas y enfermedades. Por otra parte, existen extensas áreas planas para ampliar su cultivo a más de 50,000 ha siempre y cuando se rescate y promueva la cultura alimentaria, desarrollado por las sociedades prehispánicas, que aún esta vigente.

En este informe se da a conocer resultados sobre el comportamiento de las papas amargas en las zonas agroecológicas del altiplano de Puno-Perú, estos son a nivel preliminar. Por otra parte, se plantean trabajos de investigación necesarios para mejorar la tecnología de su cultivo.

II. PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO

En verano y otoño de 1989, se hicieron visitas de estudio a las comunidades campesinas que cultivan papa, de las Micro Regiones de Frontera Sur (Yunguyo), Juli-Ilave, Puno, San Román, Huancané y Lampa. Los datos de las Micro Regiones de Melgar y Azángaro provienen de exploraciones hechas anterior a esta fecha.

Las comunidades fueron elegidas por muestreo, en base a la zonificación agroecológica y por la importancia del cultivo de la papa por distrito. La toma de información se hace mediante una ficha de observación y una encuesta estructurada.

En las campañas agrícolas 1989/1990 y 1990/1991 se hace pruebas comparativas de las especies de papa amarga *Solanum juzepczukii* (Ruki o Lukii), *Solanum curtilobum* (Ocucuri - Choquepito) y la variedad dulce Compis (*Solanum tuberosum*, ssp. *andigena*) en las zonas agroecológicas (ZA) circunlacustre (Coata y Puno) y Suni (Acora y Lampa), así como en las Zonas Homogéneas de Producción (ZHP) Ladera, Pie de Ladera, Pampa y Pampa con Waru Waru.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Las Papas Amargas en las Zonas Agroecológicas

Para el estudio se toma la Propuesta de Zonificación Agroclimática de Tapia, M. (1984) en Circunlacustre, Suni o Altiplano, Puna Húmeda, Puna Seca y Cordillera, que según Onern (1965) y Grace, B. (1985) las variables de mayor importancia son la precipitación y el período libre de heladas (días). Además dentro de cada ZA están las Zonas Homogéneas de Producción: Ladera, Pie de Ladera y Pampa en función a la intensidad de las heladas.

Aproximadamente el 80% del área cultivada de las papas amargas están en la ZA Suni y Puna Húmeda (Cuadro 1); y en las ZHP Pampa y Pie de Ladera en orden de importancia. Se ha encontrado pequeñas áreas en ZA Circunlacustre, mayormente de las especies Ocucuri y Choquepito.

Cuadro 1. Distribución porcentual del cultivo de las tres especies de papa amarga, por micro regiones y zonas agroecológicas de Puno-Perú

MICRO REGION	ZONA AGROECOLOGICA	PORCENTAJE DE ESPECIES		
		<i>S. juzepczukii</i>	<i>S. curtillobum</i>	<i>S. ajanhuiri</i>
		RUCHI O LUKII	OCUCURI Y CHOGUEPITO	AJANHUIRI
YUNGUYO	Suni/Circunlacustre	62	33	05
ILAVE - JULI	Suni/Circunlacustre	60	40	00
PUNO	Suni/Circunlacustre	65	29	06
HUANCANE	Suni/Circunlacustre	45	38	07
SAN ROMAN-LAMPA	Suni	74	23	03
MELGAR*	Suni/Puna Húmeda	70	30	00
AZANGARO*	Suni/Puna Húmeda	60	35	05
PROMEDIO		63	33	04

* Estimaciones en base a pocos registros

Fuente: Muestreo.

En estas zonas, el periodo libre de heladas se reduce a 100 y 120 días, pudiendo registrarse descensos de temperatura hasta -10°C (a 10 cm. del suelo) en verano, además de inundaciones y sequía por la irregular distribución de las lluvias. De manera que el éxito de los cultivos nativos e introducidos es difícil, excepto cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), quinuas de color (*Chenopodium quinoa*), y pastos cultivados.

Las especies Lukii y Ocucuri se cultivan casi en gran parte, en mezclas, y dentro de éstas existe una variabilidad de clones con distintos nombres. Según versión de los agricultores, la selectividad de tal o cual "variedad" se hace en función a la sensibilidad al frío, tipo de suelo y calidad del chuño o tunta.

2. Respuesta a Factores Climáticos y Bióticos (Plagas y Enfermedades).

Las tres especies de papa amarga, tienen respuestas significativamente diferentes a factores climáticos adversos.

En efecto, según los Cuadros 2 y 3, la productividad de cada una de éstas es diferente en Lampa y Acora. En ambos lugares se registran déficit de precipitaciones pluviales (sequía) en los meses de enero y febrero en Acora, además se presentan heladas de hasta -7°C , cuyos efectos son más notorios en Ocucuri y la variedad dulce andina, respectivamente. En Lampa en Pie de Ladera las temperaturas descienden a -3°C y en Pampa a -8°C , en consecuencia la Ocucuri mostró ser más resistente a la sequía que la Lukll; pero a heladas la Lukll mostró mejor respuesta.

La mejor respuesta de la Ocucuri en Lampa a la sequía, se puede atribuir a su mayor desarrollo radicular (Cuadro 3), pues según Orsag, V. (1989) las plantas con mayor profundidad de raíz sacan con mayor fuerza el agua del subsuelo (Horizonte Bt), ya que esta capa "contiene agua durante todo el año".

Cuadro 2. Productividad de las papas amarga y dulce en zonas homogéneas de producción de Lampa (C.C. Sutuca Urinsaya) 1990/1991 (kg/ha)

Alt. 3,860 - 3,950 m.s.n.m.

ESPECIE	ZONA HOMOGENEA DE PRODUCCION			
	Ladera Alta	Ladera Media	Pie de Ladera	Pampa con Waru Waru*
<i>S. Juzepczukll</i> (Rukll)	8,703	10,153	5,580	1,880
<i>S. curtlobum</i> (Ocucuri-Choquepito)	9,010	10,320	9,037	3,117
<i>S. andigena</i> (andina)	8,620	10,780	803	0

* Camellones reconstruidos

Conforme se aprecia en el Cuadro 3, la profundidad de la raíz de la Ocucuri, llega hasta 53 cm., datos similares se obtienen en Lampa en plena sequía (enero) y en lugares donde no se presentaron heladas como en Coata y Capachica. En lo que respecta a la Ajanhuiri, no se ha considerado en el estudio; sin embargo, los campesinos indican que es susceptible a la helada, pero tolerante a sequías y excesos de agua en el suelo, así como a la enfermedad verruga y al gorgojo de los andes.

Cuadro 3. Productividad de las papas amarga y dulce en la C.C. Caritamaya (Acora) y respuesta a la helada. 1990/1991

ESPECIE/VARIEDAD	RDTO. Kg/Ha	DAÑO DE HELADA* %	PROF. DE RAIZ cm. (cosecha)
Ruckll - Luckll	15,600	8 - 10	38
Ocucuri - Choquepito	8,300	35 - 40	53
Var. Andina (Dulce)	00	95	39

* Helada del 07 de enero de 1991 (-7°C a 10 cm. del suelo)

Las sequías en el Altiplano de Puno, tienen efectos colaterales en papa, como la proliferación y ataque de tres plagas de importancia económica: Epitrix, Trips y Minador de Tallo (*Phytolirioamyza papae*), la más susceptible y/o afectada es la Rukil o Lukil, pudiendo causar la muerte de las plantas y pérdidas de cosecha hasta en un 80%, si no se controla a tiempo. Los síntomas aparentan ser marchitamiento y muerte de la planta, por lo que muchos agricultores y técnicos evalúan como daño de helada y sequía. En evaluaciones se ha registrado que la Andina (dulce) y Ocucuri toleran las sequías por el vigor y mayor desarrollo foliar, y posiblemente por su mayor desarrollo radicular. De manera que el manejo de mezclas Ocucuri - Luckil, realizada por los agricultores, tiene una racionalidad ecológica, para contrarrestar los riesgos de sequía y heladas.

Por otra parte, en estas áreas planas, existen problemas de drenaje por inundaciones, especialmente cuando hay exceso de lluvias en enero y febrero. Las culturas pre - incas, probablemente resolvieron estos problemas con la construcción de camellones (waru o sukakollo), aspecto que está siendo demostrado con la reconstrucción de estas infraestructuras y su cultivo correspondiente. Según el inventario de áreas con restos de camellones, realizado por el Proyecto PIWA, se tiene una extensión de 102,241 Has, de manera que el área cultivada de las papas amargas, se puede ampliar y potenciar su productividad.

IV. CONCLUSIONES

El cultivo de las papas amargas en los Andes del Perú y Bolivia, es una de las alternativas potenciales para coadyuvar al desarrollo agrícola. Para lograrlo es necesario un programa de investigación, tendiente a mejorar la tecnología de su cultivo y procesamiento del producto (chuño y tunta); en base a la experiencia campesina y a la luz de los principios científicos actuales.

Uno de los condicionamientos para incrementar la producción y productividad, es el mercado, de manera que existe la necesidad de revalorar y fomentar toda una cultura alimentaria de producto procesado (chuño y tunta), tanto en la población rural como en la urbana. Las experiencias y desarrollo alcanzado por las comunidades de Ilave y Pomata en Perú son interesantes.

En el contexto agronómico, el Programa de Investigación debe estar orientado para: a) Contrarrestar los riesgos climáticos de sequía, exceso de agua, en el suelo y heladas mediante el manejo integral de suelo - agua. Los trabajos y propuestas de Rea, J. (1975); Orsag, V. (1989) y Vacher J. (1988) en Bolivia, y resultados del Proyecto PIWA en el Perú, son avances significativos para mejorar la tecnología de cultivo; b) Manejo de la variabilidad genética existente, complementada con estudios de su fisiología y mecanismos de adaptación; y c) Control integrado de plagas y enfermedades para contrarrestar las pérdidas.

Todo esto se puede lograr mediante la conjunción de esfuerzos y un trabajo interdisciplinario e interinstitucional entre Perú y Bolivia.

V. BIBLIOGRAFIA

- GRACE, B. 1985. El clima del altiplano del departamento de Puno - Perú. Ed. ACDI. Convento Perú-Canadá. INIPA/CIPA XXI. Puno, Perú. 183 p.
- FRERE, M.; RIJKS, J.G., REA, J. 1975. Estudio agroclimático de la zona andina. Proyecto Interinstitucional FAO-UNESCO-OMM en Agrometeorología. FAO, Roma. 375p.
- ONER-CORPUNO. 1965. Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del Departamento de Puno. Lima, Perú.
- ORSAG, V. 1989. Determinación de las fluctuaciones de almacenamiento de agua en un aridisol del altiplano central con ayuda de técnicas nucleares. In. Ecología en Bolivia N° 13. Mayo de 1989, 1-10. La Paz, Bolivia. 9 p.
- 1989. Efecto del manejo agrícola alternativo de un aridisol del altiplano central de Bolivia sobre el Almacenamiento de Agua en el Suelo. In. Ecología en Bolivia N° 13. Mayo de 1989. 23-32. La Paz, Bolivia. pp. 23-31.
- REA, J. 1975. Agroclimatología del altiplano andino. Curso sobre sistemas de producción ganadera en alturas. IICA. Zona Andina Puno. 11-25 de mayo de 1975 (Mimeo) 9 p.
- TAPIA, M. 1984. Caracterización de los agrosistemas andinos y alternativas para el fomento de cultivos andinos autóctonos. IV Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Pasto, Colombia.
- VACHER, J., ATTEIA, O., IMAÑA, E. La radiación neta y la evapotranspiración potencial (ETP) en el altiplano boliviano. En: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. INIAP. Quito, Ecuador. pp 523-529.

LA PAPA LUKY O AMARGA, SU CULTIVO Y SU IMPLICANCIA SOCIO-CULTURAL EN ORURO, BOLIVIA

Gonzaga AYALA FLORES
Ing. Agrónomo. Oruro, Bolivia

I. GENERALIDADES

Las comunidades del Altiplano Central de Bolivia tienen especies con características muy particulares, como son las papas amargas, generalmente conocidas como la papa "luky", que en aymara significa resistente, fuerte. Estas especies están perfectamente adaptadas a las condiciones extremas de clima. Desde tiempos inmemoriales, estas papas constituyen un recurso estratégico importante para las poblaciones andinas debido a su capacidad para tolerar temperaturas bajas y secías.

II. SISTEMAS DE CULTIVO

I. Siembra en puruma

Preparación del terreno o "collña".

La preparación del terreno consiste en ubicar terrenos vírgenes llamados "puruma", para este fin, lo primero que se realiza es el corte de leña o "thola cachiña" del área que se va a roturar. Los suelos deben dejarse en barbecho para aprovechar y conservar la humedad de las lluvias, facilitando la descomposición de restos vegetales, este trabajo se lo realiza a fines de febrero hasta marzo.

Días antes de la siembra, se efectuará el desmenuzado de los terrones o la "champaña", aprovechando las lloviznas de agosto.

Siembra.

La siembra se efectúa en los terrenos preparados, para esto se va abriendo hoyos, con la llucana, dejando caer la semilla más una porción de guano o jira. La semilla representa una mezcla, o sea un compuesto genético.

Variedades de papa "luky":

Sultuma o Cachari

- Jonco cachari
- Wila cachari

Parina

- Jonco parina
- Wila parina

Lukis

- Uwa luky
- Moroco luky
- Tela luky
- Chiri luky
- Jonko lairani luky

Variedades de papa amarga existentes antes de la sequía del 82-83 en una microregión de Oruro

- Muyllunki
- Choqueptu
- Negro manuelo luky
- Choquela
- Susi sultuma
- Jonko yari luky
- Ajawiri yari luky
- Susi parina
- Wila cachari jonco lairani

2. Labores culturales

Nivelado o "kowa imaña"

Una vez realizada la siembra, se procede al nivelado del suelo, procurando evitar dejar terrones en el cultivo.

