

# PLANTAS CULTIVADAS CRIOGENICAS DE LOS ALTOS ANDES TROPICALES Y SUBTROPICALES



ENRIQUE H. BRUCHER

Ugarteche, Mendoza - Investigador del CONICET

RESUMEN: Los agricultores de la América aborígen seleccionaron con éxito cultivos que prosperan en grandes alturas y con muchos ciclos de congelamiento y descongelamiento. Se describen aquí las especies comestibles que aún se cultivan en los Andes pero que, a pesar de su valor, no se difundieron mundialmente.

Entre las plantas graníferas se mencionan diferentes *Chenopodium* (quinoa) y especies de *Amaranthus*. Debido al alto contenido de sustancias tóxicas y antimetabólicas los genetistas modernos están frente al desafío de mejorar estas plantas indígenas de alto valor nutritivo. En conclusión: la contribución de Indoamérica a los recursos mundiales contra el hambre y desnutrición no debería ser subestimada.

ABSTRACT: Southamerican aboriginal agriculturalists successfully selected certain crops, which prosper even in high altitudes under many cycles of freeze-thaw. It is specially mentioned the wild ancestor of the tuber-bearing *Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus*, *Tropaeolum tuberosum*. Different *Chenopodium* (quinoa) and *Amaranthus* species are mentioned as grain crops. Modern genetics are challenged to improve those indian cultivars of high nutritive value in view of their content of toxic and anti-metabolic substances. It is concluded that the contribution of Indo-America to the world resources against famine and subnutrition should not be underestimated.

## INTRODUCCION

La alimentación del mundo sufre ya un déficit que se agudizará en el futuro. La explosión demográfica en países de menores recursos agrícolas, situados en Africa y Asia y la disminución de especies o la pérdida de genes de otras que pueden proveer de alimentos a la humanidad, alarman a botánicos y fitotecnistas.

Son solamente una docena de géneros, y dentro de ellos 7 especies principales las que predominan en el comercio mundial de alimentos, pero existen muchas más poco o nada utilizadas que constituyen una reserva potencial de gran valor.

La latente amenaza ha llevado recientemente a un movimiento mundial entre botánicos, genetistas y sociólogos de "volver a la nature". Se están estudiando actualmente cientos de especies útiles que nuestros antepasados usaban hace siglos antes de la conquista y de la dominación europea de América, Asia y Africa.

Sin el deseo de entrar en el contexto mundial de este verdadero renacimiento de la conciencia, nos limitaremos a las culturas menos desarrolladas de los pueblos andinos. Recordemos que los agricultores indígenas produjeron alimento abundante para los seis millones de habitantes del imperio incaico, sin haber conocido los cereales que dominan actualmente la industria agrícola como el trigo, arroz, sorgo, avena o centeno (Brücher, 1982) y sin el grado de tecnificación de la industria agrícola moderna.

Lo más sorprendente es que estos primitivos labradores de los Andes cultivaban en gran altura, muchas veces en zonas con temperaturas criogénicas. Para tal fin tuvieron que inventar sistemas de riego de alta montaña y seleccionar especies y crear cultivares que tuvieran no sólo suficiente rendimiento, sino resistencia contra las heladas nocturnas y el congelamiento esporádico de la capa arable. La Fig. 1 muestra lugares de cultivos como el Cuzco y Vincocaya; se encuentran ubicadas dentro de la zona de congelamiento y descongelamiento diario. Cómo los indígenas lograron este éxito queda en parte todavía en el misterio. Hemos demostrado recientemente en una serie de publicaciones (Brücher 1967, 1978, 1983, 1985) sobre la América indígena como fuente de numerosos vegetales útiles para la humanidad, que los antiguos agricultores supieron utilizar el efecto "gigas". Se llama así al aumento del tamaño de los frutos y raíces, muchas veces acompañado del aumento del número de cromosomas y de la actividad bioquímica, conseguido en el curso de siglos de cultivo.

Antes de entrar en el aspecto filogenético de las plantas que comentaremos, haremos algunas consideraciones sobre las condiciones del ambiente de alta montaña y los pisos de vegetación. En primer término, están ligados estrechamente a los caracteres criogénicos. Así podemos distinguir en la Puna peruano-boliviana las siguientes fajas: (Fig. 1).

- a) Piso níval-glaciario, prácticamente estéril por las bajas temperaturas. Los suelos están siempre congelados, con escasa presencia de bacterias e insectos adaptados que llegan a considerable altura. Es la región del permafrost (Corte, 1985). Este piso empieza en los  $\pm$  5000 m snm.
- b) Piso subníval geocriogénico con líquenes, musgos, pero sin fanerógamas.
- c) Piso parageocriogénico de congelamiento y descongelamiento diario y estacional con abundantes fanerógamas. Es en este piso en donde se llevan a cabo los cultivos altoandinos que nos interesan. Estos pueden establecerse entre 3000 y 4000 msm. Troll (1944) estudió en detalle la presencia de la alternancia de congelamiento y descongelamiento en las montañas subtropicales del sur del Perú y norte de Bolivia. Si se observa la Fig. 1 se verá que centros agrícolas como Cuzco y Vincocaya se encuentran incluidos dentro de esta área de procesos parageocriogénicos.

