



Conservación y uso de la biodiversidad
de raíces y tubérculos andinos:
Una década de investigación para el
desarrollo (1993-2003)

4



Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador

Editores:
Víctor H. Barrera
César G. Tapia
Alvaro R. Monteros

Conservación y uso de la biodiversidad
de raíces y tubérculos andinos:
Una década de investigación para el
desarrollo (1993-2003)

4

Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador

Editores :
Víctor H. Barrera
César G. Tapia
Alvaro R. Monteros

**Raíces y Tubérculos Andinos:
Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador**

2004 Copyright: Los autores autorizan la reproducción total o parcial de esta publicación, dando el crédito correspondiente a los autores/instituciones e incluyendo la citación correcta de esta publicación.
ISBN: 92-9060-231-7 Quito, Ecuador Lima, Perú

Lista de autores en orden alfabético:

Víctor Barrera	Susana Espín	Fausto Merino	César Tapia
Beatriz Brito	Patricio Espinosa	Alvaro Monteros	Franklin Valverde
Carlos Caicedo	Jaime Estrella	Laura Muñoz	Elena Villacrés
+ Juan Córdova	Gerardo Heredia	Margoth Nieto	

Editores: Víctor H. Barrera, César G. Tapia y Alvaro R. Monteros
Estación Experimental Santa Catalina
Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Editores de la Serie: Michael Hermann, Centro Internacional de la Papa
Oscar A. Hidalgo, Agro Consult International S.A.C.

Coordinación: Cecilia Lafosse

Carátula: Alfredo Puccini B.

Arte y diagramación: J. Rafael Libaque

Tiraje: 500 ejemplares



Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)
Estación Experimental Santa Catalina
Panamericana Sur Km. 1
Casilla 17-01-340
Telf: 593-2-2690691 • Fax: 593-2-2690692
E-mail: iniap@iniap-ecuador.gov.ec • Portal: www.iniap-ecuador.gov.ec



Centro Internacional de la Papa (CIP)
Apartado 1558, La Molina
Lima 12, Perú.
Telf. (51-1) 349-6017 • Fax: (51-1) 317- 5326
E-mail: cip@cgiar.org • Portal: www.cipotato.org

Sobre este libro

La región andina es cuna de un gran número de cultivos alimenticios que fueron domesticados por pueblos autóctonos hace miles de años, inclusive mucho antes de la expansión de la civilización Inca. Con el transcurso del tiempo, algunos de estos cultivos han adquirido importancia global, como la papa. La mayoría, sin embargo, son poco conocidos internacionalmente y aun en los mismos países andinos. Entre estos cultivos destacan frutales y granos y particularmente nueve especies de “raíces y tubérculos andinos” (RTAs), cada una perteneciente a una familia botánica distinta. Estas especies son: la achira (*Canna edulis*), la ahípa (*Pachyrhizus ahípa*), la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), la maca (*Lepidium meyenii*), la mashua o el isaño (*Tropaeolum tuberosum*), el miso o mauca (*Mirabilis expansa*), la oca (*Oxalis tuberosa*), el ulluco, melloco o papalisa (*Ullucus tuberosus*) y la jícama o yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

Todas ellas son usadas por los pobladores andinos rurales en su alimentación y forman parte de su cultura, y son especialmente importantes para la subsistencia de los agricultores más pobres. Durante una década, desde 1993 hasta el 2003, la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) ha venido apoyando diferentes esfuerzos para rescatar y promover las RTAs a través de un Programa Colaborativo que ha involucrado a numerosas instituciones en diversos países. Enfocado inicialmente en la conservación de los recursos genéticos de las RTAs, el programa puso un creciente énfasis en la diversificación de los usos de estos cultivos y en la forma cómo los agricultores de zonas marginales se pueden vincular a nuevos mercados. Para los participantes constituyó un desafío especial enlazar las necesidades de conservación de la biodiversidad en los campos de los agricultores y en bancos de germoplasma, con una perspectiva de desarrollo rural que permita abrir nuevas oportunidades de mercado y generar un valor agregado a estas especies en las zonas rurales de los Andes.

El Programa Colaborativo ha permitido realizar una serie de investigaciones novedosas y de relevancia para una conservación más eficiente de la biodiversidad de las RTAs y para su mayor uso y competitividad frente a otros cultivos. Estas investigaciones han sido dadas a conocer en informes anuales y artículos en revistas científicas y técnicas que se han ido publicando de acuerdo a los avances del Programa. Sin embargo, en su fase final el Programa ha hecho un esfuerzo especial para sistematizar los resultados de diversas áreas temáticas.

El presente libro forma parte de una serie de publicaciones que sintetizan 11 años de investigación que incluye monografías, manuales, catálogos de germoplasma y bases de datos desarrollados por investigadores de las diversas instituciones que formaron parte del Programa Colaborativo durante este período.

Capítulo I

Caracterización de las Raíces y los Tubérculos Andinos en la Ecoregión Andina del Ecuador

Víctor Barrera, Patricio Espinosa, César Tapia, Alvaro Monteros, Franklin Valverde

Introducción

La producción de raíces y tubérculos andinos (RTAs) está concentrada en la ecoregión andina del Ecuador. Esta zona ha sido identificada como la que presenta menores limitantes de producción desde el punto de vista de la oferta. En todo el país no hay otra zona en la que existan las condiciones adecuadas para producir RTAs, en términos de lluvia y suelos. En esta zona habita una población mestiza e indígena con una limitada organización campesina, donde existen pocos proyectos estatales o de organizaciones privadas.

El potencial de producción de la zona es amplio, ya que el agricultor ha sabido resolver algunos problemas tecnológicos de estos cultivos sobre la base de la experiencia con otros cultivos, como, por ejemplo, el cultivo de la papa. Es así como los tubérculos andinos (TAs) se siembran, casi siempre, después de la papa, cuando el terreno está más suelto y resulta también beneficioso utilizar en estos cultivos el efecto residual del fertilizante aplicado a la papa. Desde el punto de vista de seguridad alimentaria, es evidente que las RTAs presentan diferentes respuestas en cuanto a contenidos nutritivos que sirven para la alimentación humana. También se reportan aportes interesantes de sustancias que permiten curar algunas enfermedades, así como posible fuente de sustancias químicas para utilizar en la industria farmacéutica. Sin embargo, hay que reconocer que las RTAs, a pesar de ser una excelente opción para la agroindustria y la industria farmacéutica, no han sido capaces de mantenerse en el mercado, en muchos casos, ni siquiera para el consumo local.

Para poner en conocimiento la información de las investigaciones que durante diez años se han realizado con RTAs, es necesaria una breve descripción sobre la

caracterización de las RTAs en la ecoregión andina del Ecuador, desde el punto de vista de los productores y de los técnicos.

En este capítulo, se presenta información actualizada sobre la morfología de los cultivos en estudio y se muestra la situación real de las RTAs a nivel nacional. También se incluye la caracterización de las RTAs en la ecoregión andina, especialmente de las áreas donde el Programa Colaborativo de Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos tuvo su área de influencia (Las Huaconas-Chimborazo, Montúfar y Espejo-Carchi y San José de Minas-Pichincha). Finalmente, se presenta un análisis de los principales factores limitantes de la producción de RTAs en las áreas representativas estudiadas.

La información de este estudio proviene, principalmente, de publicaciones anteriores, datos secundarios y de dos actividades de recolección de datos primarios. Los datos primarios fueron recopilados en dos encuestas estáticas: una realizada durante 1994 (Espinosa y Crissman, 1997) y otra durante 1998 (Barrera *et al.*, 1999), y un estudio sobre la problemática de suelos en 1999 (Valverde *et al.*, 1999). En la primera encuesta, el enfoque era para caracterizar la información tecnológica alrededor de las RTAs en la región interandina. En cambio, la segunda pretendía recopilar información agro-socio-económica de las comunidades de *Las Huaconas*, participantes en el Programa Colaborativo de RTAs.

Morfología de los Cultivos en Estudio

Melloco (*Ullucus tuberosus* Caldas, Basellaceae).

En Ecuador, el cultivo del melloco sigue en importancia a la papa (Tapia *et al.*, 1996). Los tubérculos se conocen con diferentes nombres, según las localidades andinas,

pero los más conocidos son "mellocos" y "ullucus"; solamente en Bolivia, se le conoce también como "papa lisa" (Acosta-Solís, 1980). En las localidades del Proyecto Integral (PI) *Las Huaconas* encontramos los siguientes nombres comunes para melloco: en la Comunidad Santa Rosa de Culluctús, rosado, amarillo, caramelo, caramelo largo gallo, jaspeado alargado, blanco, rosado largo, rojo, jaspeado bola, cocolón, soledad, bayo, clavel y clavel claro; en San Pedro de Rayoloma, rosado, quillu, caramelo, gallo lulo, puca y bronce; en Virgen de las Nieves, caramelo rosado, colorado rojo, blanco, gallo, lulo, chaucha, jaspeado, quita, caramelo, gallo pintón, gallo malva y rojo.



Figura 1.1. Follaje del melloco (*Ullucus tuberosus* Caldas).

Esta especie es cultivada en toda la sierra ecuatoriana, en altitudes entre 2 500 y 4 000 msnm. Los tubérculos presentan varias formas y colores, características que pueden servir para seleccionar la variedad de acuerdo a la demanda (National Research Council, 1989). En cuanto a formas, presentan una miscelánea, entre redondos, alargados y curvados. La forma de los tubérculos no está asociada con diferencias en la planta (Acosta-Solís, 1980).