Control de agua o "uma iparcaña".

Es una tarea mediante canales defensivos contra el escurrimiento de agua de lluvia. Se tiene conocimiento que las inundaciones de las primeras lluvias de la temporada agrícola son negativas para el cultivo. Cuando son inundadas, las plantas tienen un crecimiento defectuoso, llegando en algunos casos a dañar todo el cultivo.

Deshierbe o "koraña"

El número de deshierbes o eliminación de malas hierbas, las "koras", está de acuerdo con la frecuencia de lluvias. Consiste en eliminar las malas hierbas con una "lucana".

Cosecha o "choque junu"

La cosecha se realiza generalmente en los meses de frío; la cosecha de papa amarga es tardía, para luego llevarla a las zonas de elaboración de chuño.

Durante la cosecha, es muy familiar realizar la "watia", consistiendo en pequeños hornos de terrones, la watia se combina con "passa", cuyos yacimientos son numerosos en el Altiplano; es una tierra que forma un gel adicionando agua.

Selección o "Choque ajllña"

Una vez realizada la cosecha, se procede a la selección de la papa "luky". Durante la selección se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Selección de papa amarga para semilla.

La selección consiste en escoger solamente las papas sanas, sin presencia de verrugas y con el mayor número de ojos viables, de esta manera se garantiza la semilla buena, estas deben ser de tamaño mediano.

- Selección de papa amarga para "cathy y "callu".

La selección de papa para este fin, toma en cuenta solamente las papas grandes.

- Selección de papa amarga para chuño.

La papa para chuño se la selecciona a partir de las papas medianas y pequeñas.

Elaboración de chuño o "chuñochaña"

Una vez seleccionada la papa para chuño, se procede al tendido de la papa en el suelo preferentemente con bastante césped, en un lugar apropiado llamado "cupuna".

Almacenamiento

Una vez obtenida la papa de la chacra, luego seleccionada ésta, se recoge en costales para trasladarla y almacenarla en la "pina", que consiste en una especie de silo subterráneo.

En la Figura 1 se muestran dos formas de "pina".

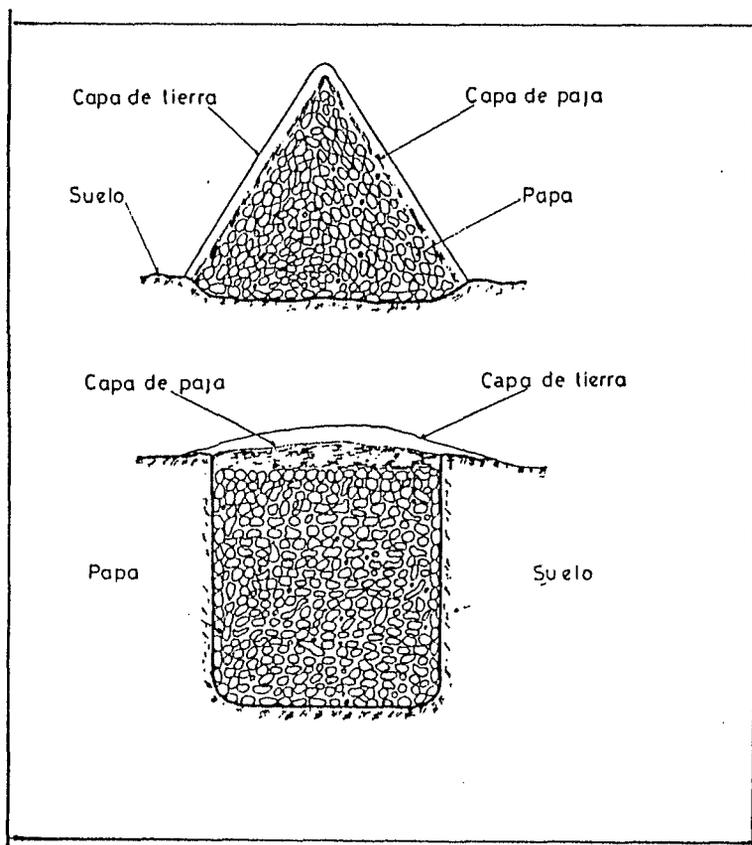


FIGURA 1: Dos formas de "Pina"

Respecto al almacenamiento de chuño, se realiza en "costales" y en otros casos en la "plura". La "plura" es una casita de adobe, paja y barro, totalmente cubierta, que sólo en su parte inferior posee un pequeño agujero. El chuño puede estar almacenado por años y sirve para el consumo de la familia y como reserva para años malos.

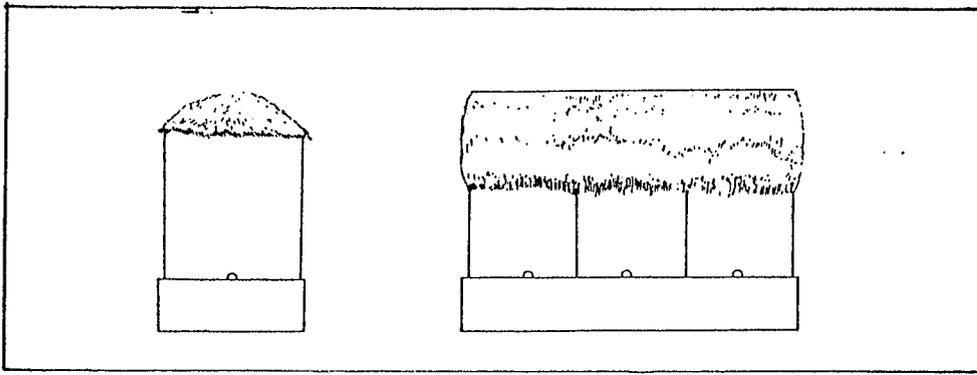


FIGURA 2: Dos formas de "Plura"

En la Figura 2 se muestran dos formas de "plura", una circular y otra rectangular.

III. TECNICAS CULINARIAS Y MEDICINALES

1. Platos típicos

Entre los platos típicos tenemos: Cachi chuño, chuño puti, chuño caldo, thimpu, condori, lagua, callu, caty, wathia. De esta manera, la papa amarga constituye el alimento básico de las familias durante el año, especialmente en épocas de escasez.

2. Uso medicinal

El uso medicinal que se da a la papa amarga es muy generalizado, así tenemos para el control de la fiebre, para anginas y para el dolor de muelas.

IV. CONCLUSIONES

1. La papa amarga, es un alimento básico del campesino andino, su cultivo está estrechamente ligado a las implicaciones socio-culturales de la comunidad.
2. La tecnología de cultivo y producción de la papa amarga sigue siendo tradicional.

Actividades del cultivo de la papa "Luki" Ciclo productivo

ACTIVIDADES		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviem	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Tola Cachina	Corte de leña								■	■			
Colliña	Barbecho								■	■			
Chanpaña	Desmenuzado		■										
Jirana Waraña	Abonado			■									
Sata	Siembra			■	■								
Kowa Imaña	Nivelado			■	■								
Uma Irapacaña	Control de agua					■	■						
Koraña	Deshierbe						■	■					
Choque Junu	Cosecha	■										■	■
Choque ajlliña	Selección	■										■	■
Chuño chaña	Elaboración chuño	■											■
Pinaña	Almacenamiento	■											■

USO CONSUNTIVO Y COMPORTAMIENTO HIDRICO DE LA PAPA AMARGA (*Solanum juzepczukii*) Y DE LA PAPA DULCE (*Solanum tuberosum ssp andigena*) EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO

J. Johnville. VACHER¹, Magalí GARCIA²

1: Ph.D Investigador ORSTOM-SENAMHI. Bolivia.

2: Ing. Agrónomo Investigadora ORSTOM-SENAMHI. Bolivia.

I. INTRODUCCION

El Altiplano boliviano está situado a casi 4000 m.s.n.m. y tiene una superficie de más de 3 millones de hectáreas. A pesar de presentar riesgos muy intensos de helada y de sequía (Vacher e Imaña, 1989), es una de las principales regiones agrícolas de Bolivia. Uno de los cultivos más importantes es la papa, tanto dulce como amarga, siendo la base de la alimentación de los campesinos. En años de sequía marcada y/o de heladas tempranas (caso muy frecuente en el Altiplano Central), la papa amarga, menos sensible a estas condiciones climáticas adversas, muestra rendimientos superiores a los de la papa dulce y tiene un papel determinante en la seguridad alimentaria de los campesinos. A pesar de su importancia en la agricultura andina, la papa amarga fue muy poco estudiada, en particular en cuanto a resistencia frente a un déficit hídrico marcado.

Varios autores (Turner y Begg, 1978; Levy, 1983; Bennet et al., 1987) han mostrado que diferencias en el comportamiento de los cultivos frente a la sequía podían estar relacionadas a diferencias entre los parámetros hídricos de la planta y el funcionamiento estomático. Ritchie y Hinckey (1975), Katerji y Allaire (1989) subrayaron la pertinencia de la medición del potencial hídrico foliar como indicador del estado hídrico de la planta. El potencial hídrico foliar medido al alba (Potencial hídrico foliar de equilibrio) está relacionado con el potencial de agua en el suelo explorado por las raíces y el potencial hídrico foliar medido al medio día (Potencial hídrico foliar mínimo) indica la fuerza de extracción del agua del suelo por la planta con el máximo de evapotranspiración potencial (ETP).

Uno de los aspectos más importantes de la reacción de la planta frente al déficit hídrico es el cierre de los estomas. El comportamiento estomático del cultivo, su respuesta al déficit hídrico y su relación con el potencial hídrico foliar informa sobre la estrategia adoptada por la planta frente a la sequía y su grado de resistencia (Bodlaender, 1986; Turner y Henson, 1989; Laffray y Louquet, 1989).

El presente trabajo tiene por objetivo analizar las diferentes respuestas de la papa amarga y de la papa dulce frente a las condiciones de sequía del Altiplano Central. El estudio se basa en un análisis comparativo de la evapotranspiración real, de la dinámica y de las interrelaciones del potencial hídrico foliar y de la resistencia estomática. Para abarcar más situaciones hídricas y entender mejor los mecanismos de los cultivos frente a la disponibilidad de agua, el estudio se realizó en condiciones de secano y de riego.

II. MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la estación experimental del IBTA (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria) en Patacamaya durante la gestión agrícola 1989-1990. Esta estación, representativa del Altiplano Central, presenta un promedio anual de precipitación de 420 mm, con un déficit hídrico promedio para la papa de 50% (Vacher e Imaña, op. cit.). La temporada agrícola estudiada presentó severas condiciones de sequía, las precipitaciones de diciembre a marzo fueron de 182.3 mm, o sea 60% de la media.

El suelo se compone de un horizonte A franco arenoso de 30 cm, de un horizonte B franco arcilloso muy pedregoso y de un horizonte Bt muy arcilloso (70% de arcilla) que se constituye en época húmeda en una capa impermeable al agua (García, 1991).

Se instalaron 4 parcelas de 150 m² cada una, correspondientes a los experimentos siguientes:

- papa dulce var. Sanl Imilla en secano (PDS)
- papa amarga var. Luki en secano (PAS)
- papa dulce var. Sanl Imilla con riego (PDR)
- papa amarga var. Luki con riego (PDR)

La siembra se realizó el 15 de diciembre con una densidad de 3,2 tubérculos por m lineal y una distancia entre surcos de 80 cm. Se puso un aporte de abono orgánico (6T/ha) y de abono químico (80-80-0). Las parcelas de riego recibieron un aporte de agua cada 10 días según las precipitaciones y la ETP.

La evapotranspiración real (ETR) se determinó en base a la fórmula del balance hídrico.

$$ETR = P + R - \Delta S \pm D \quad \text{donde:}$$

P = Precipitación medida con un pluviómetro ubicado cerca del experimento.

R = Riego medido en cada parcela.

ΔS = Variación del stock de agua en el suelo medido con una sonda a neutrones.

D = Drenaje o ascensión capilar medido con tensiómetros y datos de conductividad hidráulica.

Los potenciales hídricos foliares se midieron al alba y al mediodía con una cámara a presión tipo Scholander. Las mediciones de resistencia estomática se hicieron con un porómetro a difusión (Delta - T - Devices). Al final del experimento se midió el rendimiento en tubérculos y la profundidad radicular.

III. RESULTADOS

Balance Hídrico

En condiciones de secano, se nota una diferencia marcada entre la ETR de la papa amarga (PA) y de la papa dulce (PD) (Cuadro 1). Los valores más altos obtenidos por la PA corresponden a un uso mayor del agua almacenada en el suelo (ΔS de 70 mm para la PA y de 48 mm para la PD), en particular al final del ciclo del cultivo por una extracción hídrica más profunda y más intensa (Fig. 1 y 2). La mejor alimentación hídrica de la PA se traduce nítidamente sobre el rendimiento (8,5 t/ha para la PA y 5,5 t/ha para la PD). La sensibilidad de la PD a la sequía fue subrayada por varios autores (Beukena y Van Der Zaag, 1978; Jefferies y Mac Kerron, 1987; Parker et al., 1989).

En condiciones de riego, las ETR, muy superiores a las condiciones de secano, son similares para las variedades de PA y PD. Sin embargo, los rendimientos en tubérculos son muy diferentes, 24 t/ha para la PD y 15 t/ha para la PA. En buenas condiciones hídricas, la eficiencia del uso del agua es mayor para la PD que para la PA.