# PLANTAS CULTIVADAS CRIOGENICAS DE LOS ALTOS ANDES TROPICALES Y SUBTROPICALES

ENRIQUE H. BRUCHER

Ugarteche, Mendoza - Investigador del CONICET

RESUMEN: Los agricultores de la América aborigen seleccionaron con éxito cultivos que prosperan en grandes alturas y con muchos ciclos de congelamiento y descongelamiento. Se describen aquí las especies comestibles que aún se cultivan en los Andes pero que, a pesar de su valor, no se difundieron mundialmente.

Entre las plantas graníferas se mencionan diferentes *Chenopodium* (quinoa) y especies de *Amaranthus*. Debido al alto contenido de sustancias tóxicas y antimetabólicas los genetistas modernos están frente al desafío de mejorar estas plantas indígenas de alto valor nutritivo. En conclusión: la contribución de Indoamérica a los recursos mundiales contra el hambre y desnutrición no debería ser subestimada.

ABSTRACT: Southamerican aboriginal agriculturalists successfully selected certain crops, which prosper even in high altitudes under many cycles of freeze-thaw. It is specially mentioned the wild ancestor of the tuber-bearing *Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus*, *Tropaeolum tuberosum*. Different *Chenopodium* (quinoa) and *Amaranthus* species are mentioned as grain crops. Modern genetics are challenged to improve those indian cultivars of high nutritive value in view of their content of toxic and anti-metabolic substances. It is concluded that the contribution of Indo-America to the world resources against famine and subnutrition should not be underestimated.

## INTRODUCCION

La alimentación del mundo sufre ya un déficit que se agudizará en el futuro. La explosión demográfica en países de menores recursos agrícolas, situados en Africa y Asia y la disminución de especies o la pérdida de genes de otras que pueden proveer de alimentos a la humanidad, alarman a botánicos y fitotecnistas.

Son solamente una docena de géneros, y dentro de ellos 7 especies principales las que predominan en el comercio mundial de alimentos, pero existen muchas más poco o nada utilizadas que constituyen una reserva potencial de gran valor.

La latente amenaza ha llevado recientemente a un movimiento mundial entre botánicos, genetistas y sociólogos de "retour a la nature". Se están estudiando actualmente cientos de especies útiles que nuestros antepasados usaban hace siglos antes de la conquista y de la dominación europea de América, Asia y Africa.

Sin el deseo de entrar en el contexto mundial de este verdadero renacimiento de la conciencia, nos limitaremos a las culturas menos desarrolladas de los pueblos andinos. Recordemos que los agricultores indígenas produjeron alimento abundante para los seis millones de habitantes del imperio incaico, sin haber conocido los cereales que dominan actualmente la industria agrícola como el trigo, arroz, sorgo, avena o centeno (Brücher, 1982) y sin el grado de tecnificación de la industria agrícola moderna.

Lo más sorprendente es que estos primitivos labradores de los Andes cultivaban en gran altura, muchas veces en zonas con temperaturas criogénicas. Para tal fin tuvieron que inventar sistemas de riego de alta montaña y seleccionar especies y crear cultivares que tuvieran no sólo suficiente rendimiento, sino resistencia contra las heladas nocturnas y el congelamiento esporádico de la capa arable. La Fig. 1 muestra lugares de cultivos como el Cuzco y Vincocaya; se encuentran ubicadas dentro de la zona de congelamiento y descongelamiento diario. Cómo los indígenas lograron este éxito queda en parte todavía en el misterio. Hemos demostrado recientemente en una serie de publicaciones (Brücher 1967, 1978, 1983, 1985) sobre la América indígena como fuente de numerosos vegetales útiles para la humanidad, que los antiguos agricultores supieron utilizar el efecto "gigas". Se llama así al aumento del tamaño de los frutos y raíces, muchas veces acompañado del aumento del número de cromosomas y de la actividad bioquímica, conseguido en el curso de siglos de cultivo.

Antes de entrar en el aspecto filogenético de las plantas que comentaremos, haremos algunas consideraciones sobre las condiciones del ambiente de alta montaña y los pisos de vegetación. En primer término, están ligados estrechamente a los caracteres criogénicos. Así podemos distinguir en la Puna peruano-boliviana las siguientes fajas: (Fig. 1).

- a) Piso nival-glaciar, prácticamente estéril por las bajas temperaturas. Los suelos están siempre congelados, con escasa presencia de bacterias e insectos adaptados que llegan a considerable altura. Es la región del permafrost (Corte, 1985). Este piso empieza en los  $\pm 5000$  m snm.
- b) Piso subnival geocriogénico con líquenes, musgos, pero sin fanerógamas.
- c) Piso parageocriogénico de congelamiento y descongelamiento diario y estacional con abundantes fanerógamas. Es en este piso en donde se llevan a cabo los cultivos altoandinos que nos interesan. Estos pueden establecerse entre 3000 y 4000 msm. Troll (1944) estudió en detalle la presencia de la alternancia de congelamiento y descongelamiento en las montañas subtropicales del sur del Perú y norte de Bolivia. Si se observa la Fig. 1 se verá que centros agrícolas como Cuzco y Vincocaya se encuentran incluidos dentro de esta área de procesos parageocriogénicos.

d) Piso del piedemonte, no criogénico. Puede tener una climax de selvas.