Las ramas del melloco son tan suculentas como las otras Basellaceas y llevan hojas anchas, simples y de forma semejante a un corazón. Las flores, que son muy pequeñas y se encuentran en racimos axilares, nacen de las bifurcaciones de las ramas, en grupos, de colores que varían entre el verde amarillento y el rojizo, cuyo perianto está reducido al cáliz estrellado, amarillento, con cinco sépalos agudos, cinco estambres y un pistilo ovoide (León, 1987).

Los tubérculos de melloco son una buena fuente de carbohidratos. Los tubérculos frescos tienen alrededor de 85 % de humedad, 14 % de almidones y azúcares y entre 1 % y 2 % de proteínas; generalmente tienen alto contenido de vitamina C (NRC, 1989).

Desde el punto de vista citológico, según el *Atlas de Cromosomas* de Darlington, el melloco andino tiene $2n=36$ cromosomas; según el Bureau of Plant Breeding de Cambridge, Inglaterra, el melloco de Cochabamba, Bolivia, y de Puno, Perú, $2n=24$ cromosomas, y las del Ecuador y Colombia, $2n=36$ cromosomas, pero faltan nuevas verificaciones (Acosta-Solís, 1980).

Oca (*Oxalis tuberosa* Mol., Oxalidaceae).

La primera descripción botánica de la oca fue realizada por el jesuita Giovanni Ignacio Molina (Mol.) en 1810. La palabra "okka" figura en el diccionario quechua de J. Lira (1982), y se refiere a una planta que produce tubérculos dulces y comestibles (Cárdenas, 1950).



Figura 1.2. Follaje y flores de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.).

Los tubérculos de *Oxalis tuberosa* Mol. son conocidos con los nombres comunes de "oca" en Ecuador, Bolivia, Perú y Chile; "cuiba" o "quiba" en Venezuela; "macachin" o "miquichi" en Argentina; "huasisai" o "ibia" en Colombia; "papa extranjera" en México, y "yam" en Nueva Zelanda (Del Río, 1990). En las localidades del PI *Las Huaconas* encontramos los siguientes nombres comunes de oca: en la comunidad Santa Rosa de Culluctús, zapallo, ronches, marica, ambrosia, santa rosa, blanca, amarilla, roja, blanca jaspes grises, bernarda y negra. En San Pedro de Rayoloma, blanca, ronches, algodón, zapallo, ruca, ojito rojo, curiquinga, amarilla, pintado roja, amarillo rojo, andrea, morada, ambrosia y muro. En Virgen de las Nieves, blanca, ronches, amarilla, negra, amarilla zapallo, blanca jaspeada, roja, amarilla pintada y colorada.

Su cultivo se extiende desde los 8 grados de latitud norte, en Venezuela, hasta aproximadamente los 23 grados de latitud sur, al norte de Argentina y Chile, en alturas comprendidas entre los 2 800 y los 4 000 msnm. En la sierra ecuatoriana se la cultiva en un sistema de

agricultura de subsistencia (Tapia *et al.*, 1996; Piedra, 2002).

Oxalis tuberosa es una hierba perenne, de crecimiento compacto, que alcanza hasta 1 m de altura. El hábito vegetativo de la oca es el de una dicotiledónea; es una planta herbácea anual de tallo erecto (Cárdenas, 1969). Los tallos son muy abundantes y brotan de la base de la planta, donde nacen también numerosos estolones con engrosamientos terminales (tubérculos); poseen entrenudos más cortos y delgados en la parte inferior. En las plantas adultas es frecuente que los tallos se doblen hacia fuera. El color de los tallos varía, según el clon, desde verde hasta púrpura grisáceo (León, 1964).

Las hojas son alternas, trifoliadas, pinnadas o palmaticompuestas y, al igual que el tallo, son pubescentes. Tienen peciolo largos y acanalados que nacen de rizomas o bulbos hipógeos con hojuelas crenadas (Brücher, 1969). Los folíolos son obcordiformes de 1 cm a 4 cm de largo, de color verde oscuro en el haz y púrpura o verde en el envés (León, 1964).

Según Brücher (1969), citado por Piedra (2002), las inflorescencias constan de dos cimas de cuatro o cinco flores hermafroditas dispuestas sobre pedúnculos largos de 10 cm a 15 cm y aparecen en las axilas de las hojas superiores. El cáliz posee cinco sépalos puntiagudos unidos en la base. La corola está formada por cinco pétalos flabeliformes unidos en la base, de color amarillo o amarillo anaranjado, de bordes trilobados con tres nervios principales de color negro. Los estambres están dispuestos en dos verticilos pentámeros de diferente longitud cada uno; el gineceo presenta un ovario pentacarpelar con carpelos separados y cinco estilos libres (pentáfidos).

Se observa un interesante trimorfismo en cuanto a su biología floral (Brücher, 1969) al presentar formas cuyos estilos son a veces más largos que el grupo más alto de estambres (longistilia); otras veces están situados entre los dos grupos de estambres (mesostilia); o bien, pueden ser más cortos que el grupo inferior de estambres (brevistilia) (León, 1964). Este heteromorfismo floral se encuentra asociado a un sistema reproductivo de autoincompatibilidad y probablemente evolucionó como una respuesta a la presión de selección generada por la alta incidencia de homocigosis, ya que este carácter minimiza la autofecundación y promueve la polinización cruzada (Ganders, 1979, citado por Quiñónez, 1997). Además, el estado semihomostilia ha sido también reportado con carácter de raro en la oca (Carrión *et al.*, 1995), y en otras secciones del género *Oxalis*. Este estado puede estar asociado con el rompimiento del mecanismo de autocompatibilidad.

La oca rara vez forma fruto debido a que las flores comúnmente se desprenden poco después de la antesis. El fruto es una cápsula de cinco lóculos de pared membranosa, encerrados en un cáliz persistente. Cada lóculo posee de una a tres semillas de aproximadamente 1 mm de longitud. La dehiscencia de las cápsulas, por lo general, es explosiva (León, 1964).

Los tubérculos pueden agruparse en ovoides, claviformes y cilíndricos (Cárdenas, 1969); en cuanto a sus colores, existen tubérculos blancos, cremas, amarillos anaranjados, rojizos, violeta oscuros y hasta morados. Esta diversidad ha sido también visualizada en el germoplasma de oca colectado en el Ecuador.

En lo que concierne a su valor nutricional, según el NRC (1989), los tubérculos de oca muestran una alta variación en sus niveles nutritivos; la mayoría tiene incluso valores nutritivos tan buenos o mejores que la papa. Como promedio, tiene un 84,1 % de agua; 1,1 % de proteína; 13,2 % de carbohidratos; 0,6 % de grasa y 1,0 % de fibra. El contenido vitamínico varía, pero puede tener cantidades significativas de retinol (vitamina A); los tubérculos amargos contienen hasta 500 ppm de ácido oxálico.

Mashua (*Tropaeolum tuberosum* R. y P., *Tropaeolaceae*).

La mashua está muy relacionada con la especie "capuchina" o "mastuerzo" (*Tropaeolum majus*), también de los Andes como su tierra nativa. En efecto, estas dos especies algunas veces se encuentran viviendo juntas, una cultivada y la otra como maleza, en las chacras indígenas (Acosta-Solís, 1980).

La mashua presenta innumerables nombres comunes que varían de acuerdo al país y al idioma, como, por ejemplo, nombres comunes recopilados en Monteros,



Figura 1.3. Follaje y flores de mashua (*Tropaeolum tuberosum* R. y P.).

(1996). En quechua: allasu, añu, apiñu, apiñamama, cubio, hubios, hubias, mashua, mashwa, ocaquisañu, yanaoca (oca negra); en aymara: apilla, isau, issanu, isaña, isaño, kayacha, miswha; guambiano (Colombia): puel; Páez (Sur Colombia): Puel; en inglés: anu, mashua, perennial nasturtium, tuber nasturtium; en alemán: peruanische knollenkresse; en francés: capucine tubéreuse; en italiano: tropeolo del Perú; en portugués: capuchina tuberosa. En las localidades del Proyecto Integral Las Huaconas encontramos los siguientes nombres comunes para mashua: en la comunidad Santa Rosa de Culluctús: zapallo, putzo, amarilla, marica, amarilla rayas rojas, amarilla ojos negros, blanca ojos rojos, chullita y negra con rojo; en San Pedro de Rayoloma: amarilla, zapallo, muro ronchis, quillu zapallo; en Virgen de las Nieves: amarilla y amarilla zapallo.

La mashua es una planta anual, herbácea, glabra en todas sus partes, de crecimiento inicialmente erecto que luego varía a semiprostrado y trepadora ocasionalmente mediante los pecíolos táctiles (Tapia *et al.*, 1979; Arbizu y Tapia, 1992). Las hojas son alternas, brillantes en el haz y más claras en el envés, peltadas con entre tres y cinco lóbulos. Las flores de mashua son solitarias, zigomorfas que nacen en las axilas de las hojas. El fruto es un esquizocarpo, formado de tres mericarpos uniseminados indehiscentes. La semilla botánica es viable (Cárdenas, 1969; Sparre, 1973; Robles, 1981, citados por Monteros (1996)).