Cuadro 1. Balance hídrico y rendimientos para la papa dulce y la papa amarga en condiciones de riego y de secano (25 de enero al 11 de abril)

Tratamiento	P + R mm	ETRt mm	ETR mm/día	ΔS mm	Rdt t/ha
PDR	182.6	216.4	3.01	-33.8	24
PAR	183.6	219.2	3.04	-36.6	15
PDS	92.6	140.4	1.85	-47.8	5.5
PAS	92.6	162.3	2.15	-69.7	8.5

Fig. 1: Variación acumulada de ΔS

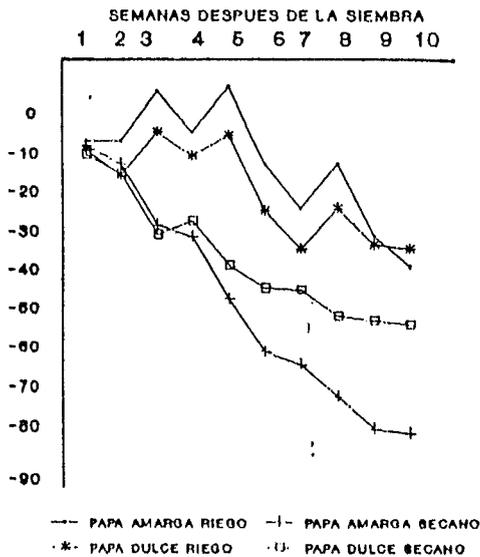
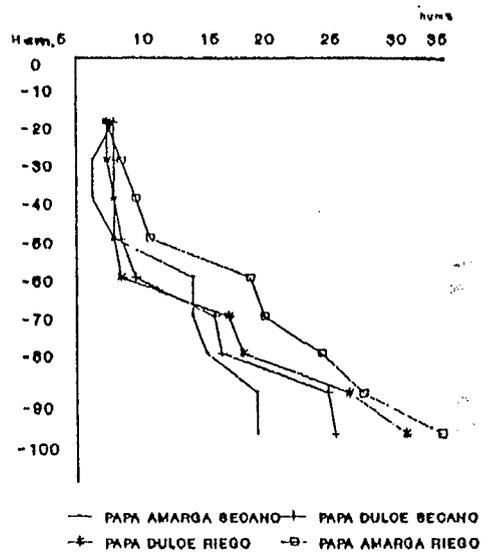


Fig. 2: Límites inferiores de los perfiles hídricos



Potencial Hídrico Foliar

Se ha mencionado previamente la importancia del potencial hídrico foliar como indicador del estado hídrico de la planta. Recordemos que el potencial hídrico foliar de equilibrio (PF eq.) medido al alba, corresponde al potencial hídrico medio del suelo explorado por las raíces y que el potencial hídrico foliar medido al mediodía o potencial hídrico foliar mínimo (PF min) corresponde a la fuerza de extracción del agua del suelo por la planta con el máximo de ETP.

Los potenciales hídricos foliares de equilibrio (PF eq.) muestran, en condiciones de secano, una disminución regular hasta alcanzar -10 bares, valores que traducen el fuerte déficit hídrico en el suelo (Fig. 3). Se puede notar, al final del ciclo del cultivo, una diferencia entre los dos cultivos, que correspondería a una mejor exploración del suelo sistema radicular de la PA, lo que confirma los resultados obtenidos en un trabajo anterior (Vacher et al., 1991). En condiciones de riego, el PF eq. presenta muy pocas variaciones durante el ciclo, debido a un estado hídrico del suelo estable. El comportamiento es similar en los dos cultivos.

El potencial hídrico foliar mínimo (PF mín.) muestra, en condiciones de secano para los dos cultivos, una disminución importante (Fig. 4). El PF mín. de la PA disminuye regularmente durante todo el ciclo para alcanzar valores menores a -16 bares. El PF mín. de la PD sigue una misma evolución durante la primera mitad del experimento, después, con la agudización de la sequía, el PF mín. alcanza un valor límite alrededor de -12 bares. Este valor tope que correspondería a la fuerza máxima de extracción del agua del suelo por la PD, está de acuerdo con los resultados obtenidos por otro estudio sobre *Solanum tuberosum* (Coleman, 1986; Klar, 1986; Vos y Groenwold, 1986; Ibrahim y Miller, 1989).

En condiciones de riego, el PF mín. de la PD varía de -6 bares a -8 bares. Para la PA, el PF mín. es menor y alcanza valores de -10 bares. Se nota en estos dos cultivos una ligera tendencia al aumento del PF mín. con la edad del cultivo, característica encontrada en otros cultivos, como la quinua (García, op. cit.).

Si analizamos conjuntamente las evoluciones del PF mín. y del PF eq. para los dos cultivos con el aumento del déficit hídrico (Fig. 5), se puede diferenciar, según la clasificación de Ritchie y Hinckley (1975), dos tipos de estrategias. En la PD, con la intensificación de la sequía, el PF mín. y el PF eq. tienden a igualarse. La planta controla el consumo de agua, este tipo de estrategia es de tipo regulador. La PA, con el aumento del déficit hídrico del suelo que se refleja en los valores del PF eq., aumenta el PF mín., los dos PF tienen tendencias paralelas. Esta estrategia es de tipo conformista y se basa en un aumento por parte de la planta, de extracción del agua del suelo.

Fig. 3: Evolución del potencial hídrico foliar de equilibrio (Pf eq.)

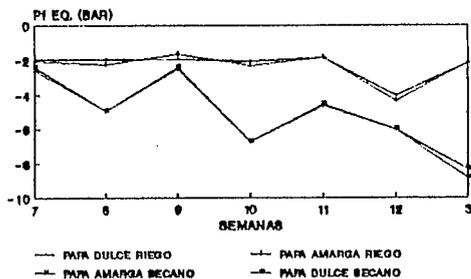


Fig. 4: Evolución del potencial hídrico foliar mínimo (Pf Mln.)

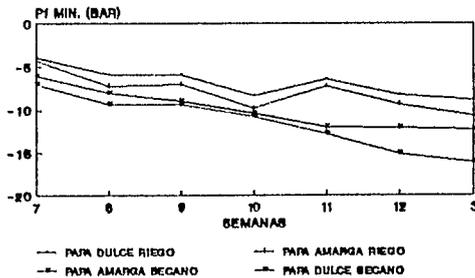


Fig. 5: Relación entre Pf min. y Pf eq. Tratamientos a secano

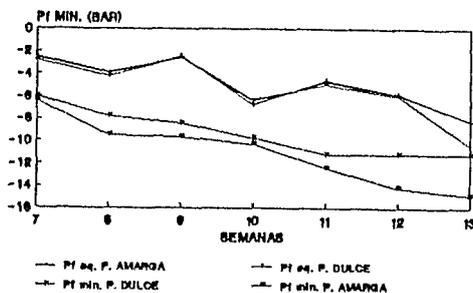
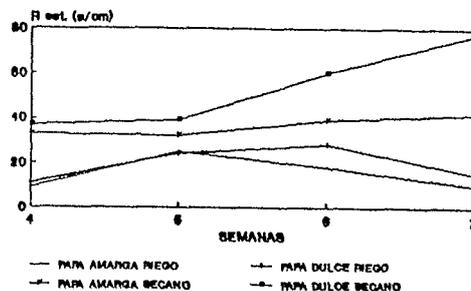


Fig. 6: Evolución de la resistencia estomática



Resistencia Estomática

La regulación del estado hídrico de la planta depende, en gran parte, de su control estomático. En condiciones de sequía, la planta reduce los intercambios hídricos entre el cultivo y la atmósfera con el cierre de sus estomas. Durante la medición, se observó una heterogeneidad elevada de la resistencia estomática en las hojas de una misma planta, esta particularidad fué ya mencionada en otras investigaciones sobre papa (Katerji, 1989).

La Figura 6 representa las evoluciones de la resistencia estomática de la PA y de la PD en condiciones de riego y de secano en el último mes del cultivo, con una fuerte sequía. Se puede notar en secano, una diferencia marcada de comportamiento estomático entre la PA y la PD. La PD, tiene una respuesta estomática a la sequía más intensa que la PA. A partir de un PF min. del orden de -12 bares, la resistencia estomática de la PD se eleva hasta llegar a un cierre total de los estomas. La PA, muestra también una respuesta estomática a las condiciones de sequía, pero mucho más reducido. En las dos últimas semanas del experimento, la PA tenía al mediodía dos veces más estomas abiertos que la PD, cuando su PF min. alcanza valores superiores a -15 bares. En condiciones de riego, ambos cultivos tuvieron similar comportamiento. Se observó en todos los experimentos un aumento de la resistencia estomática durante el día, con un máximo alrededor del mediodía. No se pudo notar una relación nítida entre la resistencia estomática y el déficit de vapor de agua del aire, pero sí al potencial hídrico foliar.

IV. DISCUSION Y CONCLUSION

Los resultados obtenidos demostraron comportamientos diferentes de la papa amarga var. Luki y de la papa dulce var. Sani Imilla en condiciones de secano y de riego. En un contexto de sequía muy marcada, la papa amarga muestra un mejor comportamiento que la papa dulce. Las ETR y el rendimiento son superiores para la PA. Esta mejor adaptación a la sequía proviene

por un lado, de una capacidad mayor de uso del agua del suelo, debido a un sistema radicular más desarrollado y de una fuerza de extracción del agua del suelo más importante, y por otro lado, de una respuesta estomática más moderada. Bishop (1978), Miller y Martin (1986) subrayaron ya la importancia del desarrollo de las raíces de la papa en la sensibilidad a la sequía. La sensibilidad de los estomas al déficit hídrico es mayor en la PD, y el cierre es casi total a partir de un PF mín. de -12 bares. La PA muestra todavía una importante apertura estomática con un PF mín menor a -15 bares.

Las características de una tolerancia a la sequía en el Altiplano por una mayor extracción del agua en el suelo y una menor sensibilidad estomática, fueron ya encontradas en otro cultivo andino como la Quinoa (*Chenopodium quinoa*) (García y Vacher, 1991). Si para una sequía breve, un cierre estomático rápido puede ser una solución eficaz, es muy probable que una fuerte tolerancia con poca sensibilidad estomática a la sequía, sea más favorable a la planta cuando las sequías son prolongadas como en el Altiplano Central de Bolivia. Si queda un poco de agua en el suelo, parece más ventajoso, con una fuerte extracción por parte de las raíces, conservar los estomas parcialmente abiertos. Este tipo de estrategia como la de la papa amarga, más tolerante a la sequía que la PD, parece más adaptada a las condiciones climáticas del Altiplano Central y corresponde a estrategias de cultivos y plantas de zonas semiáridas (Jackson, 1989; Laffray y Louquet, 1989). En condiciones de riego con una misma ETR, la papa amarga tiene rendimientos muy inferiores a los de la papa dulce.

La mejor tolerancia a la sequía de la papa amarga, se traduce como buenas condiciones hídricas a una menor eficiencia del uso del agua del suelo. Resultados similares fueron encontrados por Bodlaender, (1986) con variedades de *Solanum tuberosum*. No se observó en condiciones de riego, diferencias marcadas en las relaciones hídricas y la resistencia estomática de la papa amarga y de la papa dulce.

Este cultivo de primera importancia para el campesino, presenta fuerte tolerancia a la sequía y asegura así la cosecha. La variedad de papa amarga estudiada: *Solanum Juzepzukii* var. Luki, muestra una buena adaptación a las condiciones hídricas del Altiplano Central, además de tener una muy buena resistencia a las heladas. Las investigaciones en relación a este cultivo andino, se continuaron con estudios sobre fotosíntesis y velocidad de recuperación después de un stress hídrico.

V. BIBLIOGRAFIA

- BENNET J.M., SINCLAIR T.R., MUCHOW R.C. y COSTELLO S.R. 1987. Dependence of stomatal conductance on leaf. *Crop Science*. 27, 5: 984-987p.
- BEWKEMA y VAN DER ZAAG. 1979. Potato improvement. Some factors and facts. International Agricultural Centre, Wageningen, The Netherlands. 120 p.
- BISHOP J.C. y GRIMES D.W. 1978. Precision tillage effects on potato root and tuber production. *Am Potato J.* 55: 65-71.
- BODLAENDER K.B.A. 1986. Effects of drought on water use, photosynthesis and transpiration of potatoes 1. Drought resistance and water use. In Potato research of tomorrow. Wageninge, The Netherlands. 36-43.
- BODLANDER K.B.A., VAN DER WAART M. y MARINUS J. 1986. Effects of drought on water use, photosynthesis and transpiration of potatoes 2. Drought, photosynthesis and transpiration. In Potato research of tomorrow. Wageningen, The Netherlands. 44-54.