Las bajas temperaturas nocturnas causan la suspensión periódica de varios procesos fisiológicos, principalmente la asimilación de azúcares y su conversión en almidón. Para superar esta contrariedad se ha producido una selección natural en plantas de alta montaña que son capaces de asimilar aún en temperaturas varios grados bajo cero. Estos vegetales aumentan el contenido de azúcar en el jugo celular a tal grado que el punto de congelamiento interior baja considerablemente. Consecuentemente, los tejidos parenquimáticos se mantienen blandos y con la clorofila intacta pueden seguir asimilando.

Las oscilación diaria de la temperatura es muy grande: noches con temperaturas bajo cero y días que llegan a los 30°C. A ello se suma la violencia de los vientos, la baja presión atmosférica y escasa humedad relativa, que lleva a una excesiva transpiración. Como respuesta a estos factores es común que las plantas altoandinas protejan sus estomas de diversas maneras, poseen gruesas cutículas de cera o están cubiertas de resina, etc.

La intensa radiación debido al menor efecto protector de la atmósfera, hace que ella ejerza una acción represiva sobre las plantas. En general es posible observar, como consecuencia de todos estos factores, "enanismo", abundan las plantas en roseta, en macollos o en cojín. En su mayoría son especies perennes, que sólo se levantan unos pocos centímetros del suelo en toda su vida, excepto que crezcan protegidas entre grietas y rocas.

Con respecto a los vegetales útiles para los habitantes de la región montañosa, hay que diferenciar entre especies verdaderamente silvestres que en época de escasez sirven como alimento de emergencia a los nativos de la Puna y nunca han sido domesticadas, y por otro lado, ciertas plantas cultígenas propagadas por el hombre y todavía en vías de selección y mejoramiento en la actualidad (Foto 1).

Al primer grupo pertenecen plantas autóctonas que los cazadores y pastores de la alta montaña usan esporádicamente como alimento de emergencia, sea como tubérculos, raíces, bulbos, o hojas y granos para masticar. Entre ellos figuran Crucíferas del género *Lepidium* y Leguminosas de los géneros *Hoffmanseggia* y *Neocracca*. Los primeros tienen engrosamiento de raíces parecidas a tubérculos y ricos en fécula, mientras *Neocracca* posee raíces en forma de zanahoria de sabor dulce y apreciadas por los cazadores nómades de la Puna.

Por otro lado hay plantas ya domesticadas y cultivadas desde tiempos remotos por los habitantes de la región andina, que son de importancia en su dieta alimentaria (Foto 1). Disponían así de una gran gama de especies autóctonas para sus diferentes zonas climáticas.

En la zona fría seleccionaron plantas silvestres tuberíferas con notable variabilidad de raíces o tubérculos comestibles como la papa (*Solanum tuberosum*), la oka (*Oxalis tuberosa*), el ulluko (*Ullucus tuberosus*), la mauka (*Lepidium mellenii*), la aracacha (*Arracaria esculenta*) o el isaño (*Tropaeolum tuberosum*) y otra diversidad de cultivos menores.

Pasando a las plantas graníferas, los indígenas seleccionaron sorprendentes "pseudocereales" de los géneros *Chenopodium* (Foto 1) y *Amaranthus*, que agregadas a la harina de maíz (que siempre escasea en el Altiplano) usan para hacer pan y pastas.

Esta amplia colección de plantas alimenticias, muchas de las cuales aún no han salido de su área de origen, constituyen una fuente riquísima no sólo por su valor intrínseco, sino también por sus pintorescas facetas folklóricas, parte de sus usos y ceremoniales religiosos. Entre las especies alimenticias de alto valor para regiones criogénicas podemos citar:

#### *Oxalis tuberosa* Mol.

Entre las numerosas especies del género *Oxalis* (se han descrito más de 300 taxa en todo el mundo) hay muy pocas que tienen utilidad para el hombre (Foto 2). *Oxalis compacta* pertenece a las escasas especies que forman el límite de la vegetación, que se establece en Argentina en 4700 m de altura, pero no tiene uso práctico. Un destacado ejemplo de cómo los indios prehistóricos lograron domesticar un *Oxalis* andino silvestre, es la llamada "oka" o "apilla" (*O. tuberosa*) que forma una gran cantidad de tubérculos comestibles y se destaca por su elevado número cromosómico ( $2n = 66$ ). No se conoce todavía con seguridad la especie silvestre que le ha dado origen. Tal vez es *O. pubescens*, que forma muy pequeños tubérculos, y habita en los bosques de aliso (*Alnus acuminata*) en la faja para-criogénica de la cordillera desde el norte argentino hasta Ecuador, y según nuestros estudios tiene solamente  $n = 8$  cromosomas. En el curso de la "vegecultura" indígena se aumentaba el número de cromosomas a 66, elevando así las sustancias genómicas. Consecuentemente hubo un considerable aumento de los tubérculos y de ecotipos.