La mashua tiene un alto contenido de carbohidratos (11 % en base fresca), alto contenido de ácido ascórbico (67 mg por 100 g en base fresca). El contenido de proteína puede variar de 6,9 % a 15,9 % en base seca. El principal componente de las Tropaeolaceas son los glucosinolatos, que pueden ser responsables para los usos medicinales de la especie (NRC, 1989). Las gentes andinas creen que los tubérculos cocinados son especialmente buenos para las enfermedades del hígado y los riñones (Acosta-Solís, 1980). Rendimientos sobre 70 000 kg/ha han sido registrados en parcelas experimentales en Ecuador y Cusco (Hermann, 1992; Arbizu y Tapia, 1992).

Los cálculos cromosómicos establecieron el número básico de $x = 13$. Las formas cultivadas muestran ser tetraploides $2n = 4x = 52$ (Gibbs *et al.*, 1978; Hermann, 1992; Arbizu y Tapia, 1992).

Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft, Umbelliferae).

La zanahoria blanca es originaria de los Andes (Castillo, 1984; Mujica, 1990), región en la que se han identificado

la mayoría de las especies del género *Arracacia* (Bukasov, 1930, citado por Mujica, 1990; Cárdenas, 1969), con una mayor variabilidad genética en el sur de Ecuador (Oviedo, citado por Castillo, 1984). La zanahoria blanca es la única umbelífera domesticada en las Américas (Hermann, 1992) y posiblemente su domesticación ocurrió en Colombia (Mujica, 1990). Bukasov, en 1930, citado por Cárdenas (1969) y Mujica (1990), sugiere que la zanahoria blanca es la planta cultivada más antigua de América. Indican, además, que el cultivo habría empezado a desarrollarse en época preincaica, pues existen restos arqueológicos de tumbas incaicas que parecen representar a la zanahoria blanca; sugieren que su utilización entre los Chibchas de la meseta de Bogotá habría precedido al de la papa y el maíz.



Figura 1.4. Morfología de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft).

El NRC plantea en 1989 la siguiente clasificación botánica: orden: Umbellales; familia: Umbelliferae; especie: *Arracacia xanthorrhiza*. Castillo (1984) indica que la zanahoria blanca mayormente cultivada en América del Sur corresponde a la *Arracacia xanthorrhiza* descrita por Bancroft en 1826, o *Arracacia esculenta* DC (1830).

Los nombres comunes de esta especie están relacionados con el idioma y la región (NRC, 1989) de la siguiente forma: en quechua: lagachu, rakkacha, huisampilla; en aymara: lakacku, lecachu; en español: arracacha, racacha, apio criollo (Venezuela); Arrecate, Virraca (Perú); zanahoria blanca (Ecuador); en portugués: mandioquinha-salsa, batata baroa, batata salsa, batata cenoura; en inglés: arracacha, racacha, white carrot, peruvian carrot, peruvian parsnip; en francés: arracacha, panéme, pomme de terre celeri.

La zanahoria blanca es una planta herbácea, caulescente (Hodge, 1959; Higueta, 1968). Usualmente alcanza altura de alrededor de 1.0 m (Hodge, 1959) y puede variar entre 0.50 y 1.50 metros (Castillo, 1984).

Sus hojas son compuestas, de 3 a 7 folíolos y el número de hojas por planta varía de 55 a 95, con pecíolos largos y envainadores (Mujica, 1990; Higuita, 1968; Castillo, 1984). Los pecíolos generalmente son de color verde oscuro, verde glauco, verde limón, púrpura, violáceo o vinoso, con la base más oscura o más clara (Mujica, 1990; Mazón, 1993, 1996). Las diferentes formas hortícolas se diferencian por el color del follaje y el color externo e interno de la raíz, de la que se encuentran amarillas, blancas y moradas (Higuita, 1977; Acosta Solís, 1980; Castillo, 1984; Hodge, 1959).

La inflorescencia es una umbela compuesta con flores púrpuras o amarillas (Higuita, 1968; Castillo, 1984; Hodge, 1959), poco frecuente (Mujica, 1990). Las flores son pequeñas y pentámeras. El ovario es ínfero que se desarrolla en un fruto seco de dos carpelos (Mujica, 1990). Las semillas generalmente no germinan y, en el mejor de los casos, tiene bajo poder germinativo (Cárdenas, 1969, citado por Mujica, 1990).

La cepa, conocida también como corona, es subterránea, cilíndrica y carnosa. Varía de 2,0 cm a 8,5 cm de espesor, y de 5,0 cm a 12,0 cm de diámetro. En la parte superior se insertan los colinos (Mujica, 1990). Los hijuelos y propágulos son estructuras que se utilizan para la multiplicación de la especie. Una planta puede producir de 8 a 31 colinos, los que tienen un período de conservación muy corto (Mujica, 1990). Las raíces comestibles se insertan en la parte inferior del tallo, de forma ovoide, cónica o fusiforme, y de color blanco, amarillo o púrpura, según la variedad. Puede alcanzar longitudes de entre 8 cm y 20 cm, y de entre 3 cm y 8 cm de diámetro. El número de raíces útiles por planta varía de 3 a 10 (Mujica, 1990).

Jícama ó Yacón (*Smallanthus sonchifolius* P. y E., Compositae).

La jícama pertenece a la familia de las compuestas, es originaria de los Andes y se distribuye desde Venezuela hasta el noreste Argentino. Las formas silvestres fueron encontradas por Bukasov en la meseta de Cundinamarca, en Colombia (FAO, 1992). En nuestro país, esta especie se cultiva desde los 2 100 hasta los 3 000 msnm, a lo largo de la Ceja Andina, zona en que las compuestas constituyen la familia más representativa. Crece en un amplio rango de suelos, con mejores rendimientos en suelos ricos y bien drenados (NRC, 1989). Puede encontrarse asociada con otros cultivos indígenas típicos de este piso altitudinal, como son el melloco, la mashua y la oca (Cañadas, 1983). Ha sido reportada en orden de importancia en las provincias de Loja, Azuay, Cañar y Bolívar (NRC, 1989).



Figura 1.5. Follaje de jícama (*Smallanthus sonchifolius* P. y E.).

Es una planta herbácea perenne que puede multiplicarse por semillas o rizomas. Forma un sistema radical muy ramificado del que salen tallos aéreos cilíndricos que alcanzan 1,5 m de alto. Las hojas son de forma variable, pinnatifidas en la base de los tallos, triangulares en la parte apical (León, 1964). Las inflorescencias tienen cinco brácteas verdes, triangulares y agudas; las flores externas están provistas de lígulas largas, de entre 10 mm y 15 mm de longitud, amarillas o anaranjadas, recortadas en el ápice, mientras que las centrales son tubulares y de unos 8 mm de largo. Las raíces son irregulares o fusiformes y desarrollan masas ramificadas en la base de la planta. Externamente son de color púrpura, la parte interna es carnosa y anaranjada (Meza, 1995; Zardini, 1991).

El crecimiento temprano es rápido. El período vegetativo dura alrededor de siete meses y se pueden alcanzar rendimientos de raíces de hasta 38 t/ha, aunque, según Nieto (1988), el potencial productivo de esta especie es muy significativo, ya que se pueden alcanzar rendimientos de raíces superiores a las 70 t/ha.

Las partes utilizables de la jícama son sus raíces tuberosas, de las cuales análisis bromatológicos determinan un 90 % de agua y, en 100 g de materia seca, un 5 % de proteína, 3 % de fibra, 4 % de ceniza y 85 % de carbohidratos. Un aspecto interesante de este

cultivo es que, a diferencia de otras raíces y tubérculos que almacenan carbohidratos en forma de almidón (polímero de glucosa), esta especie lo hace en forma de inulina (polímero de fructuosa) (FAO, 1992; Zardini, 1991). Además, existe una transformación de otras sustancias en azúcares mediante el proceso de exposición al sol, y existe un incremento de fructuosa del 2,4 % al 21 % (Nieto, 1988). Los contenidos de fructuosa en las raíces son muy altos en esta especie y, por ello, podría ser considerada como una fuente azucarera en zonas andinas. Otro de los potenciales usos de la especie es el forrajero; se puede alimentar al ganado con los tallos y las hojas, que contienen entre 11 % y 17 % de proteína (FAO, 1990).

Miso ó Mauca (*Mirabilis expansa* R. y P., Nyctaginaceae)

Se cultiva en Perú, Bolivia y Ecuador (Rea, 1982). Sus parientes silvestres pueden encontrarse desde Venezuela hasta Chile (Seminario, 1993).

Según Seminario (1988), hasta 1965 no se tenía información sobre la planta en estado cultivado. Sin embargo, actualmente se cree que es un cultivo muy antiguo y habrían sido los pobladores de las partes altas de Bolivia, Ecuador y Perú los primeros en domesticarla. Debido a su amplia distribución, variabilidad fenotípica, diversidad en nombres vulgares y usos, se sugiere que Cajamarca (Perú) es el primer centro de variabilidad genética de esta especie (Rea, 1982; Franco, 1990). Se

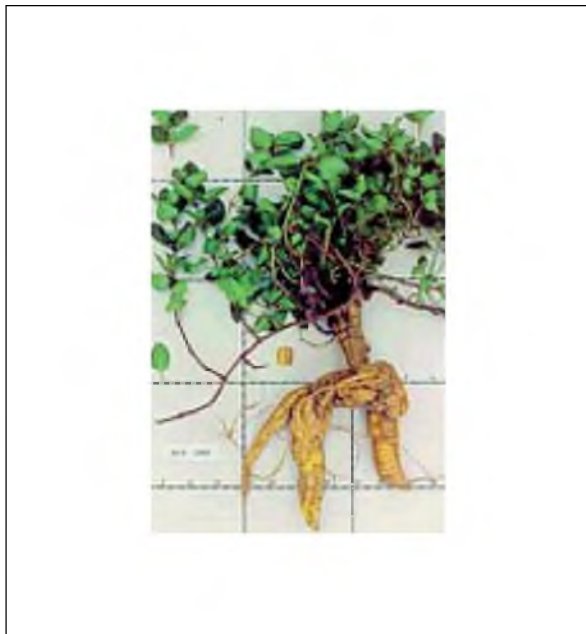


Figura 1.6. Follaje y raíces de miso (*Mirabilis expansa* R. y P.).

mantiene en pequeñas huertas y se cultiva asociada a otros cultivos, tales como maíz, cucurbitas, y arracacha, y permanece en el campo durante años, sobre la base de transplantes de partes vegetativas (NRC, 1989). Su cultivo se reporta a altitudes comprendidas entre los 2 200 msnm y los 3 500 msnm, y de preferencia en suelos profundos de textura media, y con buena proporción de materia orgánica (Seminario, 1993).