- COLEMAN W.K. 1986. Water relations of the potato (*Solanum tuberosum*) cultivars Raritan and Shepody. *Am. Potato J.* 63: 273-276.
- GARCIA M. y VACHER J.J. 1991. Comportamiento hídrico de dos variedades de quinua frente a la sequía. In Actas del 7° Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. En Imprenta.
- GARCIA M. 1991. Análisis del comportamiento hídrico de dos variedades de quinua frente a la sequía. Tesis de grado. UMSA. La Paz. 126 p.
- IBRAHIM B.A. y MILLER D.E. 1989. Effect of subsolling on yield and quality of corn and potato at two irrigation frequencies. *soil Sc. Soc. Am J.* 53: 247-251.
- JEFFERIES R.A. 1989. Water stress and leaf growth in field grown crops of potato (*Solanum tuberosum*). *J. of Exp. Botany.* 221: 1375-1381.
- JEFFERIES R.A. y MACKERRON D.K.L. 1987. Aspects of the physiological basis of cultivars differences in yield of potato under droughted and irrigated conditions. *Potato Research.* 30: 201-217.
- KATERJI N. 1989. Exploration et analyse de l'hétérogénéité spatiale au champ de deux indicateurs de l'état hydrique de la plante: La résistance stomatique et le potentiel hydrique foliaire. In L'expérimentation agricole et l'alimentation en eau des plantes. ITCF. 77-90.
- KATERJI N. y HALLAIRE M 1984. Les grandeurs de référence utilisables dans l'étude de l'alimentation en eau des cultures. *Agronomie.* 4: 999-1008.
- LAFFRAY D. y LOUGUET Ph. 1989. L'appareil stomatique et la résistance la sécheresse. *Rev. Res. Amélior. Prod. Agr. Milieu aride.* 1: 31- 46.
- MILLER D.E. y MARTIN M.W. 1987. The effect of irrigation regime and subsolling on yield and quality of three potato cultivars. *Am. Potato. J.* 64: 17-25.
- PARKER C.J., CARR M.K.V., JARVIS N.J., EVANS M.T.B. y LEE V.H. 1989. Effects of subsoil loosening and irrigation uptake of potatoes (*Solanum tuberosum*). *Soil Tillage Res.* 13: 267-285.
- RITCHIE G.A. y HINCKLEY T.M. 1975. The pressure chamber as an instrument for ecological research. 9: 165-254.
- TURNER N.C. y BEGG J.E. 1978. Responses of pasture plants to water deficits. In Plant Relations in pastures. 50-66. CSIRO. Melbourne. 50-66.
- TURNER N.C. y HENSON I.E. 1989. Comparative water relations and gas exchange of wheat and lupins in the field. In Structural and functional responses to environmental stresses. 293-304.
- VACHER J. e IMAÑA E. 1989; Los riesgos de sequía y de heladas en el Altiplano Boliviano. Informe ORSTOM-SENAMHI. 30 p.
- VACHER J., FELLMAN Th. y MENDEZ A. 1991. Estudio comparativo de la ETR de la papa amarga y de la papa dulce según dos profundidades de labranza. In: Actas del VII Congreso Internacional Sobre Cultivos Andinos. En Imprenta.

- VAN LOON C.D. 1986. Drought, a major constraint in potato production and possibilities for screening for drought resistance. In Potato research of tomorrow. Wageningen. The Netherlands. 5-16.
- VOS J. 1986. Research on water relations and stomatal conductance in potatoes. In Potato research of tomorrow. Wageningen, The Netherlands. 29-35.
- VOS J. y GROENWOLD J. 1988. Characteristics of photosynthesis and conductance of potato canopies and the effects of cultivars and transient drought. *Field Crop Research*. 20: 237-250.

ANATOMIA DE LA EPIDERMIS DE LA PAPA AMARGA Y OTROS CULTIVOS ANDINOS EN RELACION CON LA TRANSPIRACION

Jacques DIZES
Ing. Agrónomo. ORSTOM-Bolivia

La evapotranspiración real (ETR) depende de la evapotranspiración potencial (función de las condiciones físicas ambientales), de la capacidad de retención del suelo pero también de la cobertura vegetal.

La transpiración se efectúa por dos vías, la vaporización del agua por la cutícula, fenómeno pasivo muy relacionado a las condiciones externas, es decir la ETP, y que no pasa de 10% de la transpiración total, y la vaporización del agua a través de los estomas, regulable por la planta bajo el efecto de factores externos (estado hídrico del suelo, tensión de vapor de agua al nivel de la hoja, contenido en CO₂ a nivel de los estomas, temperatura, luz) e internos, propios de la planta (superficie foliar, naturaleza y disposición de los tejidos periféricos, densidad y posición de los estomas, movimiento y posición de las hojas).

El estudio de la epidermis puede entonces proporcionar a los agrometeorólogos informaciones sobre la estrategia de las plantas para resolver los problemas planteados por su interacción con el medio ambiente, y especialmente los periodos de sequía. Las fotos obtenidas por microscopio electrónico de barrido, presentadas más adelante, aportan a este fin una excelente comprensión de las formas y del relieve.

La papa, dulce o amarga, no obstante ser originaria del Altiplano andino, muestra síntomas de stress hídrico (enrollamiento) cuando otras plantas de la misma región (Quinoa, Cañihua) presentan un sistema foliar en perfecto estado de turgencia.

Es interesante comparar los factores propios de la planta, en relación con la transpiración de cultivos cuya estrategia frente a la sequía es diferente, como la papa (dulce o amarga), y la quinoa o el lupino.

- La superficie foliar. No poseemos datos cifrados, pero es bastante más grande con respecto al peso seco por planta en la papa (y en particular en la Sani Imilla) que en la quinoa, ésta última posee la facultad notable de rehacer rápidamente hojas después de un stress hídrico importante. Estas plantas se repliegan en caso de sequía, reduciendo la superficie foliar y por lo tanto la transpiración, pero la quinoa tiene un punto de marchitamiento bastante más bajo que la papa amarga y sobre todo más que el de la papa dulce.

- La naturaleza y la disposición de los tejidos periféricos:

El limbo de la papa está cubierto de una cutícula relativamente espesa, presenta nervaduras muy en relieve y está recubierto de pelos relativamente importantes (fotos 1 a 4), en número y en tamaño a menudo impregnados de bolas de cera. La hoja de quinoa es lisa, la epidermis está también impregnada de una capa de cutícula tanto más espesa, que la hoja envejece; las hojas tiernas están recubiertas por una infinidad de vesículas turgentes pudiendo recubrir 80% de la superficie (foto 8), que representa el mismo papel indirecto en la economía del agua que los pelos de las papas (contención del déficit de vapor de agua a un nivel menor) e intervienen por otra parte en el nivel del ajustamiento de las concentraciones salinas, de la turgencia de la hoja y de la abertura estomática.

- La densidad y la posición de los estomas

En las condiciones en que han sido criadas las plantas que han servido a las medidas, el tamaño del complejo estomático, en micrones, es de $\pm 29 \times 18$ en la papa amarga, $\pm 29 \times 25$ en la papa dulce, es decir más o menos equivalente a la de la quinua (30×20) y más importante que la del lupino ($\pm 19 \times 9$). El index estomático (Número de estomas/Número total de células $\times 100$) es más interesante que la densidad por cm^2 , ya que independiente de las condiciones externas, es desgraciadamente difícil de evaluar en la papa, ya que la presencia de pelos no permite hacer huellas de hoja. Dicho index es aproximadamente 28 en la Sanl imilla y en la Luky, contra 18 ± 3 en la quinua (las cifras que conciernen a la papa son sólo indicaciones); habría entonces más células epidérmicas por estoma en la papa que en la quinua, pero la relación de tamaño entre estas dos clases de células, que varía entre 5 y 7,5 en la quinua, es de 1 a 2 en la papa (e intermediaría entre estas dos cifras en el Lupino). Los estomas, muy protuberantes en la papa dulce (foto 3), son un poco menos en la papa amarga (foto 4 y 5) y por el contrario, bien protegidos en el lupino (foto 7) y completamente hundidos en las células epidérmicas y las vesículas en la quinua (foto 8). Este fenómeno de protección, disminuye también las pérdidas en agua bajando el déficit de presión de vapor de agua de la capa límite al cual los estomas son muy sensibles.

- Los movimientos y la disposición de las hojas.

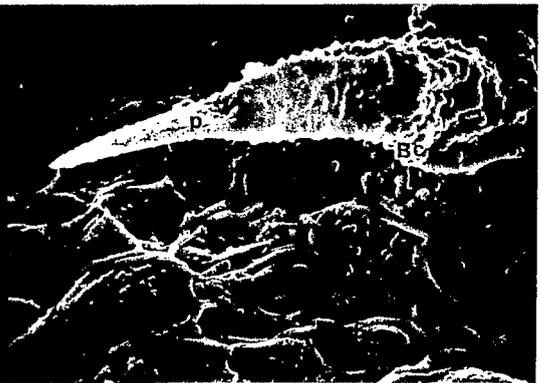
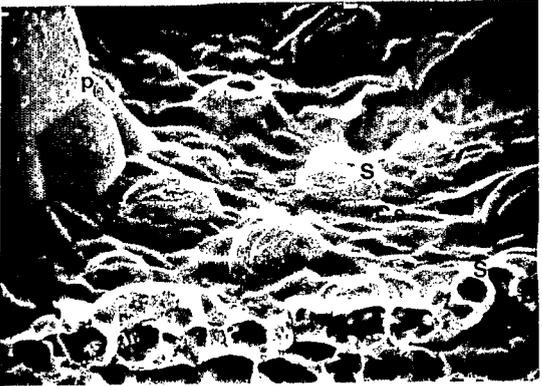
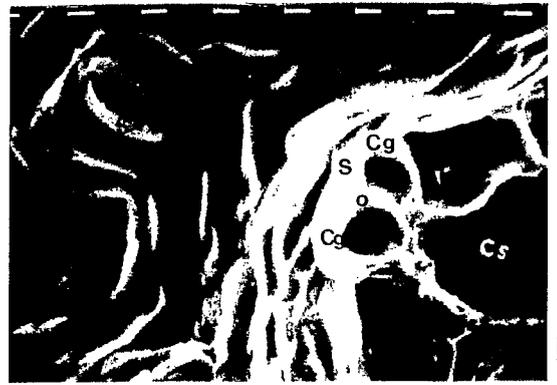
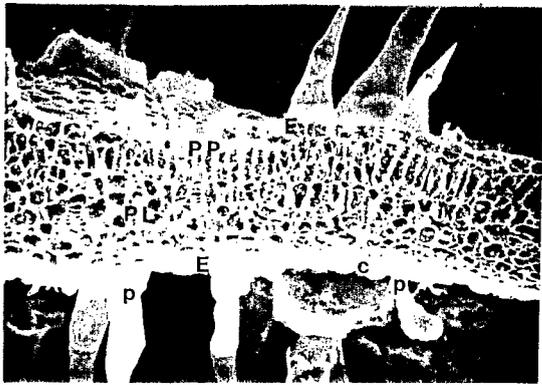
En la planta aislada, y más aún en las condiciones de cultivo, la resistencia externa a los movimientos de los gases está en relación con la superficie foliar (LAI), la exposición y la disposición de los pisos foliares y de las hojas, la densidad etc..., e interfiere en la resistencia estomática.

Nos damos cuenta, comparando estas tres plantas, papa dulce papa amarga, quinua y más aun si se agrega el lupino (tarwi), que el comportamiento después de un stress hídrico (cierre de los estomas cada vez más precoz - en el orden papa dulce - 10 bars, papa amarga - 16 bars, lupino - 20 bars, quinua - 40 bars) está muy ligado al index estomático y en correlación estrecha con el tamaño relativo de los estomas y su protección por las células adyacentes. Así, los criterios de selección para el mejoramiento de la resistencia a la sequía deben también tomar en cuenta los aspectos morfológicos relacionados a los mecanismos fisiológicos de adaptación.

Las observaciones en el microscopio electrónico de barrido, fueron efectuadas en los laboratorios del Servicio de Radio Agronomía del Centro de Estudios Nucleares de Cadarache-Francia, con la ayuda de los señores Jean François BOIS (ORSTOM)*, Philippe COUCHAT y Gérard LASCEVE (CEA)**.

* Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération.

** Commissariat à l'Énergie Atomique.



LEYENDA Y ESCALA DE LAS FOTOS

1. Papa Sani imilla. Corte transversal del limbo. Se puede percibir el parenquima palisádico típico de las plantas en C3. x 200.
2. Papa luki. Corte transversal del limbo al nivel de la nervadura x 200.
3. Papa Sani imilla. corte transversal y cara inferior de la hoja. Base de un pelo a la derecha y estomas. x 1300.
4. Papa Luki. Cara inferior del limbo. El pelo y las células epidérmicas están cubiertas de bolas de cera. x 750.
5. Papa Luki. Corte de estoma. x 1500.
6. Papa Luki. Cara superior del limbo. Estomas abiertos a la luz. x 2000.
7. Lupino. Cara inferior del limbo. Estomas abiertos y células epidérmicas. x 1500.
8. Quinoa. Cara inferior del limbo. Estoma y vesícula. x 1500.

Bc, bola de cera; c, cutícula; Ce, célula epidérmica; Cg, célula de cierre o guarda; Cs, celda subestomática; E, epidermis, Hv, haces liberoleñosos; o, ostiolo; p, pelo; PP, parenquima clorofillano en empalizada; PL, parenquima clorofillano lagunoso; S, estoma; V, vesícula.

PRINCIPIOS DE RESISTENCIA A LA SEQUIA DE LAS PAPAS AMARGAS

Angel Mujica Sánchez

Ph.D Director Nacional de Cultivos Andinos. INIAA. Puno - Perú.

I. INTRODUCCION

La demanda de alimentos para la población creciente, aumenta con mayor presión la necesidad de producir en áreas marginales, en las cuales la sequía es el factor adverso que más afecta a la producción; por ello su estudio y efectos en los cultivos andinos, se hace prioritario en dichas áreas, tomando real importancia, la identificación y evaluación de genotipos con resistencia a dicho factor limitante de la producción. A pesar de ello no está aún muy clara ni uniforme la metodología que permita evaluar dicha resistencia en nuestros países andinos.

II. DEFINICION

Al conceptualizar que la resistencia a la sequía de un genotipo debe reflejarse como la energía acumulada en contra del factor adverso, sin embargo existen muchas definiciones de sequía desde diferentes puntos de vista, entre ellos: meteorológico, climático, agronómico, etcétera, siendo este último definido como la habilidad de una planta que además de sobrevivir y completar su ciclo, es capaz de producir razonablemente en áreas sujetas a déficit de humedad periódico.

Al partir del hecho de que la medida de la resistencia a la sequía viene a ser la energía acumulada en contra del factor sequía, podemos utilizar el rendimiento como un buen estimador de dicha energía, aunque con ciertas limitaciones pero en cambio de interés antropocéntrico.

Para evaluar la resistencia a sequía es necesario comparar al menos dos genotipos (G1 y G2) y conociendo que las responsables de la resistencia a sequía corresponden a efectos genéticos, los cuales se manifiestan bajo sequía (S1) y buena humedad (S0), será necesario tener diferentes niveles de humedad; así mismo existen efectos específicos a sequía que se expresan sólo bajo condiciones de déficit de humedad. Todo ello implica que la evaluación correcta de la resistencia a sequía incluya al menos dos niveles de humedad, en el entendido que los dos niveles sólo permitirán conocer la magnitud de los efectos lineales y más de dos niveles, la magnitud de los efectos cuadráticos o de otro orden. Por esto en el caso más simple se genera un ensayo factorial con dos factores y dos niveles cada uno.