Las plantas de la "oka" alcanzan un tamaño de 40 cm y tienen numerosas hojas tripartidas como nuestro trébol común y corolas amarillas. Hay abundante cantidad de flores, pero la mayoría se desprenden después de abrirse y no forman frutos. La causa de esta esterilidad no es conocida y puede relacionarse con la poliploidía genómica de *Oxalis tuberosa*. Por eso, la propagación de la "oka" es únicamente por vía clonal, vale decir que el campesino corta los tubérculos en trozos, un sistema de siembra similar a la multiplicación de la papa común. Las plantas necesitan 6 meses para madurar y demuestran durante esta época considerable resistencia contra heladas nocturnas y parásitos del Altiplano. Los tubérculos contienen en estado fresco 15 - 20 % de almidón, 1 % de proteína y considerable cantidad de vitamina C y minerales esenciales para la salud del hombre.

*Ullucus tuberosus* Loz.

Conocido bajo el nombre vernáculo de "papa lisa", "olloko" o "ullukú" (Foto 3) en los Andes de Perú y Bolivia y en el norte de Argentina, mientras que los indígenas de la cordillera de Colombia y Venezuela lo llaman "ruba" o "mellico". Sus plantas anuales son muy resistentes al frío y pueden ser cultivadas más arriba de 3000 m de altura. (Obsérvese en Fig. 1 que más arriba de los 3000 m comienza el congelamiento y descongelamiento diario). Tienen un aspecto compacto pero casi siempre con ramas con tallos laterales extendiéndose sobre el suelo, enraizándose en los nudos. Esta característica representa un factor hereditario remanente de la forma silvestre *Ullucus aboriginus* Brucher, descubierto décadas atrás en los altos valles del norte argentino (Brucher, 1967), que es una planta rastrera. Las hojas tienen forma de corazón (3 - 8 cm), son gruesas y algo suculentas y se usan como verdura con sabor a espinaca. Las flores son diminutas y rara vez producen frutas. Los abundantes tubérculos tienen yemas poco profundas y una epidermis cerosa (papa lisa) con coloración muy variada, desde blanco, amarillo hasta verde y rojo, además muchas veces son salpicados de diferentes colores. Esta abundancia de colores atractivos se encuentra también en otras especies cultivadas por los indígenas y constituye una prueba característica de la habilidad creadora de estos antiguos agricultores para seleccionar diferentes clones.

Por su resistencia a las heladas el "ulluku" es preferido por los indígenas de la Puna y de la región del lago Titicaca (alrededor de 3800 - 4000 m de altura). Además no sufre de infecciones virósicas o ataques por insectos dañinos. El valor alimenticio no alcanza al de la papa, pero es bien balanceado con 12 - 15 % de almidón y 1 % de proteína.

*Tropaeolum tuberosum* R. & P.

Nombres indígenas: "mashua", "apiña", "isaño". La actual distribución pasa desde el norte de Argentina por la región del Lago Titicaca hasta Colombia, donde está preferencialmente cultivada en huertas y pequeñas chacras de los indígenas. El género *Tropaeolum* es apreciado en la floricultura mundial por sus vistosas flores. Hay varias especies útiles, sea como adorno o por tener tubérculos comestibles usadas en Sudamérica desde tiempos inmemoriales. Los indios de Patagonia comían los pequeños tubérculos de especies salvajes de *T. patagonicus* y *T. polyphyllum*, mientras que las tribus del Altiplano seleccionaron probablemente de la nativa *T. tricolor* de los altos valles andinos los actuales cultivares de *T. tuberosum*.

Son plantas anuales de crecimiento semi-erecto, con denso follaje y muy ramificadas. Las hojas son lobadas, casi redondas (3 - 5 cm de diámetro), con nervadura bien visible. Las flores son de color amarillo con cálices rojos y sus sépalos forman un llamativo espolón, típico para todas las especies de *Tropaeolum*.

La "mashua" se cultiva exclusivamente en la montaña, arriba de 2500 m de altura. Los tubérculos son de forma muy variada, en general oblongo cónico, hasta 15 cm de largo y 5 de ancho, de color amarillo con manchas rojizas o motas negras, con yemas profundas y también pigmentadas. La variación de colores le dan un aspecto atractivo, otro signo de la habilidad creativa para detalles de los agricultores antiguos.

El considerable tamaño de los tubérculos de "isaño", en comparación con las especies silvestres de *Tropaeolum* se debe probablemente a un aumento del número de los cromosomas, que en las taxas silvestres es  $n = 6$  mientras que en *T. tuberosum* es  $n = 42$ . Ostensiblemente los indios sabían usar el efecto del gigantismo, provocado por poliploidía genómica. Isaño = mashua tiene altos rendimientos en comparación con otras plantas indígenas tuberíferas y puede superar los 15.000 kg/Ha. Los tubérculos son apreciados por su alto contenido de ácido ascórbico (vitamina C contra escorbuto) y cierto valor proteico, con regular contenido en fécula.

## LOS PSEUDO CEREALES DE LOS INDIOS (Amaranto, Quinoa)

La domesticación de los géneros *Amaranthus* y *Chenopodium* es exclusivamente obra de los nativos, porque hasta ahora sorprende que la moderna biotécnica no haya contribuido con pasos decisivos en la transformación de estos semi-cultivares de los indígenas en perfectas plantas cultivables. En este respecto hay que destacar como evento excepcional la contribución de fitogenetistas bolivianos (Gandarillas, 1968) logrando razas tetraploides con semillas de más peso y mayor tamaño (todavía en escala experimental).