Mirabilis expansa alcanza aproximadamente un metro de altura. Los tallos cilíndricos están divididos por nudos, de los cuales salen pares de hojas opuestas. Las hojas son ovaladas de entre 3 cm y 8 cm de largo por 2 cm de ancho. Como en todas las demás Nyctaginaceae, las hojas son engrosadas, de verde oscuro y con nervios y bordes rojizos (Rea, 1967). Las inflorescencias están ubicadas en ramas terminales largas y finas de entre 3 cm y 6 cm de longitud. Las flores aparecen en una inflorescencia en cima. El androceo está representado por entre tres y cuatro estambres y el pistilo está formado por un ovario esférico terminado en un estilo curvo (Rea, 1982; Franco, 1990).

En el país se conocen dos morfotipos: uno, nativo de raíz amarilla y flores blancas, y otro, introducido, de raíz blanca y flores magenta (FAO, 1992). Según el NRC (1989), existen diferentes genotipos: uno, con flores púrpuras y raíces astringentes, y otro, con un amplio rango de color de flores de púrpura a blanco y no todas las raíces son carnosas.

El miso se propaga clonalmente al sembrar los brotes basales, pedazos de tallo o hijuelos. Se plantan en surcos o mejor en hoyos separados entre sí a una distancia de 80 cm a 100 cm. Los aporques deben ser cuidadosos, porque las plantas son delicadas. También se multiplica por semilla (FAO, 1990). Las plantas desarrolladas de brotes basales y semillas serían utilizables en aproximadamente un año; este período se prolongaría un poco más si se hace la multiplicación por hijuelos (INIAP, 1986). En general, el ciclo productivo es de un año. El rendimiento promedio de este cultivo es de 20 t/ha, aunque se ha registrado una producción máxima de 40 t/ha (Seminario, 1993).

Análisis bromatológicos determinan que 100 g de materia seca de raíz contienen 7,4 % de proteína, 4,8 % de fibra, 4,4 % de ceniza y 80 % de carbohidratos, y es el almidón el principal componente (INIAP, 1997), corroborado por el NRC (1989); el miso es más rico que otras raíces y tubérculos andinos en calcio, fósforo y potasio. Las partes utilizables de esta planta son los tallos y las raíces tuberosas. Los primeros, cuando están bajo tierra, son de color salmón, con los entrenudos sin hojas. Por lo general, son aplanados, carnosos, y miden hasta

5 cm de ancho y 50 cm de largo (FAO, 1990). Este cultivo es muy apreciado en las comunidades de valles templados, para la alimentación humana y animal.

Achira (*Canna edulis* Kerl - Gawler, Cannaceae).

La achira, es una monocotiledónea perenne de hasta 2,5 m de alto, es originaria de los trópicos americanos (León, 1987) y es muy probable que haya sido domesticada en la región andina (NRC, 1989), y se distribuye desde México hasta el norte de Chile.



Figura 1.7. Follaje y flores de achira (*Canna edulis* Kerl - Gawler).

Las hojas son enteras de 30 cm de largo por 12 cm de ancho, de color verde oscuro con venas color café rojizas. Las flores brotan en racimos al final de un vástago que crece entre la base envolvente de las hojas; cada flor tiene en la base dos brácteas; el cáliz se compone de tres sépalos y la corola roja tiene tres pétalos delgados de entre 4 cm y 6 cm de largo (León, 1987; Tapia *et al.*, 1996).

En los climas cálidos del trópico, se propaga por brotes jóvenes o por rizomas (que son ricos en féculas). Los rizomas tienen un diámetro entre 5 cm y 10 cm, y un largo de entre 10 cm y 15 cm y hasta 20 cm. Los tallos crecen en número variable en buenos suelos y clima adecuado (de 8 grados hasta 20 grados o más). La vegetación de la planta es de entre cuatro y ocho meses, según la temperatura promedio y la pluviosidad. Las flores son color rojo vivo, pero hay variedades amarillas, anaranjadas, etc. Produce semillas negras y redondas, en cápsulas, pero no son fértiles. La achira es planta perenne, pero desde el punto de vista agrícola se "cava" cada año sus rizomas almidonosos. Estos rizomas cocidos se vendían en los mercados abiertos de Patate, Baños, Pelileo, Ambato, etc. (Acosta-Solís, 1980).

Citológicamente, el *Atlas de Cromosomas* señala para la achira la característica $2n$, 18 cromosomas (Acosta-Solís, 1980).

La Situación de las Raíces y los Tubérculos Andinos

Origen e importancia

La producción, el consumo y la utilización de las RTAs en Ecuador mantienen una tendencia decreciente. Con la excepción de zanahoria blanca en la zona de San José de Minas, provincia de Pichincha, en todas las demás zonas coinciden en indicar que entre 10 años y 20 años atrás se cultivaban y consumían más todas las RTAs.

Las RTAs son cultivos con orígenes muy antiguos, que ocupan nichos con bastante variabilidad ecológica y cultural, y desempeñan roles distintos en los sistemas de cultivos. Por esta razón, es difícil establecer generalidades sobre estos cultivos en Ecuador. En la variabilidad se encuentra una riqueza, lo que muestra que la dotación de la variabilidad genética y la adaptación que los seres humanos han hecho para aprovecharse de ella constituye una verdadera riqueza del país.

En estos cultivos, que se siembran en pequeñas superficies y muchas veces asociadas a otros cultivos, existen dificultades para precisar datos estadísticos. Además, en comparación con otros productos, se ha generado y difundido muy poca información de estos productos que antes constituían componentes importantes de la alimentación de nuestros pueblos.

Estadísticas oficiales

El Estado ecuatoriano generó, hasta 1995, estadísticas oficiales de superficie y producción para melloco, zanahoria blanca y oca. Aunque se presume que existe un sesgo en la información de estos cultivos, por el hecho de que ellos son sembrados en pequeñas superficies y generalmente asociados; se presentan los datos de las estadísticas nacionales en el Cuadro 1,1, con el fin de analizar las tendencias. Según estos datos, la producción de melloco bajó, de 5 625 t en 1986, a 2 407 t en 1995. La oca, de 3 949 t a 2 357 t. En contraste, la zanahoria blanca ha subido, de 524 t, a 1 507 t. En los demás cultivos, como mashua y achira, aunque no se dispone de datos, los expertos de campo consideran que la tendencia es decreciente.

En el Cuadro 1.1 sorprende que la superficie y la producción de oca a nivel nacional sea mayor que la de

Cuadro 1.1. Superficie y producción de melloco, oca y zanahoria blanca en Ecuador

Año	Melloco		Zanahoria blanca		Oca	
	Superficie ha	Producción t	Superficie ha	Producción t	Superficie ha	Producción t
1986	1900	5 625	--	--	1 400	3 946
1987	639	3 325	261	524	524	2 669
1988	559	3 126	236	876	389	2 248
1989	567	3 096	190	398	413	2 110
1990	610	3 294	110	385	399	2 224
1991	470	1 322	60	205	540	1 323
1992	610	1 981	160	595	1 740	3 140
1993	550	1 619	150	707	1 090	1 783
1994	----	----	180	971	1 240	3 487
1995	690	2 407	340	1 507	880	2 357

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Compendio Estadístico Agropecuario (1994).

melloco, ya que a simple vista se puede observar un mayor volumen de venta de melloco que de oca, tanto en los mercados urbanos como rurales. La forma de cultivo, y probablemente los métodos de muestreo del Sistema Estadístico Agropecuario Nacional (SEAN), crean un sesgo sistemático al subestimar la superficie y la producción de estos cultivos.

Los rendimientos de zanahoria blanca también se considera que están sesgados; el INIAP reporta que los rendimientos varían, de 5 a 15 t/ha (Mazón *et al.*, 1996); en este estudio se comprobaron rendimientos de 17 t/ha, cifras superiores a los 4,7 t/ha reportadas en las estadísticas nacionales. Un rendimiento promedio, de

acuerdo a estas fuentes de información, estaría en 13,8 t/ha.

Los rendimientos de oca de las estadísticas nacionales también se consideran bajos (1.6 t/ha). El INIAP reporta, por ejemplo, un promedio de 14,5 t/ha (Caicedo, 1993) y, en este estudio, se comprobaron rendimientos de 28 t/ha. Un rendimiento promedio, de acuerdo a estas fuentes de información, estaría en 16 t/ha.

En el año 2000 se realizó el III Censo Agropecuario. En el Cuadro 1.2 se resumen los datos sobre el número de Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs), la superficie y la producción obtenidos.