III. RESISTENCIA A LA SEQUIA ONTOGENICA Y FILOGENICA

Se ha observado que la resistencia a la sequía de las plantas, no es igual en las diferentes etapas fenológicas (vegetativa, reproductiva o llenado de grano en el caso de quinua) y aún dentro de ellas en los estadios fenológicos, observando que dichos efectos varían según la etapa o estadio en la que se encuentran al momento de sufrir el déficit hídrico, a lo que se denomina resistencia ontogénica, o sea aquella que está relacionada con el desarrollo de la planta durante su ciclo de vida, habiéndose observado que en la mayoría de los tubérculos la etapa más crítica al déficit de humedad corresponde a la floración y tuberización.

La resistencia a la sequía filogénica, se debe a que cada especie de acuerdo a la evolución sufrida tiene un cierto nivel de resistencia a la sequía, denominándose resistencia filogénica a aquella variación que se observa en las medias de resistencia a sequía de los diferentes grupos filogénicos (reinos, órdenes, géneros, especies, razas, variedades, etcétera).

IV. CLASIFICACION DE LOS MECANISMOS DE RESISTENCIA A SEQUIA

Han sido clasificados por diferentes autores, entre ellos, May y Milthorpe (1962) y Turner (1970) en:

1. Escape a sequía

- Desarrollo fenológico rápido
- Plasticidad en desarrollo

2. Tolerancia a sequía manteniendo altos potenciales hídricos

- Reducción del agua transpirada
 - Incrementando la resistencia estomatal o cuticular
 - Reduciendo la radiación solar absorbida
 - Reduciendo el área foliar

Manteniendo la velocidad de absorción

- Aumento en la densidad y profundidad de las raíces
- Incremento de la conductancia de la fase líquida

3. Tolerancia a sequía soportando bajos potenciales hídricos.

- Manteniendo turgencia y permitiendo adaptarse a bajos potenciales hídricos, pero manteniéndolos activos los procesos involucrados en el crecimiento, desarrollo y producción.

- Ajuste osmótico
- Aumento de elasticidad

- Sin mantener turgencia

- Tolerancia a la deshidratación

V. MODELO MATEMATICO PARA EVALUAR RESISTENCIA A SEQUIA

Se ha propuesto el modelo: $Y = G + S + IG \times S$, para evaluar la resistencia a sequía; en donde Y es una variable que estima la energía acumulada por planta (rendimiento) en contra de la sequía, G es la variación genética de los genotipos, S es variación de los niveles de sequía y $IG \times S$ la interacción de los genotipos en los diferentes niveles de sequía. Para más información sobre el modelo y el diseño experimental, consultar los artículos de Mujica (1991) y Muñoz (1988).

VI. CRITERIOS DE SELECCION DE GENOTIPOS CON RESISTENCIA A SEQUIA

Se han puesto en práctica muchos criterios para evaluar la resistencia a sequía de los genotipos, entre ellos los métodos directos: sometiendo a riego - sequía, y los indirectos (de laboratorio o invernadero) tales como: tolerancia al calor, tolerancia en Marchitez Permanente (MP), estabilidad de la clorofila, tolerancia a la desecación de tejidos, determinación de prolina, variabilidad de la tasa transpiratoria, termioestabilidad de la membrana, etcétera.

La tolerancia a MP está asociada al cierre estomatal temprano y bajas tasas transpiratorias, ayudando a que se conserve mejor el agua.

VII. BIBLIOGRAFIA

MUJICA, A. 1991. Resistencia a sequía de los cultivos andinos. Puno-Perú. 15p.

MUÑOZ, O.,A. 1988. Modelo matemático para evaluar la resistencia a sequía. Caso uno. In Memoria del seminario: "Como aumentar la producción agropecuaria y forestal en la región Mixteca Oaxaquena". Colegio de post - graduados, CEICADAR. Puebla - Mexico. pp. 447 - 454.

----- . y RODRIGUEZ, J.L. 1988. Models to evaluate drought resistance. Abstracts, international conference on Dryland Farming. Amarillo - Bushland, Texas - USA. pp. 60.

EFFECTO DE LA APLICACION DE RIEGO CON AGUAS SALINAS EN TRES ESPECIES DE PAPA AMARGA Y DULCE

Reynaldo ROCHA¹, Vladimir ORSAG²

1: Ing. Agrónomo. IBTEN - Bolivia

2: Ph.D. Edafólogo. UMSA. La Paz - Bolivia

I. INTRODUCCION

Los problemas del déficit hídrico, tan marcados en el Altiplano, hacen que cada vez se trate de aplicar riego como una solución para la agricultura, a pesar de una serie de limitaciones que se presentan desde el punto de vista edafológico, hidrológico, social y ecológico.

La utilización de las aguas de río como fuente importante para riego, actualmente tiene una tendencia creciente, como resultado de su fácil aplicación. Lamentablemente, las características geológicas de las regiones del Altiplano hacen que gran parte de los ríos atraviesen zonas salinas y minas en explotación, lo que conlleva a un gradual aumento de sales y otros iones tóxicos en suspensión, que están incidiendo paulatinamente en una degradación de suelos.

El uso de estas aguas, a pesar de estos aspectos negativos, actualmente es común, especialmente en zonas adyacentes al río Desaguadero. Esta situación nos lleva a buscar cultivos que respondan a estas situaciones adversas tomando en cuenta su impacto económico sobre la agricultura de la región.

En razón de que la papa amarga es uno de los cultivos más difundidos e importantes en suelos extremos, se ha visto por conveniente este estudio del efecto de aguas salinas sobre su normal desarrollo vegetativo.

II. OBJETIVOS

Determinar los efectos de las sales del agua de riego sobre el desarrollo vegetativo y el rendimiento de papa amarga y dulce.

Determinar el grado de tolerancia a la salinidad de las especies de papa estudiadas.

Cuantificar y comparar los contenidos de iones tóxicos en el área foliar.

III. MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en los campos correspondientes al Centro de Investigaciones Nucleares del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN), bajo condiciones semi-controladas, teniendo para este efecto 48 macetas de un volumen de 23 litros, llenados con arena tamizada, diámetro 0,25 - 0,50 mm y a una densidad aparente de 1,6 gr/cc.

Las plantas fueron sometidas a una misma lámina de riego desde el momento de emergencia (de diferentes concentraciones), de acuerdo a las lecturas de los tensiómetros instalados en las macetas.

Durante el experimento desde la emergencia del cultivo, se realizaron las siguientes observaciones y mediciones:

- Tiempo de emergencia.
- Desarrollo vegetativo (altura de cm), inicio de floración, madurez fisiológica.
- Observaciones visuales sobre el comportamiento fisiológico, síntomas de toxicidad, stress y otras anomalías.
- A partir de un estado de desarrollo vegetativo se midió:
Potencial foliar de equilibrio y mínimo.
Resistencia estomática.
Con la bomba de Scholander y porómetro, respectivamente.
- Muestreo de hojas para su respectivo análisis de iones.

El diseño experimental se estableció en un arreglo combinatorio, completamente al azar, con un factor A = 4 concentraciones, B = 3 especies de papa, y N = 4 repeticiones totalizando 48 unidades experimentales.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En el desarrollo vegetativo se muestra a mayor concentración de sales un desarrollo menor e incompleto, notándose que el tratamiento testigo muestra un normal desarrollo vegetativo especialmente para la variedad Alpha, que en condiciones adecuadas de clima, agua y suelo alcanza rendimientos de 10.83 ton/ha frente a los tratamientos regados con aguas salinas donde los rendimientos disminuyen desde el 78% - 90% (Fig. 1 y 2).

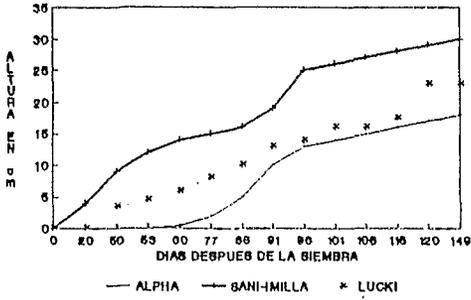
Para *Solanum tuberosum* ssp *andigenum* (San Inimilla), el desarrollo vegetativo también fue influido por las concentraciones de sales, los rendimientos alcanzados muestran que para el tratamiento testigo son de 3.138 ton/ha, notándose una reducción del 30% - 62% para los tratamientos regados con concentraciones de sales. Mientras que para *Solanum juzepczukii* (Luki), el desarrollo vegetativo relativamente llega a completarse en todos los tratamientos, siendo así que los rendimientos llegan a 3.324 ton/ha, para el testigo, existiendo una reducción en el rendimiento del 30% - 44%.

Los contenidos de sodio en el área foliar tiene una tendencia ascendente, notándose una diferencia bien marcada del contenido de este ión en los tratamientos 1, 2 y 3 frente al testigo (Fig. 3).

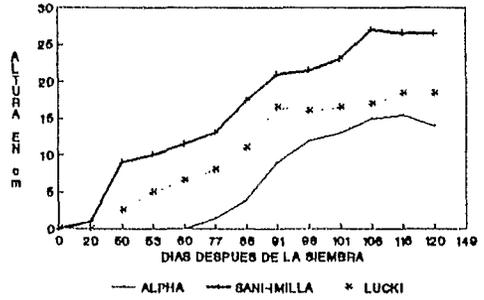
El contenido de sodio en las plantas, se explica posiblemente, por su fácil disolución y la capacidad de bloquear la absorción de otros elementos, notándose que Alpha presenta un contenido de sodio menor, posiblemente por su desarrollo - emergencia tardía y en consecuencia menor área foliar y menor absorción.

Los potenciales de equilibrio muestran una tendencia normal para el tratamiento testigo, mientras que para el tratamiento 1, muestra una tendencia a subir, y no se nota un efecto marcado de las sales sobre la disponibilidad de agua. Mientras que para los tratamientos 2 - 3, los potenciales alcanzan valores mayores, lo que demuestra que para estos tratamientos la disponibilidad de agua es menor y la fuerza de extracción de agua por las plantas es mayor, debido en parte al incremento del potencial osmótico, tanto en el suelo como en las células. El potencial de equilibrio determinado en horas de la mañana, demuestra una tendencia a subir para los tratamientos 1 y 4, donde el bajo contenido de sales no afecta marcadamente en la

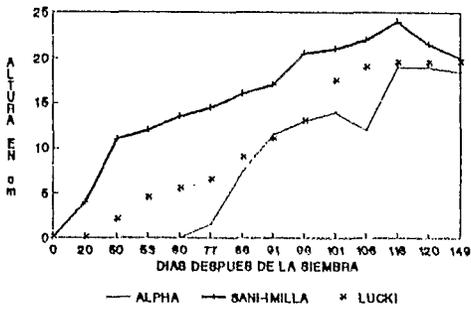
CONCENTRACION 1



CONCENTRACION 2



CONCENTRACION 3



CONCENTRACION 4

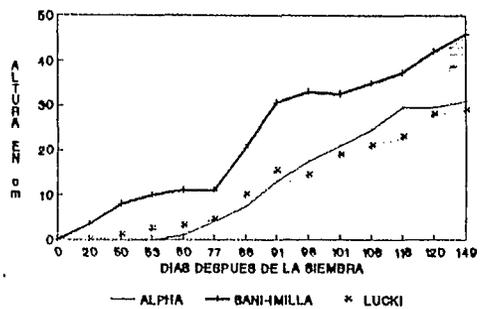
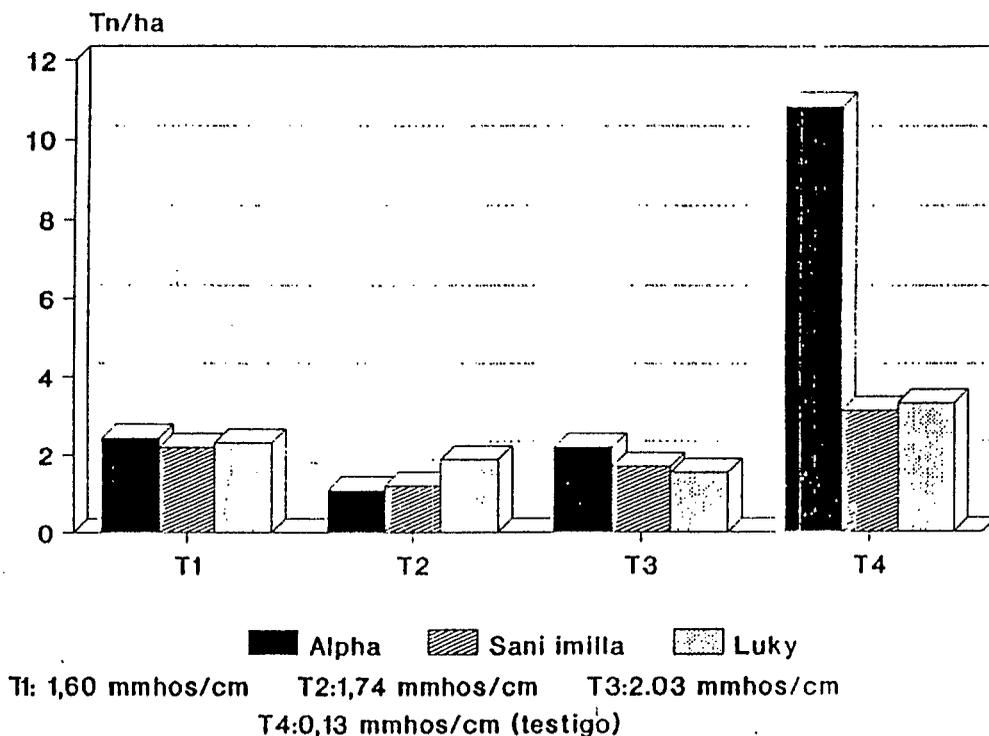


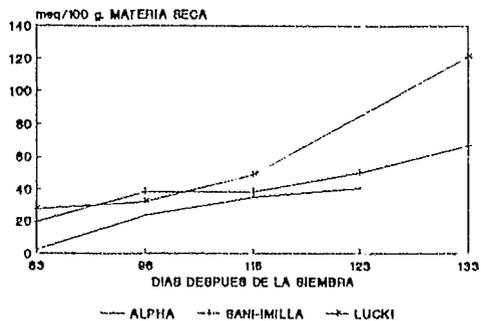
FIGURA # 1: EVOLUCION DEL DESARROLLO VEGETATIVO

disponibilidad de agua; no así para los tratamientos 2 y 3, donde por efecto de las sales el potencial osmótico del agua del suelo aumenta y por tanto el potencial de la planta. Se observa que a concentraciones mayores, la especie *S. Juzepczukii* (luki), presenta un mayor potencial de equilibrio, debido a su capacidad de mayor fuerza de extracción de agua (Fig. 4).