Originariamente las semillas de estos dos pseudo cereales son muy pequeñas (1-2 mm de diámetro), lo que aparentemente no afectó mucho a los campesinos del Altiplano, con su proverbial paciencia para preparar sus comidas. *Amaranthus* es un género con más de 50 especies en todo el mundo, cuya taxonomía es bastante complicada. Las especies más importantes en la zona andina han sido descritas por Hunziker (1952) y León (1964).

*A. quitenensis*

Los indios del Altiplano han seleccionado biotipos de alto contenido de betacyano, que da a las hojas e inflorescencias un intenso color rojo-sangre. Por eso en voz quechua se lo llama "kihuicha", que quiere decir "carne roja de pulmón". El factor colorante no es antocianina como lo denominan generalmente sino betacyano. Las hojas se comen hervidas y en caso de escasez también se consumen las semillas, negras y pequeñas.

*A. frumentaceus* (= *A. paniculatus*)

Es un amaranto de uso extendido por los continentes eurasiático y americano, donde los habitantes de las altas cumbres usan las hojas como verdura y rica en vitamina A y minerales (p.e. hierro). Las semillas diminutas, producidas en gran cantidad, sirven para preparar mazamorra.

*A. leucocarpus* (= *A. hypochondriacus*)

Las plantas crecen muy rápido, resisten a la sequía y leves heladas, alcanzan más de un metro de altura y producen una enorme cantidad de semillas en sus panojas (10.000 granos pesan solamente 7 gramos). Su mayor difusión es en Centroamérica en donde los indígenas lo llamaron "gautli". Las tribus indígenas centroamericanas oprimidas por los reyes aztecas, tenían que entregar -en este caso a Monctezuma II- 200.000 bushel ( $\cong 6000 \text{ m}^3$ ) de gautli anualmente. De esto concluimos que el amaranto debe haber sido el alimento corriente más importante para los aborígenes centroamericanos en la era precolombiana. Con la llegada de los conquistadores españoles se prohibió extrañamente el cultivo de gautli por el hecho de que, en ciertas ocasiones, sus granos habían sido amasados con sangre humana "como ofrenda a los dioses".

Durante el curso del aniquilamiento del imperio azteca desapareció casi por completo el cultivo del gautli (llamado despectivamente "bledo" por los españoles). Se perdió así un cultivo útil, que ocupó entonces el tercer lugar en la producción de granos de Indoamérica. Recién ahora se ha redescubierto el amaranto como valioso alimento rico en proteínas y carbohidratos, además con 7 0/o de aceite. Los dietistas modernos destacan su alto contenido en lysina y metionina, tres veces más que el maíz. Pero tiene poco gluten (imprescindible para fabricar pan) por eso sería necesario mezclar su harina con la del trigo. Actualmente los naturalistas tratan de salvar las todavía existentes "landraces" del amaranto, que los nativos usan esporádicamente. Hay interés en los aspectos de la muy eficiente fotosíntesis del tipo C-4 y su ciclo corto con un crecimiento muy intenso.

*A. edulis* (= *A. mantegazzianus*)

Un pseudo cereal que según Parodi (1935) en tiempos antiguos tenía vasta extensión por los altos valles del norte de Argentina y Bolivia (donde se llama "millmi"), pero actualmente en desaparición. Según Hunziker (1952) se ha reducido a un endemismo cultígeno de los valles de Calchaqui "... y no cabe duda que tiene sus días contados y que en poco tiempo más, su cultivo habrá caído en el olvido". Los indígenas montañeses de la provincia de Salta solían hacer con este "Trigo del Inca" -cuando visité esos hermosos valles muchos años atrás- una especie de torta, o lo amasaban en bolas. Los granos se tuestan como los del maíz (pochoclo) y así se cuadruplica su volumen y lo hacen más sabroso. Las semillas son ricas en proteínas 13,6 0/o, grasas 4 0/o y el resto es almidón, fibra y minerales.

*Chenopodium*

Un botánico ha titulado este grupo como: "plants that can be described as both a weed and a grain", lo que quiere decir que abarcan mayormente malezas y dentro de ellas algunas especies muy útiles como productoras de granos. Hay más de 250 especies de *Chenopodium* diseminado por los cinco continentes. Algunas de ellas son malas hierbas y malezas invasoras, que dificultan seriamente la labranza de las plantaciones. Pero en los Andes sudamericanos los antiguos indígenas lo transformaron en algo útil.

Para crear la "quinua" empleaban probablemente *Chenopodium melanospermum*, salvaje en la montaña y de gran rusticidad y abundante producción de semillas negras. Se diferenciaron tres distintas especies útiles como pseudo cereales:

*C. pallidicaule* (= *C. canigua*, derivado del nombre kechua "kanahua")

Es una especie de cultivo muy primitivo que apenas ha superado su estado silvestre. Resiste a fuertes heladas del Altiplano y prolongadas sequías de la Puna donde lo siembran en alturas de 3500-4500 m. Muchas veces es el único cultivo y último recurso de los pobladores de esta elevada región. Sus semillas tienen alto valor alimenticio y sobrepasan en su contenido proteico de 13,8 0/o al maíz (9,4 0/o), o a la cebada cervecera (9,4 0/o). Desafortunadamente los diminutos granos caen muy fácilmente de sus frutos y contienen cierta cantidad de saponinas con efecto anti-metabólico, basado en un gen dominante. Se conocen varias líneas agrícolas, algunas precoces, que necesitan solamente 95 días para madurar, otras que maduran en 150 días, por supuesto con más rendimiento (aproximadamente unos 2000 kg de granos secos por hectárea (Gade, 1970).