Cuadro 1.2. Número de Unidades de Producción Agropecuaria - UPAs, superficie y producción de las RTAs

Concepto	Melloco	Oca	Zanahoria blanca
Número de UPAs en monocultivo	4 249	6 377	493
Superficie cosechada en monocultivo (ha)	1 169	1 544	100
Producción en monocultivo (t)	2 567	2 550	365
Número de UPAs en cultivo asociado	1 024	856	170
Superficie cosechada en cultivo asociado (ha)	469	382	162
Producción en cultivo asociado (t)	376	249	40
Total de número de UPAs	5 273	7 233	663
Total de superficie cosechada (ha)	1 638	1 926	262
Total de producción (t)	2 943	2 799	405

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería e Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Proyecto CICA 2002.

En melloco, las principales provincias productoras son: Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar y Pichincha. En oca, las provincias de Chimborazo, Cañar, Tungurahua y Azuay. En zanahoria blanca, Tungurahua y Pichincha. De acuerdo a estos datos, destaca la provincia de Tungurahua en la producción de todas las RTAs.

Producción de los tubérculos andinos en la Provincia de Carchi

Producción del melloco

Clasificación local. El melloco es objeto de un amplio conocimiento agrícola y reporta una interesante clasificación local. Las formas de clasificación de los cultivos andinos hacen parte del conocimiento local o nativo que tienen incidencia sobre la manera en que aquellos son tratados y utilizados en la vida diaria. No necesariamente va a coincidir con las clasificaciones científicas y lo que diferencian los agricultores puede o no constituir "ecotipos diferentes". Para el caso del melloco, en la provincia del Carchi se encuentra la siguiente clasificación: mellocos rosados largos (rosado, chincheño, gallito y blanco) y redondos (rosado, riñón o wasca y rojo duro), y mellocos amarillo-verdosos largos (verde azulejo y amarillo) y redondos (verde azulejo, mixturado y amarillo mixturado).

Los mellocos rosados forman un grupo en el que sus componentes se relacionan por una tonalidad que va desde el rosado pálido hasta el púrpura; en este grupo se ha incluido también el melloco blanco, porque los informantes locales manifiestan que se trata del mismo melloco rosado redondo, pero que ha sido sembrado en alturas superiores a los 3 100 msnm. En efecto, ambas clases de mellocos tienen una misma forma y tamaño y sólo varía la tonalidad. El caso del melloco gallito es algo diferente, pues, al decir de los informantes, se trataría de una subclase de los mellocos rosados largos que "ha formado ojos" (al modo de las mashuas o las ocas).

El melloco rosado largo es el preferido en la provincia; se alaba su buen sabor, poco mucílago y la rapidez con que se le cocina; efectivamente, en poco tiempo de cocción (1/2 hora), el color de este melloco se torna blanco amarillento y es muy suave al comer. El chincheño se produce en abundancia en el sector de Julio Andrade y tiene mucha demanda en el sur de Colombia, donde se dice que es la variedad predilecta. Es bastante parecido al rosado largo en la forma, aunque su color es más intenso y su cocción es más larga. La diferencia fundamental es el tamaño de tubérculos de cada variedad, pues los rosados largos pueden alcanzar

mayores dimensiones ("como plátanos hartones"), aproximadamente una cuarta de longitud.

El melloco blanco tiene un mayor contenido de mucílago y se caracteriza por ser un melloco de altura. El melloco riñón tiene un color púrpura pálido; una vez cocinado, se puede apreciar un sabor un tanto más amargo que los otros (se dice que contiene yodo); su centro es blanquecino y mucilaginoso, y la cáscara presenta más resistencia al morderla.

El melloco rojo duro tiene una consistencia como la de la papa y muy buen sabor; se caracteriza porque aún después de una larga cocción no llega a suavizarse completamente. Es una variedad muy apetecida por algunas personas mayores.

El grupo de los mellocos amarillo verdosos no es muy apreciado en la provincia, aunque, por la preferencia en el mercado de la capital por el melloco amarillo, éste ha tenido alguna difusión en los últimos tiempos. En general, estos tubérculos aparecen marginalmente en las cosechas de los rosados.

Si bien en los mercados urbanos locales se observan puestos donde se presenta el melloco rosado largo lavado y seleccionado, no es difícil observar otros puestos de venta donde, junto a éstos, se encuentran los blancos y rosados redondos. Los mellocos que se sirven en una casa del área rural no están seleccionados; se entremezclan, por ejemplo, los rojos duros con los riñones y los rosados largos.

Tubérculos-semilla. El agricultor identifica la mejor parte de la sementera para dejarla dos meses después de la cosecha y así obtener tubérculos con "ñaves" o brotes. Se pueden también recoger los tubérculos y ponerlos en el soberado o en "colcas," que son huecos que se cavan en el suelo y se tapan con palos o terrones; con el sol, la semilla se endurecerá y se facilitará el brote.

Los tubérculos-semilla se guardan de la propia producción o se compran de los vecinos; en ocasiones, se siembra "al partir" (se comparten los costos de producción) para obtenerla. En muy raras ocasiones se compra en el mercado.

Preparación del terreno. Los agricultores del Carchi dan mucha importancia, para el cultivo de melloco, a una buena preparación del terreno. Por esta razón, el cultivo se realiza después de la papa y nunca inmediatamente después de un potrero (pradera natural). Es común realizar tres ciclos de papa y dos de tubérculos andinos, aunque el primer ciclo de éstos últimos rinde mucho más.

Los agricultores indican que el melloco crece mejor cuanto más suave es el suelo. La preparación del terreno se realiza a mano (“a la palita”, al decir local), principalmente porque la accidentada topografía no facilita la mecanización. Además, se manifiesta que el peso del tractor o los bueyes pueden producir compactación del terreno, lo que no beneficia al cultivo.

Siembra. La siembra debe realizarse el mismo día que se ha terminado el surco, pues de lo contrario se puede formar una “cáscara de tierra” (encostramiento) que impide que el melloco produzca adecuadamente. Las distancias de siembra son de entre 0,80 m y 0,90 m entre surcos, y de entre 0,40 m y 0,50 m entre plantas.

El número de tubérculos por golpe en la siembra depende del tamaño de los mismos, y oscilan entre dos y siete. La cantidad de tubérculos-semilla se calcula entre 16 y 18 quintales por hectárea (729-818 kg/ha). Una práctica reconocida en la zona como beneficiosa es cambiar la semilla de la zona baja a la zona alta (o a la inversa), en el siguiente ciclo de producción. Los agricultores se fijan mucho en las fases de la luna para escoger la fecha de siembra.

Labores culturales. Todos los agricultores manifiestan la importancia de un buen control de malezas para el cultivo, el cual, por esta causa, es más afectado que otros. Todos los agricultores realizan este control en forma manual.

Una primera deshierba puede ser realizada a los dos meses, cuando emerge el cultivo. Junto con esta primera deshierba se realiza una “tapada de tierra” y ocasionalmente un abonamiento suave. Los agricultores indican que el “ñave” o brote del melloco es tan débil que, si siente un abono fuerte, se puede “cocinar” y no brota.

Entre los tres meses y medio y cuatro se realiza la práctica conocida como formación de huacho, cuyo resultado es que la planta queda en el lomo del huacho, tapada con la tierra suavizada. A los cuatro meses y medio se realiza una segunda deshierba, que coincide con la segunda fertilización.

Los agricultores también manifiestan que, si el melloco desarrolla “bastante mata”, se acostumbra colocar tierra encima para que “granee” (tubercice) bien. Si la planta está normal, esta práctica es negativa, ya que puede producir el amarillamiento.

Fertilización. Al sembrar el melloco después de la papa, los agricultores están utilizando el efecto residual del

fertilizante, razón por la cual no lo aplican. Existen, sin embargo, agricultores especializados que acostumbran realizar dos fertilizaciones. La primera, a los dos meses, cuando aplican un fertilizante completo (10-30-10 ó 18-46-0 de N-P-K respectivamente) en corona, en una cantidad por planta equivalente a la que puede sujetar con los dedos de la mano extendidos. La segunda fertilización (“chicta”) se realiza a los cuatro meses y medio, con un abono completo (ejemplo 8-20-20 de N-P-K) a chorro continuo, en menor cantidad que en la primera fertilización.

El INIAP, a través del Programa de Cultivos Andinos, encontró los mejores rendimientos con dosis de 50-80-40 kg de N-P₂O₅-K₂O por ha. Esto corresponde aproximadamente a 5 sacos de 45 kg de 10-30-10 a la siembra y 45 kg de úrea aplicados a los 45-60 días (INIAP, 1993).

Plagas y enfermedades. Las principales plagas del melloco, identificadas por los agricultores de la zona, son el “cutzo” (*Barotheus* spp.) y el gusano cortador (*Agrotis* spp.). El cutzo mastica los tubérculos y produce cavidades y perforaciones características. El gusano cortador troza las plantas pequeñas o corta las hojas.

Las principales enfermedades son la “roya” (*Puccinia* spp.) y el “polvillo” (*Oidium* spp.). Los síntomas de la roya se presentan, fundamentalmente, en la cara interior de la hoja, en forma de pústulas pequeñas y redondas de color anaranjado. Esta enfermedad puede reducir los rendimientos si no se la controla oportunamente. El polvillo se presenta con manchas pulverulentas blancas en ambas caras de la hoja; por lo general, aparece al final del período vegetativo y su efecto no es muy significativo.