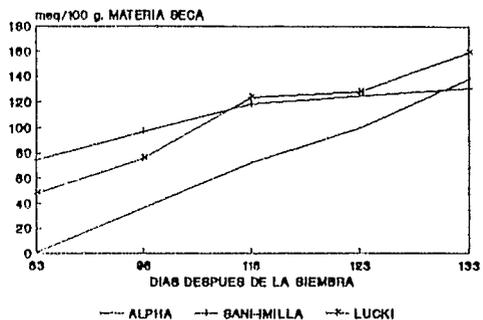
FIGURA 2: Rendimientos en Tn/ha



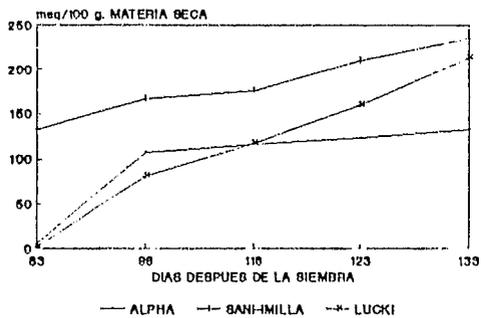
TRATAMIENTO 1



TRATAMIENTO 2



TRATAMIENTO 3



TRATAMIENTO 4

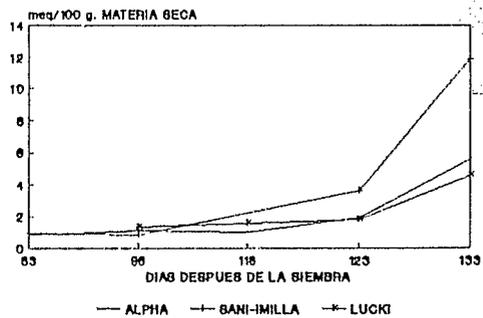


FIGURA # 3: SODIO EN AREA FOLIAR

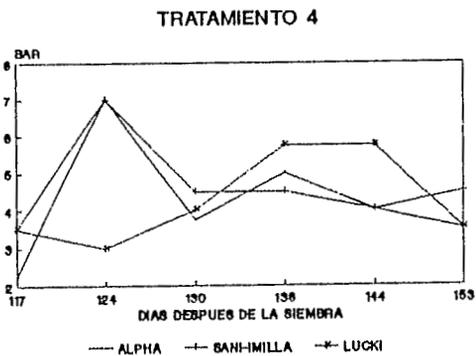
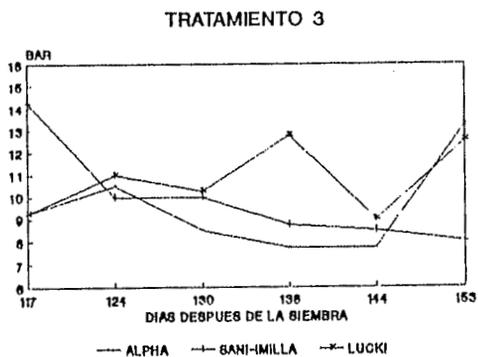
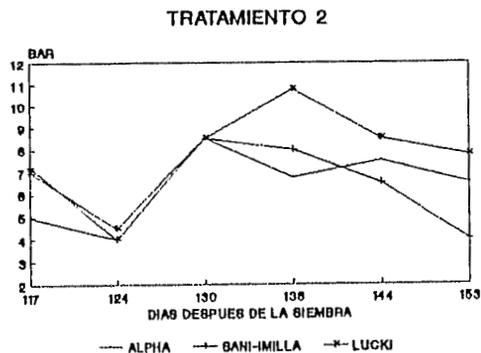
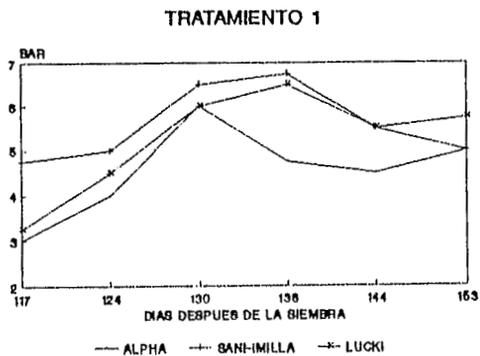


FIGURA # 4: POTENCIAL FOLIAR DE EQUILIBRIO

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados preliminares obtenidos, se tienen las siguientes conclusiones:

- Las sales contenidas en el agua de riego tienen un efecto directo sobre el normal desarrollo vegetativo de las especies de papa estudiadas.
- El contenido de sodio aumenta en el área foliar a medida que aumenta el contenido de sales en el agua de riego. Al mismo tiempo, el contenido elevado de este ión se relaciona directamente con el stress y necrosamiento de tejidos, encontrándose diferencias entre especies de papa amarga y dulce.
- Los potenciales (potencial foliar de equilibrio) encontrados, aumentan a medida que aumenta el contenido de sales.
- Los rendimientos obtenidos para las especies de papa estudiadas, presentan para Alpha una pérdida del 78-90%, para la S. imilla del 30-62%, para la Luki 30-44%, lo que demuestra el efecto directo de las sales, además se puede decir que la especie de papa Luki muestra un porcentaje de pérdida menor en el rendimiento, y su comportamiento, bajo estas condiciones, es favorable.
- Debido al efecto complejo que puedan tener las sales sobre la fisiología de la planta y el rendimiento, se recomienda estudios más profundos y específicos.

VI. BIBLIOGRAFIA

- KRAMER P. J. 1974. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Edutex. S.A. México.
- ALLISON. 1962. Salinity in relation to irrigation N° 16. Ed. Academic Press. Inc Nueva York. pp. 59-73, 75-83
- LABORATORY OF SALINITY. U.S.A. 1962. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Depto. de Agricultura. U.S.A. Ed. Emusa. México.

PROCESAMIENTO DE LA PAPA AMARGA EN LA ZONA SUR DEL PERU

-ELABORACION DEL CHUÑO Y TUNTA-

Mauro, VALLENAS RAMIREZ

Ing. Agrónomo M.Sc. Especialista en Cultivos Andinos del
Centro de Investigación Agropecuaria Salcedo. Puno-Perú.

I. INTRODUCCION

Es indiscutible la gran importancia que el cultivo de la papa tiene para la alimentación popular, especialmente en la Zona Andina y particularmente en el área del altiplano de Perú y Bolivia, lugar de origen de este preñado tubérculo.

Las papas cultivadas en la zona Andina están constituidas por diferentes especies del género *Solanum*, tales como la *S. tuberosum* ssp. *andígena*, *S. stenotomum*, *S. phureja*, *S. chaucha*, *S. Juzepczukii*, *S. curtilobum*, *S. ajanhuiri*. Las tres últimas especies pertenecen al grupo de las papas amargas, cuyos tubérculos tienen un mayor contenido de glicoalcaloides, hecho que limita su utilización directa en la alimentación y la producción de estas especies está destinada casi exclusivamente a la elaboración de chuño y tunta o moraya, aunque también el chuño y tunta se obtienen de variedades que pertenecen a *S. tuberosum* ssp. *andígena*.

Las papas amargas, se cultivan principalmente en las zonas altas, por encima de los 3,500 hasta los 4,200 m.s.n.m., debido a su alta tolerancia a las heladas.

El presente informe, presenta los más significativos avances obtenidos por instituciones de investigación estatales, universidades y entidades privadas, en lo referente al procesamiento o transformación de la papa amarga en chuño, tunta o moraya.

II. PROCESAMIENTO DE LA PAPA

La potencialidad que ofrece la papa como materia prima para la industria es grande, especialmente para la obtención de harina, almidón, dextrina, glucosa, alcohol, papa seca, papa helada, papa frita, chuño, tunta y otros derivados; sin embargo, en el Perú la papa no es todavía utilizada como materia prima en la industria a gran escala (3, 5 y 9).

De todos los derivados de la papa, el procesamiento de papa frita, papa seca, la elaboración del chuño y tunta merecen una atención preferente, especialmente los dos últimos productos que son derivados de la papa amarga fundamentalmente.

1. El chuño y tunta como productos industriales

El chuño y tunta, son productos que se obtienen de la papa mediante un proceso diferenciado de deshidratación, así, el chuño (negro), requiere de procedimientos de congelado, descongelado, apisonado y secado; en cambio la tunta o moraya (chuño blanco), requiere un proceso de congelado, remojado (lavado) y un segundo congelado y secado.

Las tecnologías para la elaboración del chuño y la tunta, fueron desarrollados hace miles de años, por las culturas prehispánicas del área Andina, a fin de preservar los tubérculos de papa por largos períodos de tiempo, por cuanto el tubérculo fresco de papa es perecible, apenas es posible conservarlo en buenas condiciones por períodos de seis meses.

Las técnicas de elaboración tanto de chuño como de tunta, aún tienen vigencia en la zona alto-andina, y con el tiempo, se vienen introduciendo algunas innovaciones generadas por los mismos campesinos.

Kuon y Alfaro (1966), consideran que los peruanos desarrollaron desde época inmemorial procedimientos para la conservación de la papa bajo las formas de chuño y moraya, obtenidos por la acción conjunta del frío y la deshidratación. Christiansen (1977), dice que el chuño es un producto que se obtiene de la papa mediante la deshidratación por sequedad del ambiente y bajas temperaturas, su conservación es indefinida. Sarli (1980), informa que en el Perú, Bolivia y el noroeste argentino, la papa se deja expuesta a las heladas durante varios días (tres o seis), hasta que el tejido epidérmico haya muerto. A veces se consumen directamente después de haber sufrido los efectos del frío y a este producto se le llama "cachi chuño". Por lo común, después de exponer los tubérculos a las heladas, se pelan y luego se dejan al sol para que se deshidraten, quedando un producto amiláceo, agradable, que se digiere con facilidad y al que llaman chuño.

Hooker (1980), indica que desde la antigüedad se ha usado el método de preservación de tubérculos de papa en forma de chuño, el cual es un producto que se obtiene por congelación y descongelación repetidas del tubérculo. Hoy en día, los tubérculos también se cocinan y se desecan para preservarlos. Zvietcovich et al. (1985), señalan que las papas usadas para procesamiento, generalmente son las seleccionadas como de tercera, las que presentan daño físico y las papas amargas (*Solanum juzepczukii* y *Solanum curtillobum*), que sólo pueden consumirse cuando se elimina el alto contenido de glicoalcaloide. Cahuana (1990), sostiene que la elaboración de chuño es una técnica ancestral de industrialización (chuño negro y blanco), bastante común en la zona del Altiplano, durante mayo, junio y julio, para conservar por largos períodos los tubérculos de papa deshidratada a la intemperie por la acción combinada de la helada y el sol. Paredes (1990), indica que el productor agropecuario andino, posee y conoce, tecnologías de transformación y procesamiento, para ello utilizan los medios y factores que están más a su alcance, como el frío (período de invierno), para la elaboración de productos como los obtenidos a partir de la papa.

2. Materia prima

El grupo de papas amargas, que comprende a las especies *Solanum Juzepczukii*, *Solanum curtillobum* y *Solanum ajanhuiri*, constituyen la principal materia prima para la elaboración del chuño y tunta o moraya, aunque también se procesan con variedades de papa dulce.

Las principales variedades de papa amarga que se cultivan en el Sur del Perú para la elaboración de chuño y tunta, son las siguientes:

S. juzepczukii (triploide):

- Rukil o Lukil
- Parina o Parilhuancayo
- Janqo lukil
- Leqe Chaki
- Azul cunca
- Qalsalla
- Janqo qalsalla
- Anchahuira
- Cuchama
- Laran parqo
- Poqo turu
- Qoillo rucki
- Wayta qachu
- Sisu
- Q'anchillo
- Kanchall
- Waña
- Shiri
- Azul q'anchillo
- Yurac
- Puka
- Rumpu
- Piñaza

S. curtilobum (pentaploide):

- Janqo choqepito
- Laram choqepito
- Ocucuri
- Q'eta
- Puca q'apu
- Mallku

S. ajanhuiri (diploide):

- Ajahuiri
- Janqo ajahuiri
- Wila ajahuiri

Cuadro 1. Superficie cultivada de papa en el sur del Perú

DEPARTAMENTOS	SUPERFICIE TOTAL has.	SUPERFICIE DE PAPA AMARGA has.	%
Puno	40.000	10.000	25
Cusco	31.000	5.000	16
Arequipa	7.100	500	7
Moquegua	1.300	80	6
Tacna	1.300	65	5
Ayacucho	15.000	1.200	8
Apurímac	12.000	725	6
TOTAL	107.700	17.570	16.3

3. Superficie cultivada de papa amarga en el sur del Perú

El cultivo de la papa amarga en el Perú, está concentrado principalmente en el área Sur Andina, que comprende a los departamentos de Puno, Cusco, Ayacucho, Apurímac, Arequipa, Moquegua y Tacna (Cuadro 1). La superficie total de cultivos de papa en estos departamentos asciende a 108 mil hectáreas, aproximadamente el 16% de la superficie de éstas es cultivada con papa amarga, lo que equivale a 18 mil hectáreas, de las que 85% corresponden a Puno y Cusco. Otra área de cultivo de papa amarga, es la zona central, con los departamentos de Huancavelica y Junín principalmente.