*C. canigua* se encuentra rara vez en la Puna argentina cerca de San Antonio de los Cobres, pero abunda en el Altiplano de Bolivia hasta el norte de Perú, en donde los nativos lo llaman "kita kanigua", que quiere decir grano salvaje.

*C. quinoa*

Es el pseudo cereal más avanzado, seleccionado ya en el época pre-incaica como alimento corriente para millones de habitantes del Altiplano y sus altos valles y se destaca por la gran producción agrícola. Las semillas contienen 58 % de almidón, 5 % de azúcar, 4-5 % de grasa y relativamente mucha proteína (12 - 18 %, según las especies) y siempre con un alto porcentaje de ácido-amínicos esenciales. Esta es una relación bien balanceada para la nutrición humana y sería casi ideal si no hubiera un gusto amargo, causado por saponinas. En estado silvestre el contenido de saponina en plantas es un factor positivo porque las protege contra daños causados por insectos y pájaros dañinos. Según informes, la Estación Experimental de Patacamaya en Bolivia habría seleccionado cultivos de *Chenopodium quinoa* libre de saponina, que se difunde ahora bajo la denominación "Sajama".

## REFERENCIAS

- BRUCHER H (1967). *Ullucus aborigineus Bruecher, nov. spec., die Wildform der andinen Kulturpflanze Olloko*. Ber deutsch Bot Ges 80: 376-81.
- BRUCHER H (1978). *Tropische Nutzpflanzen, Ursprung, Evolution, Domestikation*. Editorial Springer Heidelberg/New York, 530 pag., 245 fig.
- BRUCHER H (1982). *Die sieben Säulen der Welternährung*. (Los siete pilares de la alimentación mundial). Editorial Senckenberg-Kramer, Frankfurt, 208 pag., 38 fig.
- BRUCHER H (1983). *El amaranto, planta antigua cultivada por los indios de América Latina*. Dragoco - Report, vol.28: 96-104.
- BRUCHER H (1985). *Der reiche Gen-Fundus ungenutzter tropischer Nutzpflanzen*. Geowissenschaften, 3: 8 - 14.
- CORTE A (1985). *Los conceptos geocriogénico, para-geocriogénico y glacial paraglacial en los Andes Centrales de Argentina, latitud 30°*. Actas 1ra Reunión Grupo Periglacial RA 48-61.
- GADE D (1970). *Etnobotany of Canihua (Ch. pallidicuale), rustic seed crop of the altiplano*. Econ Bot 24: 55-61.
- GANDARILLAS H (1968). *Estudios de herencia de la quinoa*. Inst Boliv de Cultivos Andinos. Min Agr Bol Exp 35, La Paz.
- HUNZIKER A T (1952). *Los pseudocereales de la agricultura indígena de América*. ACME-Buenos Aires, 104 pag.
- LEON J (1964). *Plantas alimenticias andinas*. Inst Interameric Ciencias Agr Zona Andina. Bol Tecn 6, 1-112, Lima.
- MOONEY P R (1979). *Semillas de la Tierra. ¿Un recurso público o privado?* Internat Coalition for Develop Action, Ottawa - Canada.
- PARODI R L (1935). *Relaciones de la agricultura prehispanica con la agricultura argentina actual*. An Acad Nac Agron, B Aires, 1: 115-167.
- TROLL C (1944). *Strukturböden Solifluktion und Frostklimate der Erde*. Geol Rundschau v 34, no. 7-8, p. 546-694.