La mayoría de agricultores no hace ningún control sanitario en melloco y manifiestan que, si se hiciera lo propio en la papa, no cosecharían nada. En sus palabras califican al melloco como un producto de “carácter”, porque las enfermedades demoran más en este cultivo y no se pierde de un momento a otro, como sucede con la papa. Existen, sin embargo, agricultores especializados que en un año lluvioso pueden realizar cuatro fumigaciones. Cada fumigación tiene una combinación de pesticidas influenciada por lo que hacen en papa. Se incluye un fungicida como Manzate (Mancozeb), un insecticida como Furadan (Carbofuran), que por su alto costo sólo se realiza en la primera y en la última fumigación. En las restantes, se utiliza Monitor (Metamidophos). Adicionalmente, se incluye un producto para la prevención de la roya, como Tilt (Propiconazol), y un abono foliar.

El Programa de Cultivos Andinos del INIAP (1993) recomienda, cuando el ataque de plagas es muy severo, utilizar Thiodan o Curacron, en dosis de 1,5 cc por litro de agua.

Cosecha. La cosecha se realiza a los ocho meses y puede extenderse durante dos meses más. Más allá de este período, el melloco se vuelve “caratoso” (cubierto por una escama y cambia el color). Esta labor demanda mucha mano de obra, aspecto considerado por el productor como negativo. Mientras un jornalero puede recoger entre 12 quintales (1 qq= 46 kg) y 15 quintales de papa por día, apenas en melloco logra recoger entre dos y tres, ya que los tubérculos son pequeños y numerosos. Durante la cosecha, el jornalero debe estar hincado o sentado, en contacto directo con la humedad del suelo, razón por la cual no le agrada esta labor y por ende solicita un mayor pago.

Clasificación. Los productores que obtienen producciones menores acostumbran a clasificar los tubérculos inmediatamente después de la cosecha, sobre el terreno, y separan los mejores tubérculos para la venta. Los productores que obtienen mayores producciones no clasifican, y mezclan toda la producción en costales que sacan para la venta sin pesarlos.

Conservación. En el caso del melloco, los agricultores consideran ideal cosechar, cocinar y comer este tubérculo; la fresca es muy apreciada y, por lo demás, el melloco rosado, al recibir el sol, va adquiriendo un tono amarillento y perdiendo su gusto. Difícilmente se lo guarda más de 15 días.

Comercialización. Todos los productores acostumbran a sacar personalmente el producto, principalmente para la venta en la feria del viernes en la ciudad de San Gabriel. Esta costumbre se realiza con independencia de la cantidad disponible para la venta, una arroba o varios quintales. La producción es comprada al contado por comerciantes de la localidad o procedentes de la ciudad de Quito, quienes más tarde empacan el producto en fundas plásticas pequeñas. Los productores que obtienen mayores cantidades de melloco manifiestan que no es conveniente sacar volúmenes mayores de melloco a una sola feria, ya que los comerciantes se ponen de acuerdo y le bajan el precio. El sacar entre 10 quintales (1 qq = 46 kg) y 15 quintales, con un máximo de 25 quintales, es conveniente. Las cantidades restantes se pueden colocar en otras ferias de la localidad o en la ciudad de Ibarra.

Preparación y consumo. De los tres TAs, el que gusta y se consume más es el melloco, tanto en las zonas

urbanas como en las rurales (dos y hasta tres veces por semana, según las personas entrevistadas).

El melloco se cosecha, se cuece y se come; es una comida de sal, es decir, se adapta a preparaciones culinarias como sopas (locro de mellocos junto con papa, haba, repollo), ensaladas, y en combinación simple con otros productos cocidos como las habas o las papas. Un plato muy apetecido en la zona es el guiso: melloco cocinado, picado, sazonado, con refrito, leche y maní, acompañado de sal y/o ají.

Algunas amas de casa señalan como una limitante para la producción y el consumo de mellocos el hecho de que éstos no tienen la versatilidad culinaria que tiene la papa. Esta versatilidad, unida al precio y a la demanda, hace que la papa tenga una situación muy diferente a la de los tubérculos andinos, y bastante semejante a la que presenta el maíz. Pero una de las ventajas señaladas para estos productos es el hecho de que pueden servirse hasta tres días después de haber sido cocinadas sin que pierdan el sabor ni se agrien; presentan una muy buena digestibilidad, pues son una comida muy liviana.

Producción de la oca

Clasificación local. El conocimiento local sobre la oca es bastante más restringido y hasta confuso por el hecho de que se han perdido algunos ecotipos de ocas que antes se cultivaban. Se conocen, principalmente, las ocas blancas, amarillas y las chauchas. Se mencionan también la oca señorita o rosada, la chaquilula, la vicunda y la mareña.

Algunos de estos ecotipos sólo se señalan por referencias de los informantes. En la zona de San Gabriel, se pudo identificar y recoger ocas únicamente blancas, chauchas y señoritas. De entre estas tres, la preferida es la chaucha.

La oca blanca rinde mejor en la altura y presenta un mayor tiempo de conservación frente a la chaucha. Esta última está mejor adaptada en las zonas bajas (2 800 - 2 900 msnm), se produce y se cuece en menor tiempo. La característica más visible de la oca chaucha es su tubérculo amarillo-crema, que presenta pequeñas manchas de color rosado sobre los ojos. Se dice también que esta oca endulza mejor y que es más combinable para cualquier preparación culinaria. Esta oca es, sin embargo, más delicada y requiere mayores cuidados (ejemplo: si se golpea, se echa a perder y se pudre con mucha facilidad). Estos dos ecotipos tienen gran salida en el mercado local y provincial, al contrario de la oca señorita de color rosado con ojos blancos, cuyo cultivo se va perdiendo paulatinamente.

La oca amarilla se encuentra poco pero con certeza aún se cultiva en la provincia. No se pudo observar ningún tubérculo de la clase referida como chaquilula-ojos morados, crespa, ni de la mareña-morada larga y gruesa, ni de la vicunda-morada oscura de ojos blancos.

Estas últimas clases de oca, que según los informantes rendían mejor en el monte (por la humedad y la cobertura de los árboles), parecen haber desaparecido del mismo modo en que lo hicieron la mashua amarilla y la negra. Esta última, localmente conocida como majua, relegada ahora sólo a unas pocas matas en el mejor de los casos y en razón de su valor medicinal.

Tubérculos-semilla. Al tratarse de la oca, por lo general no se escoge “semilla”, sino que se deja una cantidad de tubérculos en el mismo lote donde se ha sembrado, y se espera a que broten (“nazcan”) o les salgan “ñaves” (brotes). Esta práctica se explica por el hecho de que las ocas amontonadas en la casa tienden a pudrirse, más aún cuando se trata de las ocas chauchas, que son tan delicadas; igualmente se pudren si se mojan o se golpean, por lo que es preferible dejarlas en la tierra.

Si bien la práctica de dejar la “semilla” en la tierra es la más generalizada para el caso de la oca, algunos agricultores prefieren cosechar todo lo sembrado y escoger, entre los tubérculos, los de primera, para la venta y el consumo, los de segunda, para “semilla”, y los de tercera, para alimentar a los chanchos.

Un informante dijo que siempre tiene tubérculos-semilla; por lo menos durante 15 años ha venido sembrando y guardando. Sin embargo, al sembrar de la misma semilla y en el mismo lugar, la “semilla” de oca se degenera y produce tubérculos mucho más pequeños.

Labores culturales. Los agricultores indican que la oca es un cultivo que no requiere mayor atención después de la siembra. La tecnología del cultivo de este tubérculo es muy similar a lo que se ha descrito para el caso del melloco. Asimismo, no hay una época del año en que se deba sembrar las ocas, sino que se siembra cuando se disponga de semillas y facilidades.

El ciclo de cultivo de la oca es variable por la altura y el ecotipo (seis meses para la oca chaucha y de ocho a nueve para la oca blanca). Como se mencionó con anterioridad, la oca chaucha es un ecotipo mejor adaptado a las tierras bajas y es más precoz, y la oca blanca, a las tierras altas. Las ocas algunas veces se siembran en asociación con habas (una mata de oca, una mata de haba); cuando la asociación es con ocas chauchas, se cosechan junto con las habas tiernas (a los seis meses); cuando la asociación es con ocas blancas,

las habas maduras salen al mismo tiempo que éstas (nueve meses).

Preparación y consumo. La oca se prefiere en las zonas rurales, el consumo es mayor cuanto más periférica es la zona; se consume en diversas preparaciones hasta dos veces a la semana en épocas de cosecha.

La oca tiene una preparación más diversificada que el melloco, en dependencia de si se utiliza al fresco o después de haberse asoleado/curado. Al fresco, recién cosechada, se utiliza para sopas, cortada como las papas y, al decir de algunas personas, tiene un gusto mejor que el de la papa. También se hace puré de ocas y envueltos como el “quimbolito” (la oca se muele cruda y después se sazona con dulce y se envuelve en hojas de achira o mijao, y se cocina como las humitas).

El proceso de asoleo de la oca no tiene un número de días determinado; recién cosechada, presenta un color claro que va amarillándose tras cada día de sol; asimismo, va “soltando la humedad y poniéndose chuchuquita” (seca y suave). Las ocas se pueden asolear de dos modos: directamente extendidas sobre el suelo al sol o colgadas sobre una sogá, amarradas entre dos de ellas. En ocasiones, se escogen las ocas pequeñas para locro (y comidas de sal) y las grandes para endulzar. Ya endulzadas por el asoleo, las ocas se comen preferentemente con dulce (miel de panela) o en coladas. La colada de oca tiene un gusto y un color muy semejantes a los del zapallo. En Carchi la gente expresa un especial gusto por la mezcla de ocas con leche.