III. AVANCES EN EL PROCESO DE ELABORACION DE CHUÑO Y TUNTA

1. Determinación del contenido del glicoalcaloides en papa amarga y pérdida de este producto durante el procesamiento.

Christiansen (1977), indica que el contenido de glicoalcaloides en tubérculos de papa amarga está en un rango de 30.01 a 34.28 mg. por 100 gr. de papa fresca, y determina que la pérdida de glicoalcaloides durante la elaboración del chuño y tunta es del 41 y 89% respectivamente.

2 Determinación del contenido de proteínas en el chuño negro y blanco.

Kuon y Alfaro (1966), reportan que el chuño es rico en proteínas y determinaron cifras que van de 6.07% a 6.53%, según la variedad de papa utilizada. Christiansen (1977), informa que el contenido de proteínas en chuño negro es de 4.0% y en chuño blanco, 3.8%.

3. Determinación de la pérdida de proteínas durante el procesamiento de chuño negro y blanco.

Durante el proceso de elaboración de chuño negro, hay pérdidas del 18 al 30% de proteínas y en el procesamiento de chuño blanco se pierde 67 a 83% de proteínas, (Christiansen, 1977). Sin embargo, Kuon y Alfaro (1966), señalan rangos más amplios de pérdidas de proteínas en la elaboración del chuño negro 21.6 a 35%, según la variedad.

4. Determinación del rendimiento industrial en la elaboración del chuño y tunta.

En lo que respecta al rendimiento industrial, se han determinado rangos que van desde 21.3% a 50% en el procesamiento del chuño negro y rangos de 18.8% a 29.4% en la elaboración de la tunta o moraya; estos rendimientos equivalen a una conversión de papa fresca de 4.7:1 a 2:1, en chuño negro y 5.3:1 a 3.4:1 en chuño blanco.

Entre los resultados obtenidos por los diferentes investigadores que analizaron el rendimiento industrial, tenemos los siguientes:

Kuon y Alfaro (1966), señalan para el procesamiento del chuño negro, rendimientos que van desde 27.5 a 35.8%, es decir la relación de conversión es de 3.64:1 hasta 2.79:1.

Vallenas (1973), encuentra en la elaboración de tunta, utilizada como materia prima, con tres variedades de papa amarga, los rendimientos de 18.8% (var. Parina), 19.6% (var. Lukli) y 20,8% (var. Janqo Choqepito), que equivalen a una conversión de 5.3:1, 5.1 y 4.8:1 respectivamente. Christiansen (1977), reporta para el chuño negro un rendimiento del 33.3%, es decir una relación de conversión de 3:1. Cahuana (1990), informa rendimientos desde 21.3 hasta 32.3% en chuño negro, utilizando variedades de papa dulce como materia prima. Los que equivalen en relación de conversión de 4.7:1 a 3.1: 1.

Zvietcovich et al. (1985), determinaron rendimientos desde 25% hasta 50% en la elaboración de chuño negro, y rendimientos de hasta 29.4% en chuño blanco. Las equivalencias de conversión en chuño negro son: 4:1 hasta 2:1 y en chuño blanco 5:1 hasta 3.4: 1. Paredes (1990), registra en la elaboración de chuño blanco, un rendimiento de 18.8%, equivalente a una conversión de 5.3:1.

5. Determinación de la época y temperatura más adecuadas para elaborar chuño y tunta.

Se ha determinado que en la zona Sur del Perú, la época más adecuada para la elaboración de chuño negro y chuño blanco, es de mayo a julio, período en el que se registran las temperaturas más bajas.

La temperatura para el congelado es de -5°C o menos, a medida que la temperatura es más baja se requieren menos días de exposición de los tubérculos a la acción de las heladas y si la temperatura está por encima de -5°C , se requerirán de tres a cinco o más días de congelado.

6. Registro de tecnologías tradicionales en el proceso de elaboración de chuño negro y blanco.

Los pobladores prehispánicos del área Andina, desarrollaron tecnologías muy interesantes en cuanto al procesamiento de tubérculos de papa en chuño negro. Las tecnologías vigentes para la elaboración de chuño negro y blanco, presentan ciertas variaciones de un lugar a otro, debido al mejoramiento de las tecnologías existentes, pero la difusión y adopción de las innovaciones aún no han llegado a todos los productores de chuño y tunta.

Las diferencias más resaltantes se reflejan en los flujos del proceso de transformación en chuño negro y en tunta, así como en el tiempo asignado a cada fase. Las acciones previas al procesamiento de chuño negro y blanco son la elección del campo (tendal), limpieza, tendido de una capa de paja (*Stipa ichu*); además para la elaboración del chuño blanco, previamente se preparan las pozas en las orillas de ríos y arroyos para la fase de remojado.

6.1. Elaboración del chuño.

La elaboración del chuño negro comprende diversas fases, las mismas que se diferencian de un lugar a otro, las fases registradas son:

- Clasificación y selección.

Esta fase es muy importante en el procesamiento del chuño, los tubérculos se escogen y se separan en grupos de acuerdo a su tamaño. El grado de afectación de las heladas será uniforme en cada grupo. Para la elaboración de chuño también se escogen los tubérculos partidos, enfermos, agusanados y tubérculos pequeños, aunque naturalmente, el producto final no es de primera calidad. La materia prima clasificada y seleccionada, que muchas veces es guardada en el mismo lugar de cosecha, se la denomina "phina", en otros casos es almacenada en locales bajo techo.

- Transporte.

Una vez elegido el tendal, se procede a transportar la papa desde el lugar de almacenamiento hacia el tendal (lugar denominado chuñawi), labor que se efectúa con el mayor cuidado, evitando dañar los tubérculos. En el tendal, las papas se mantienen protegidas de la radiación solar.

- Tendido.

El tendido de los tubérculos se efectúa sobre la capa de paja a base de paja, evitando la sobreposición de los tubérculos, permitiendo que todos estén expuestos a la acción de las heladas. El tendido recibe la denominación de "Telar".

- Exposición.

El tiempo por el que deben estar expuestos los tubérculos a la acción de las heladas, varía de una a cinco o más noches, dependiendo de la intensidad de la temperatura. Si la temperatura ha bajado a -5°C o menos, será suficiente una o dos noches de exposición, en cambio si la temperatura está por encima de -5°C , serán necesarias de tres a cinco o más noches de exposición, hasta llegar al punto de congelación.

En algunos casos de elaboración de chuño negro, si el punto final de congelamiento no fue logrado en una sola noche de helada, en los días siguientes antes de la salida del sol, se recogen los tubérculos y se cubren con paja y mantas; evitando la incidencia directa de los rayos solares y se extiende nuevamente al atardecer. Esta labor es con la finalidad de clarear el producto final.

- Descongelado.

El descongelado consiste en el deshielo del agua de constitución, por acción de la radiación solar, luego de haber llegado al punto final de congelado, durante el descongelado, los tubérculos se ponen suaves al tacto y blandos a la presión.

- Pisado.

Es una operación que se efectúa después del descongelado, con la finalidad de expulsar el agua y solutos contenidos en los tubérculos. Para realizar esta labor, se agrupan los tubérculos en pequeños montoncitos y se les somete a la acción mecánica de presión que ejercen los pies. Con la acción del pisado, además se está iniciando con el pelado, puesto que las cáscaras o parte de ellas será desprendida. Algunos procesos de elaboración de chuño negro, omiten esta labor y en este caso, la calidad del producto queda afectada, se obtiene chuño con mayor peso y con un olor fuerte característico.

- Secado.

En la elaboración del chuño negro, de acuerdo a la tecnología aplicada, el secado continúa a la fase de descongelado o bien a la fase de pisado. Para el secado, se exponen los tubérculos en proceso de elaboración a la acción de la radiación solar, durante un número de días variable (6 a 10 días), hasta que quede con un contenido de sólo 12 a 13% de humedad. Durante esta fase, se remueve frecuentemente el producto para acelerar el secado. Al finalizar esta fase, se tiene el producto final (chuño).

- Pelado.

Cuando el producto se encuentra finalizando el secado, también se va frotando o raspando manualmente, a fin de terminar el pelado y presentar el producto final con buen acabado.

- Venteado.

Terminado el pelado, se procede a ventear el producto, con la finalidad de separar el polvo, cáscaras e impurezas.

- Almacenado.

Debido a que el chuño tiene una conservación prácticamente indefinida, su almacenamiento no presenta ninguna dificultad. Los depósitos en los que se les preserva, generalmente son lugares secos, alreos y bajo techo. Normalmente el productor almacena su producto en "taques" o "sejes", una especie de cilindros confeccionados a base de "quesanas", tejidos de totora.

6.2. Elaboración de la tunta.

Para la elaboración de la tunta o moraya, además de bajas temperaturas (heladas) y radiación solar intensa, se requiere también de mucha agua. El procesamiento de la tunta tiene semejanza con el de la preparación del chuño negro, hasta la fase de pisado, es decir que se realiza la clasificación y selección de los tubérculos, transporte, exposición a las heladas, recogido, tendido, exposición a las heladas (en la preparación de la tunta, para que el producto sea blanco, es fundamental evitar que la radiación solar incida directamente sobre los tubérculos), descongelado, y pisado. Luego de esta fase, se procede con los pasos siguientes:

- Remojado en pozas.

Esta fase consiste en sumergir los tubérculos helados y descongelados en pozas previamente construidas en la orilla de los ríos y arroyos, lo importante en esta fase, es que el agua sea limpia y corriente. En los pozos los tubérculos permanecen un número variable de días (8 a 30 días), a esta fase se le denomina también fase de lavado.

- Extracción y escurrido.

Luego de transcurrir el tiempo necesario en las pozas de agua corriente, se extraen los tubérculos por las tardes (generalmente) y se somete al escurrido.

- Segunda exposición a la helada.

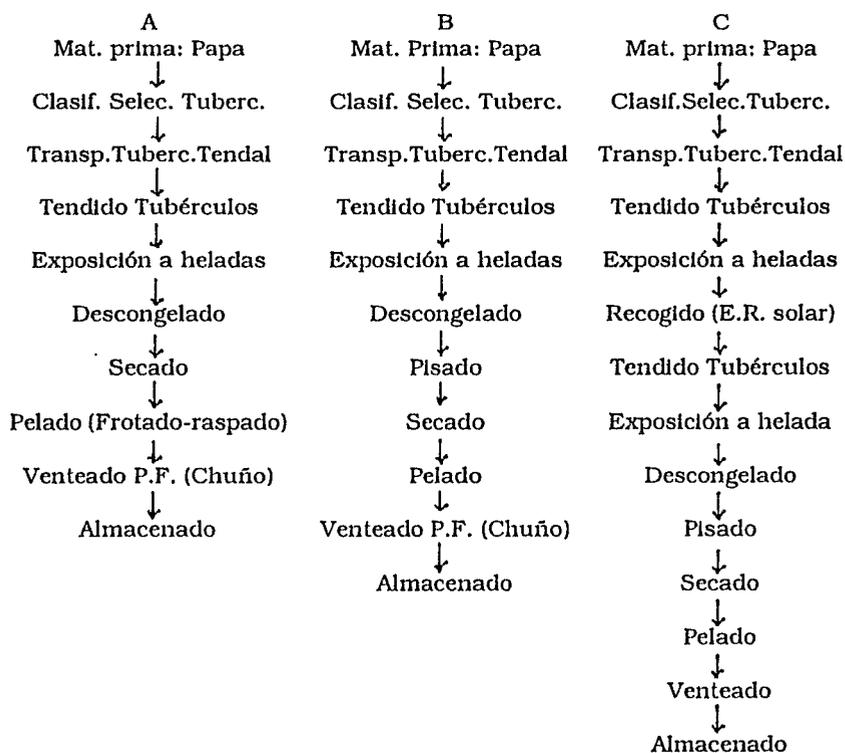
Una vez que han escurrido, se extienden los tubérculos formando una sola capa, para que se produzca el segundo congelado por sólo una noche. Este congelado es con la finalidad de endurecer los tubérculos para proceder al pelado.

- Pelado.

Esta fase consiste en frotar los tubérculos congelados con los pies y dentro del agua, utilizando para ello redes de pescar. Esta labor se efectúa entre dos personas, aunque también puede efectuarlo una sola. Con el frotamiento se desprende la cáscara y el agua sirve para el lavado. En otro tipo de proceso de elaboración de tunta o moraya, aún no se ha incluido este segundo congelado, en este caso, el pelado se efectúa en seco, frotando y raspando la tunta seca, esta es una labor tediosa, que en otros casos ha sido superada con el segundo congelado y pelado en húmedo. Las fases siguientes que comprenden: el secado, venteado y almacenado, son también similares al del procesamiento del chuño negro.

En los años recientes, se viene observando un tercer congelado, el que se realiza después del pelado en húmedo, tal como viene ocurriendo en la comunidad de Chijichaya en el distrito de Ilave, provincia de Chucuito del departamento de Puno.