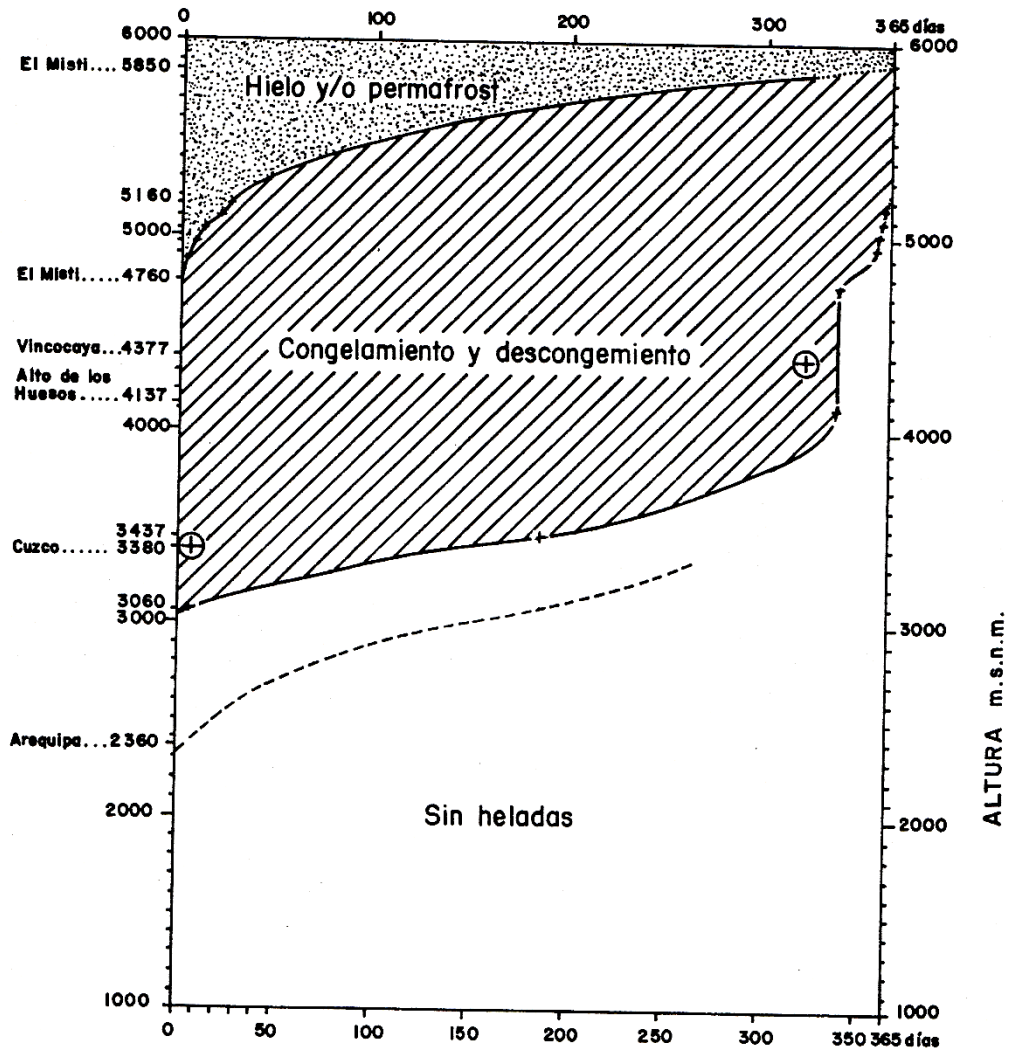


Fig. 1: Distribución vertical de días de helada, días de hielo, días de alteración de helada, y días sin helada en un perfil de los Andes peruanos sureños. (Según Troll, 1944-1958, Fig. 4).

Estaciones en la ladera oeste de Los Andes en El Misti

Estaciones en la ladera oeste de Los Andes en El Misti	Observaciones
El Misti - cima	Oct. 1893 - Dic. 1895
El Misti - Mont Blanc	Ene. 1894 - Dic. 1895
Alto de los Huesos	Mar. 1894 - Dic. 1895
Arequipa	Ene. 1892 - Dic. 1895

Estaciones en el Altiplano

Vincocaya	Nov. 1888 - Abr. 1890
Cuzco	Jul. 1894 - Dic. 1895

La línea punteada muestra los límites de los días sin helada en el período anormal de Nov. 1888 - Junio 1890.



Foto 1

*Chenopodium pallidicaule*. Una familia de campesinos del Altiplano boliviano seleccionando plantas de kanigua de diferente porte y color para la reproducción en el próximo año. Es ya una costumbre milenaria de selección. (En el fondo se ve una plantación de quinoa con muy variables inflorescencias en color y tamaño).