Con frecuencia, la oca, en lugar de asolearse, es dejada en el soberado para que se seque con el humo de los fogones. Después de un tiempo de someterse a este proceso (aproximadamente un mes), la oca pierde la cáscara con suma facilidad y adquiere muy buen gusto, por lo que se prefiere para algunas preparaciones.

Conservación. La oca chaucha al fresco puede guardarse unos 15 días sin que pierda su calidad, en contraste con la oca blanca, cuyo tiempo de almacenamiento es superior a los dos meses. El tiempo de almacenamiento de las ocas, sin embargo, se extiende considerablemente después de haber sido expuestas al sol o dejadas en el soberado.

Comercialización. Se dice generalmente que “la oca no es negocio” porque no goza de un mercado tan extendido como el melloco. En una provincia donde la agricultura está orientada “al mercado”, algunos productos, como las ocas, podrían perderse debido a la limitada demanda y un período prolongado de precios bajos.

Algunos aspectos culturales. En general, los TAs no son alimentos que tengan un alto estatus culinario. Si bien es la mashua la que se asocia directamente con la pobreza y la rusticidad, tanto el melloco como la oca comparten este estigma en menor o mayor grado.

Es interesante constatar que, pese a que todos los hogares rurales producen y consumen tubérculos andinos, las ocas y los mellocos se sirven en la intimidad de la familia, puertas adentro, o se regalan a familiares muy íntimos dentro de la localidad o que han migrado a otras provincias o ciudades más grandes. Ni siquiera las que se refieren como las más deliciosas preparaciones con oca y melloco se sirven en las fiestas; cuando hay matrimonios, bautizos u otras celebraciones, se prefieren la carne, las papas, el maíz e incluso las habas. Cuando se tienen invitados o visitas en la casa, no se les ofrece ocas ni mellocos, aunque sea la comida que se haya preparado para ese día; sólo si el visitante los pide expresamente se le puede servir; de lo contrario, parecería que se le quiere ofender al ofrecerle una “comida de pobre”.

Al ser entrevistados, los más jóvenes manifiestan su poco gusto por el consumo de los tubérculos andinos, y expresan que en sus casas se come demasiado y que ellos prefieren otro tipo de alimentos. Para los mayores, sin embargo, son las comidas más elaboradas y que tienen entre sus ingredientes los productos de la zona, las más apetecidas; estas comidas “antiguas”, como el morocho cholo (con trigo y leche), la quinua, el sambo, el locro de chauchas, requieren mucho tiempo y dedicación en su preparación y van siendo dejadas de lado paulatinamente. En la actualidad, se prefieren las comidas rápidas, como la sopa de fideos.

La fanesca, preparada para Semana Santa, es quizás la única comida de celebración –aunque con orientación al consumo familiar y no precisamente festiva–, cuya base se compone de mellocos, ocas y papas; esta base de preparación es bastante diferente de la que se observa más al sur del país, donde a menudo la adición de melloco es vista como una práctica que le resta “finura” a la fanesca.

Quizás el bajo estatus y la estigmatización que sufren los tubérculos andinos (TAs) se deben a la propia rusticidad del cultivo; hay quienes señalan que a las mashuas, e incluso a las ocas, hay que arrancarlas con decisión para que no vuelvan a brotar en la tierra que han sido sembradas alguna vez. Los tubérculos renacidos en una sementera se conocen como urma: tubérculos madre que volvían a servir para una segunda producción a partir de un ojo que no había nacido la primera vez. De

este modo, mashuas, ocas y mellocos se transforman en “malezas” de otros cultivos más comerciales.

Producción de zanahoria blanca en San José de Minas

Clasificación local. De acuerdo con los productores, la zanahoria blanca es un cultivo tradicional de la zona que antiguamente se mantenía sólo con fines de consumo doméstico. Hace algunos años, se trajo del nor-occidente de Pichincha una buena cantidad de colinos de una variedad blanca que se extendió rápidamente por esta zona y llegó a dominar la producción local. Las variedades que se conocían antes tendieron a desaparecer debido a ciertas características que no las hacían competitivas en el mercado. Se diferencian, entonces, los siguientes tipos de zanahoria blanca por el color y el tamaño de la raíz:

Blanca: variedad cultivada para ser comercializada; la raíz es de un color blanco claro. Muy delicada. Necesita ser cuidada desde el momento de la siembra.

Blanca gruesa: produce más tronco y menos raíces de mayor grosor que la anterior y de un color blanco algo más opaco.

Amarilla: se conoce también con el nombre de “campera”. Se cultiva únicamente para consumo doméstico o, como dice un informante, “para beneficio de la casa”; no tiene salida en el mercado, pero para el gusto local tiene una mejor aceptación. La raíz es de color amarillo y se caracteriza por tener más tronco, por lo que se siembra también para alimentar a los chanchos. Desarrolla menos producto en las raíces, pero a la vez es más resistente y no requiere de controles fitosanitarios.

Morada: presenta una coloración especial en las hojas y en las raíces. No produce mucho.

La zanahoria blanca es un cultivo que requiere de mucha luminosidad, humedad y calor. No es conveniente sembrarla a la sombra ni bajo los árboles, porque las plantas son afectadas, incluso, por las gotas de lluvia que quedan en los árboles y luego caen. Igualmente, el exceso de lluvia puede afectar un cultivo hasta el punto de ocasionar una pérdida total.

Preparación del terreno. La preparación del terreno varía según la pendiente y el tipo de productor. Por lo general, se compone de una cruz, una rastra, una rastra de igualación y el surcado o “huachada”. Los “huachos” (surcos) se trabajan a una distancia de 0,90 m y corren paralelos sobre el terreno que vaya a sembrarse. Los

huachos que, por las irregularidades del terreno, quedan incompletos, se llaman guagua huachos.

Algunos productores prefieren lo que conocen como huacho carandi; éste requiere un menor movimiento de la tierra, pues sólo se huequea el lugar donde se va a poner la planta. Ésta es una estrategia de conservación del suelo que se practica tradicionalmente.

Preparación de los colinos para la siembra. Cuando las plantas de zanahoria blanca están maduras y “en sitio”, se extrae una cuarta parte de ellas para obtener los colinos. Este proceso se conoce como capada y debe realizarse antes de la cosecha, para evitar que después la planta se ponga “anga” y se haga problemático el corte. Para obtener los hijuelos, se escogen las plantas más grandes y vigorosas.

Los colinos deben prepararse el día anterior a la siembra. Además, cuando se trata de una producción comercial, se desinfectan con Vitavax.

Siembra. En la zona, se considera a la siembra una labor adecuada para mujeres, pues éstas tendrían mejores aptitudes para las “labores de mano”. Una razón adicional tiene que ver con el hecho de que la fuerza de trabajo femenina recibe una menor remuneración que la masculina. Las mujeres cargan a su espalda bultos llenos de colinos y se ubica, cada una, al principio de un huacho para empezar la siembra; raspan la tierra y ubican dos o tres colinos por hueco, a la distancia de un paso corto (entre 0,35 m y 0,50 m). La distancia entre plantas está determinada por las preferencias del productor, pues al haber más espacio entre plantas, éstas engrosan mejor, mientras que, al ser sembradas más próximas, se cuenta con más plantas.

La mejor época para sembrar la zanahoria blanca es al inicio de las lluvias, en septiembre y octubre. Sin embargo, debido a las constricciones del mercado y a las condiciones ecológicas de la parte más alta, que permiten la retención de humedad durante todo el año, los productores en la actualidad la siembran en cualquier momento, incluso en julio, al inicio del verano. En la zona baja es imprescindible esperar el invierno, a menos que se disponga del suficiente caudal de agua de riego. Algunos productores informan que, en el verano, las plantas corren también el riesgo de agusanarse.

Labores culturales. Los ciclos lunares indican los momentos más apropiados para la realización de la siembra, la cosecha y las labores culturales. La luna llena y el quinto día de luna son perjudiciales para la siembra y la cosecha de las plantas, porque el producto se vuelve delicado, no dura y no se puede guardar. Las deshieras

deben hacerse durante la luna tierna, porque las malezas arrancadas no vuelven a crecer; igualmente, la obtención de los colinos, porque de lo contrario éstos se pudren.

Al momento del brote de las plantas, cuando aparecen dos hojitas al mes y medio de la siembra, se realiza un raspado o raspe para eliminar las malezas, y una pala, que consiste en dar paladas que suavizan, raspan e igualan la tierra para permitir la oxigenación de las plantas. Esta labor se conoce como suavizada, chicta o molde limpio. No se debe poner mucha tierra porque se ahoga la planta; se debe cuidar de que todo el follaje quede sobre el suelo. Se dice que la zanahoria blanca necesita “airearse” para desarrollar.

Cuando llueve mucho y la maleza crece y molesta el desarrollo de las plantas, se realizan por lo menos dos deshieras más. También se pasa a mitad de ciclo una yunta: medio paloncito o partida de huacho.

Fertilización. Los agricultores consideran que este cultivo debe ser realizado en terrenos nuevos o que han sido sometidos a una rotación, pues es una planta que consume mucho nutriente del suelo. En la zona, se dice que es una planta “caliente” por su característica de desgastar el suelo. Con frecuencia se incorpora abono orgánico al suelo y, aunque tradicionalmente no se han utilizado fertilizantes químicos en el cultivo, en la actualidad algunos agricultores utilizan una mezcla de tres partes de urea y una parte de fertilizante completo (10-30-10 ó 18-46-0 de N-P-K respectivamente), la cual es aplicada cuatro meses después de la siembra.