6.3. Flujos de procesamiento de chuño negro:



6.4. Calidad del producto final.

La calidad comercial del chuño y tunta, se fija en base a varios criterios, entre éstos los más importantes son:

CRITERIOS	CHUÑO ALTA CALIDAD	TUNTA ALTA CALIDAD
Color	Gris	Blanco
Tamaño	Grande	Grande
Peso	Menor	Menor
Olor	Ligero	Ligero
Sabor	Agradable	Agradable
Sonido al golpe	Suave	Suave
Uniformidad	Tamaño Uniforme	Tamaño Uniforme
Integridad	Tubérculos enteros	Tubérculos enteros
Rehidratación	Rápida	Rápida.

6.5. Precios de mercado.

En el mercado de Puno, durante los cuatro primeros meses el año en curso (1991), el precio que vienen pagando los consumidores de chuño negro y tunta son lo que se indican en el Cuadro 2:

Cuadro 2. Precio de venta al consumidor I/m./kg.

Meses	Papa fresca	Chuño	Tunta
Enero	0.25	0.71	1.90
Febrero	0.24	0.70	1.80
Marzo	0.21	0.68	1.80
Abril	0.22	0.68	1.80
Promedio	0.23	0.69	1.83

Tipo de cambio: Enero a Marzo, 0.55 intis/dolar americano
Abril, 0.67 intis/dolar americano.

IV. PERSPECTIVA

En el sur del Perú, con las mil hectáreas de cultivo de papa amarga, se tiene una producción anual de 112 mil toneladas de papa, de las cuales aproximadamente 85 mil son destinadas para la elaboración del chuño negro y blanco. En lo que respecta a Puno, alrededor del 60% de la producción indicada, es decir, 51 mil toneladas de papa amarga son utilizadas anualmente para elaborar chuño negro y tunta, obteniéndose aproximadamente 13 mil toneladas del producto procesado.

De efectuarse un agresivo programa de investigación, promoción y fomento del cultivo y procesamiento de la papa amarga, fácilmente se puede duplicar la producción del chuño negro y blanco y este hecho estaría permitiendo brindar la oportunidad de mayor absorción de mano de obra familiar, mayor valor agregado en la producción, mayor seguridad de producción, mayor seguridad alimentaria para años de riesgo (por sequías, heladas e inundaciones), así como permitiría regular el precio de la papa que en nuestro medio es de producción estacional, y desde luego permitiría mayores ingresos para los productores.

V. BIBLIOGRAFIA

1. CARDENAS, R.B. 1977. Elaboración del chuño a partir de la papa amarga. Anales del primer congreso internacional de cultivos andinos, serie reuniones cursos y conferencias N° 178 UNSCH-IICA. Ayacucho, Perú. pp. 136-144.
2. CAHUANA, Q.R. 1990. Evaluación comparativa de 15 cultivares de papa dulce para elaboración de chuño. Avances en investigación N° 2, INIAA-EEAZI. Puno, Perú. 15 p.
3. CHRISTIANSEN, G.J. 1967. El cultivo de la papa en el Perú. Primera Edición, Edit. Jurídica S.A. Lima Perú - 351 p.
4. ----- 1977. Las papas amargas, fuente de calorías y proteínas en los Andes. Anales del primer congreso internacional de cultivos andinos, serie reuniones, cursos y conferencias N° 178. UNSCH-IICA. Ayacucho-Perú. pp 201-203.

5. DE LA FUENTE, F. 1977. Desarrollo tecnológico del cultivo de la papa en el Perú. Anales del primer congreso internacional de cultivos andinos, serie reuniones, cursos y conferencias N° 178. UNSCH-IICA. Ayacucho-Perú. pp 183-200.
6. HOOKER, W.J. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. CIP. Lima-Perú. 166 p.
7. INIAA, 1990. Cultivo de la papa amarga en Puno. Serie Didáctica. Lima-Perú. 20 p.
8. KUON, C.J. y ALFARO, U.B. 1966. El chuño como industria. Separata de la Revista Cuzco Agronómico N° 2, 3, 4, 5. Facultad de Agronomía, UNSAAC. Cuzco-Perú. 25 p.
9. LOPEZ, C.; EGUSQUIZA, B.R. y VILLAGOMEZ, C.V. 1980. Cultivo de la papa. CENCIRA. Lima-Perú. 25 p.
10. ORTEGA, D.R. 1977. Las papas amargas en las provincias altas del departamento del Cuzco. Anales del primer congreso internacional sobre cultivos andinos. Serie reuniones, cursos y conferencias N° 178. UNXCH-IICA. Ayacucho-Perú. pp 204-214.
11. PAREDES, H.S. 1990. La tecnología de procesamiento y transformación de productos agropecuarios Andinos en Puno. II seminario taller sobre enfoque y análisis de sistemas agropecuarios andinos. Serie didáctica, material de enseñanza N° 4. INIAA-PISA. Puno-Perú pp. 156-168.
12. SARLI, E.A. 1980. Tratado de horticultura. Edit. Hemisferio Sur S.A. Segunda Edición. Buenos Aires, Argentina. pp 312.
13. VALLENAS, R.M. 1973. Apuntes sobre la elaboración de tunta en Ilave-Puno. Informe anual de la Oficina Agraria de Ilave, Región Agraria XII de Puno. pag. 18-21.
14. ZVIETCOVICH, M.G.; SALAS, M.W. y VEGA H.M. 1985. Inventario tecnológico de los sistemas poscosecha en al sierra del Perú. IICA, UNSAAC. Proyecto de investigación de poscosecha en cultivos andinos. Convento IICA/CIID. Publicación miscelánea N° 629. 87 p.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las ponencias científicas presentadas han evidenciado los avances en la investigación sobre papa amarga, en áreas como genética, fisiología de la resistencia a la sequía y a la salinidad, fenología, sistemas de producción, sociocultura, manejo campesino y procesamiento.

Estos trabajos preliminares han subrayado la riqueza genética de la papa amarga, su vigencia en los bancos de germoplasma del agricultor, su adaptación a las condiciones climáticas extremas del Altiplano y su papel fundamental dentro de la alimentación del campesino. Estos resultados confirman la gran importancia de la papa amarga como cultivo en el contexto de la agricultura andina.

Ante esas razones y por la ausencia de programas de instituciones nacionales e internacionales, los participantes de la reunión, decidieron iniciar desde 1992, varios proyectos científicos dentro de programas coordinados.

Estos programas son:

- Elaboración de un catálogo de papa amarga para Perú y Bolivia.
- Estudio de la resistencia a heladas y sequía de papa amarga.
- Evaluación del manejo campesino de germoplasmas masivos.
- Análisis bromatológico de los glicoalcaloides y del valor alimenticio de las principales especies amargas, así como del chuño y tunta, en todas las etapas de transformación.

Los trabajos sobre la papa amarga son escasos, dispersos y muy poco difundidos. En la reunión, se decidió entonces concentrar, sistematizar y hacer circular la información existente en Perú y Bolivia.

Ante la importancia de la papa amarga y paradójicamente su marginalidad de parte de las instituciones de desarrollo, se decidió tener una próxima reunión en 1992, para analizar los proyectos científicos en ejecución, definir nuevas líneas de investigación y de acciones concretas para el desarrollo con el objetivo de juntar nuevos esfuerzos.

EPILOGO DE LA REUNION

PAPAS AMARGAS Y METAFORAS

"Desarrollo" original a pesar del Neo-colonialismo

Por Julio REA

Esta primera reunión -bajo auspicios inesperados y que es justo reconocerlos- deja en mí dos sabores. El primero es a glico-alcaloides humanos, generado en la sesión final. El segundo, y como contrapartida, revitaliza mis convicciones en un universo mucho más integral, sabio y ajeno de la agricultura campesina donde se dan lecciones de gran creatividad, permitiéndole mantener su proceso a pesar de su estrangulamiento político, cultural y económico.

Lo importante es que ambas situaciones conforman una realidad, facilitando este análisis crítico comprometido.

En relación con el segundo sabor, gran parte de nuestras fundamentaciones están incluidas en el ensayo: La vigencia de las papas nativas de Bolivia. En consecuencia, no las repetiremos, aunque durante su exposición no se dieron polémicas; en cambio, nosotros provocamos debates en las presentaciones de los colegas para intentar llevarlos a la reflexión de las realidades sin simulaciones, y al publicarse este compendio ojalá seamos leídos con serenidad.

En todo esto se dan dos posiciones. Una referida a quienes estamos en minoría, asociados a actividades aisladas pero en el gran escenario de las raíces andinas de la agricultura original, intención que parece utópica por no contarse con respaldo logístico extraño, pero sí estamos inmersos en el diario quehacer campesino; por la vida se despeja la utopía. La otra posición ligada a colegas, algunos aún jóvenes, alineados a la tecnología occidental, representada por el CIP y la docilidad de las instituciones nacionales. En cierta forma, tal como analizamos en las contribuciones, quizá esta segunda sea favorable mientras no se haga daño a las Papas Amargas y a sus productores, tal como está por ocurrir con los sistemas "formales" en la producción de las papas dulces.

En la segunda, se da además una sumatoria ligada a la docencia de algunos de sus actores transmitiendo el puro tecnicismo, constituyendo un salto en el vacío en la situación de los países andinos inmersos en la gran crisis del sector agrícola. Aquí parece un statu-quo que con el tiempo devendrá en un retroceso comprometiendo a nuestras sociedades en una magnífica alienación.

Finalmente, gracias a las *Juzepzuckl* y las *curtillobum*, y por reverencia a las Aparu, Luki, Chokepitu, Yari, etc. Intentamos estas tácitas comparaciones tácitas.

La Paz, Julio de 1991

LISTA DE PARTICIPANTES

NOMBRE	INSTITUCION	DIRECCION
Avilés Denis Lucy	UMSA	C.P. 13224. La Paz-Bolivia
Ayala Gonzaga	Investigador	Oruro-Bolivia
Bonifacio Alejandro	IBTA	C.P. 5783. La Paz-Bolivia
Brugioni Ingrid	ORSTOM	C.P. 9214. La Paz-Bolivia
Canahua Alpio	PIWA-PELT-COTESU	C.P. 816. Puno-Perú
Del Castillo Carmen	SENET	C.P. 13224. La Paz-Bolivia
Dizes Jacques	ORSTOM-SENAMHI	C.P. 9214. La Paz-Bolivia
Estrada Nelson	PROINPA	C.P. 4285 CBBA-Bolivia
García Magalí	ORSTOM-SENAMHI	C.P. 13224. La Paz-Bolivia
García William	PROINPA	C.P. 4285 CBBA-Bolivia
Hervé Dominique	ORSTOM-IBTA	C.P. 9214. La Paz-Bolivia
Huanco Valeriano	INIAA-Perú	Villa del Lago. E-11. Puno-Perú
Le Tacon Philippe	ORSTOM-SENAMHI	C.P. 9214. La Paz-Bolivia
Marca Carmen Rosa	UTO	Galleguillos 137. Oruro-Bolivia
Michel Gladys Tesoro	SENAMHI	C.P. 10993. La Paz-Bolivia
Molina Patricia	IBTEN	C.P. 4821. La Paz-Bolivia
Mújica Angel	INIAA-Perú	C.P. 172. Puno-Perú
Orsag Vladimir	IBTEN	C.P. 4821. La Paz-Bolivia
Ortega Ramiro	UNSAAC-Perú	C.P. 973. Cusco-Perú
Pascual Jorge	IBTEN	C.P. 4821. La Paz-Bolivia
Pozo Efraín	IBTA	C.P. 5783. La Paz-Bolivia
Rea Julio	Consultor Privado	C.P. 13-347. La Paz-Bolivia
Rojas Jorge	CESAT	Cochabamba-Bolivia
Rocha Reynaldo	IBTEN	C.P. 4821. La Paz-Bolivia
Tapla Mario	INIAA-CIID	Reni 205, Lima 41. Lima-Perú
Vacher Jean Joinville	ORSTOM-SENAMHI	C.P. 9214. La Paz-Bolivia
Vallenás Mauro	CIAS	Carlos Rubina 129. Puno-Perú

INDICE

	Página
DEDICATORIA	5
PROLOGO	7
EXPOSICIONES	9
1. Importancia genética de las papas amargas	11
Nelson Estrada. Cochabamba - Bolivia	
2. Vigencia de las papas nativas en Bolivia	15
Julio Rea. La Paz - Bolivia	
3. Potencial de las papas amargas en el Altiplano de Puno, Perú	25
Valeriano Huanco. Puno - Perú	
4. Germoplasma de papa amarga y caracterización preliminar en el Altiplano Boliviano	27
Alejandro Bonifacio. La Paz - Bolivia	
5. Estudio preliminar sobre colección de papas amargas en el Altiplano Central de Bolivia	33
Carmen Rosa Marca. Oruro - Bolivia	
6. Sistemas de producción de papa amarga	43
Mario Tapia. Lima - Perú	
7. Las papas amargas en Cusco, Perú	49
Ramiro Ortega. Cusco - Perú	
8. Agroecología de las papas amargas en Puno	57
Alipio Canahua. Puno - Perú	
9. La papa luky o amarga, su cultivo y su implicancia socio - cultural en Oruro, Bolivia	63
Gonzaga Ayala. Oruro - Bolivia	
10. Uso consuntivo y comportamiento de la papa amarga y de la papa dulce en el Altiplano Boliviano	69
Jean J. Vacher. La Paz - Bolivia	
11. Anatomía de la epidermis de la papa amarga y otros cultivos andinos en relación con la transpiración	77
Jacques Dizes. La Paz - Bolivia	
12. Principios de resistencia a la sequía de las papas amargas	81
Angel Mujica. Puno - Perú	
13. Efecto de la aplicación de riego con aguas salinas en tres especies de papa amarga y dulce	85
Reynaldo Rocha. La Paz - Bolivia	
14. Procesamiento de la papa amarga en la zona sur del Perú - Elaboración del chuño y tunta -	93
Mauro Vallenás. Puno - Perú	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
EPILOGO	107
LISTA DE PARTICIPANTES	109
INDICE	111