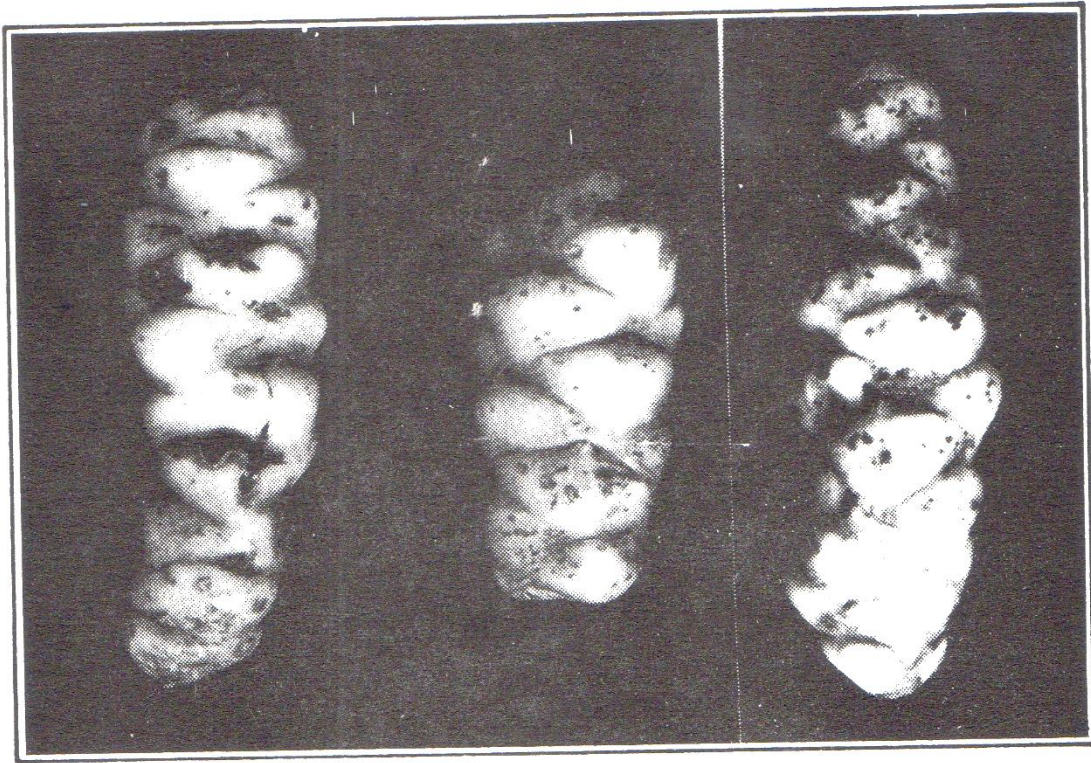


Foto 2 "Oka". *Oxalis tuberosa*.

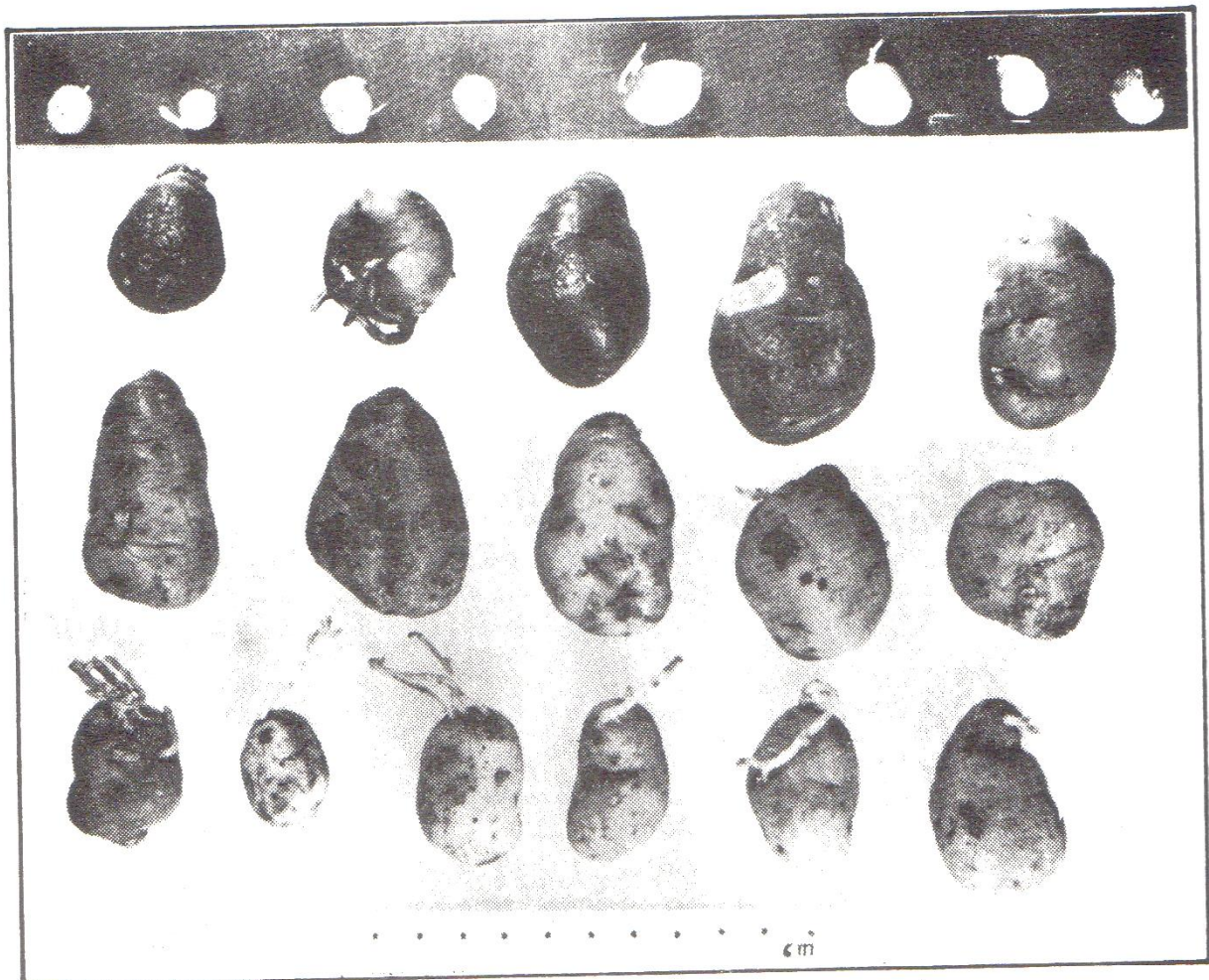


Foto 3 "Papa lisa". a) *Ullucus aborigeneus*, forma silvestre de "papa lisa", tubérculos pequeños.  
b) *Ullucus tuberosus*, tubérculos cultivados de diferente color.