Higueta (1968) recomienda fertilización con 50-60 kg/ha de N, 150-210 kg/ha de P_2O_5 y 50-60 kg/ha de K_2O , de acuerdo con la fertilidad y el análisis de suelo.

Plagas y enfermedades. La variedad comercial de la zanahoria blanca es muy susceptible de sufrir pérdidas si no se realizan los controles fitosanitarios suficientes. Se requiere mucha humedad en la época de siembra, pues, si la tierra está muy seca, aparece el gusano negro trozador del tallo. Los agricultores consideran que este gusano está en la tierra durante el día y en la noche sale a quebrar o comer el tallo, lo que impide que la mata prospere y se levante. Los productores “fumigan” el suelo con productos como el Curacron.

Al principio del ciclo se realiza un tratamiento preventivo, que consta de Ridomil, insecticida: Malathion, Curacron, y un fungicida sistémico. Con este tratamiento se está previniendo también el ataque del “pulgón”.

Otro problema constituyen las mariposas blancas que depositan huevos que, luego, se convierten en gusanos

verdes que se comen la mata y no dejan desarrollar la raíz. Se presentan en cantidades abundantes y, si no se controlan, pueden echar a perder la producción por completo. Los agricultores lo controlan con Malathion disuelto en agua (½ cucharada en 15 l de agua). Es importante que no esté muy concentrado, porque podría llegar a chamuscarse la planta.

La lancha es un grave problema, así como la pudrición que puede acabar con las plantas de un día para el otro. Los productores realizan un promedio de dos aplicaciones—con un máximo de tres—de Trimiltox Forte, Triziman D o Captan.

Cosecha. Las hojas “bajeras” (más tiernas) se amarillean y así señalan el tiempo de cosecha, lo que ocurre más o menos al año de haberse sembrado. Es importante, para los agricultores, determinar con precisión el momento de realizar la cosecha, pues, cuando la zanahoria blanca está “pasada” o muy madura, en la carne aparecen venas gruesas y duras que deterioran la calidad del producto.

Postcosecha. Uno de los mayores problemas de la zanahoria blanca es su perecibilidad; se puede guardar un máximo de quince días; después se pudre. Con frecuencia, se baja el nivel de cosecha para regular el precio del mercado.

La zanahoria blanca es una raíz muy delicada, por lo cual, durante la cosecha y su ensacamiento para la comercialización, debe cuidarse que no se golpee ni se estropee.

Preparación y utilización. En la actualidad, la mayor parte de la producción se destina al mercado de Quito; el consumo en la zona es limitado. Se acostumbra a poner zanahoria blanca en el caldo de gallina, como un alimento para mujeres en dieta de parto, niños y convalecientes. También se la consume frita, en tortillas, pasteles, en molo o puré con queso y huevo.

Antes de la introducción de la variedad comercial de la zanahoria blanca, se acostumbraba a sembrar las variedades propias de la zona para el engorde de chanchos, pues éstos consumen el tronco que se desarrolla mejor en estas últimas variedades. Las hojas son buen alimento para el ganado de leche, pero el problema es que se marchitan y se pudren con rapidez, debido al gran contenido de agua que presentan.

Comercialización. Por lo general, los productores venden las plantas en pie, es decir, se pacta un precio por la sementera de zanahoria blanca al hacer una prueba de rendimiento previa. Los compradores son comerciantes de la misma zona que, por lo general,

adelantan cantidades de dinero a los productores para asegurarse la venta de la cosecha. Los agricultores no ven en esta práctica componentes de manipulación o explotación, sino más bien la entienden como un hecho de reciprocidad y simetría, “pagan precios justos, sólo aseguran la carga”.

Los productores que manejan cantidades significativas prefieren dirigirse al mercado de San Roque u otros de Quito, donde se obtienen mejores precios y mejores condiciones de comercialización.

La zanahoria blanca es un cultivo que mantiene una demanda aceptable de modo más o menos estable. Los productores han llegado a la conclusión de que un cultivo de zanahoria blanca es aún más rentable que el maíz y otros productos que antes predominaban en la zona.

La zanahoria blanca en los sistemas de producción.

En esta zona la zanahoria blanca producida con fines de comercialización se siembra generalmente en monocultivo, en parcelas medianas y grandes (hasta cinco has). La zanahoria blanca que se cultiva para el consumo doméstico, por el contrario, aparece asociada con otros productos, como el sambo, las coles, la yuca, arveja, fréjol, etc., sobre parcelas pequeñas, donde no se realizan mayores cuidados durante su ciclo vegetativo.

Los agricultores manifiestan que un terreno que ha sido sembrado con zanahoria blanca no puede repetir este cultivo porque queda “flaco” (pobre en nutrientes) y deja de producir. Al año siguiente, se siembra maíz, camote, arveja o alfalfa para recuperar la fertilidad del terreno. Algunos productores piensan que deben transcurrir alrededor de cinco años antes de volver a sembrar zanahoria blanca, pero en la actualidad, debido a la mayor utilización de químicos, los ciclos de rotación y descanso se han ido acortando.

Producción de achira en la zona de Patate

Clasificación local. No hay acuerdo entre los productores sobre si se encuentran o no variedades de achira. Algunos sostienen que existen especies diferenciadas de achira (*Canna edulis*, *Canna indica* y *Canna generalis*) y que es una sola (la primera) la que se muestra apta para la producción de almidón. Las diferencias en la coloración de la cáscara del rizoma provendrían de la calidad de los suelos (en un suelo arenoso, tendería a amarillarse). Otros expresan que se encuentran tres clases de achira:

Yunga o blanca: es la que produce mejor almidón y más cantidad de rizomas, cuya producción se prefiere y predomina en la zona.

Morada: no se distingue de la anterior en la mata, sino en el rizoma; tiene una coloración un tanto morada en el “cogollo” y, al pedacearla, se puede observar una coloración azul.

Negra: es propia de lugares más fríos, no se cultiva para el aprovechamiento del rizoma, que es escaso, sino por la hoja, la cual es un poco más oscura que la de las dos anteriores.

Preparación de los colinos. Al momento de la cosecha, se preparan los hijuelos (o “plantas de achira”) y se realizan cortes en el tallo de la planta madre. Estos hijuelos tienen “ojos”, a partir de los cuales se desarrollan los rizomas; si se quiere aumentar la producción, se puede agrandar el corte hasta una parte del rizoma ya utilizable para la producción de almidón; por lo general, el corte se lo realiza sólo en la parte más superficial. Los tallos para la siembra miden entre 25 cm y 30 cm de longitud.

Los hijuelos, ya listos para la siembra, pueden dejarse al aire hasta durante quince días sin que pierdan su capacidad propagativa; sin embargo, se corre el riesgo de perder la producción si se pasa mucho tiempo; mientras más fresco se siembra, más produce. Otro aspecto que se debe tener en cuenta es que la planta rinde cuando el tallo es delgado; la gruesa no rinde; por lo tanto, se prefiere cortar los tallos más delgados y desechar los otros.

Hay personas que tienen más práctica en el corte de los colinos y a quienes se contrata cuando hay que obtener las plantas para iniciar una siembra. Muchos productores se niegan a venderlos para evitar la proliferación de la producción y la competencia, o porque no disponen de cantidades excedentes porque están realizando nuevas siembras, casi simultáneamente con cada cosecha. El precio que alcanzan los colinos se justifica porque cada planta lleva una parte de rizoma que podría ser aprovechada para la producción de almidón.

Preparación del terreno. En dependencia del terreno y de las posibilidades económicas del productor, se pasa una yunta o tractorada (una pasada y una rastra). Después se realiza la “huachada” o surcada mediante picos y palas, la cual puede tener tres variaciones, según el terreno y el agricultor:

Huacho recto: se trabaja a lo largo del terreno, si es plano y está libre de otras plantas.

Huacho chambergo: largo en toda la extensión del terreno, sigue las curvas de nivel del terreno.

Huacho cantereadado: estos huachos se trabajan en zigzag para que el agua circule entre las plantas en terrenos con ligera pendiente; cada cantero se forma a cuatro o cinco pasos; se compone del lomo del huacho y de las cadenas. Este tipo de huacho se prefiere para los cultivos asociados; por ejemplo, en el huacho se siembra la achira; en el lomo, maíz con fréjol, y en las cadenas se ponen coles.

Según dicen los productores, “todo terreno es bueno para la achira si se sabe trabajar”, pero se prefiere que no sea laderoso o cangahuoso. Para mejorar la calidad del terreno, se acostumbra a abonarlo con el mismo afrecho –podrido o quemado– que resulta del procesamiento del almidón, pero sólo después de un año, porque es muy fuerte. Además de eso, se “calienta” el terreno a través de la pudrición de la planta que se voltea después de la cosecha. Un tercer elemento lo constituye el agua de residuo del procesamiento del almidón, que corre hacia los cultivos de achira y que hace que ésta se produzca mucho mejor.

Siembra. Aunque no se establece una época fija para la siembra, se prefiere hacerlo entre abril y julio. La producción se obtiene entre nueve meses y un año más tarde, en dependencia de la altitud del terreno en que se ha sembrado (“donde es más caliente, sale más rápido”).

En una hectárea entran 25 mulas de plantas (50 cargas o costales); en cada golpe de siembra se ponen dos o tres plantas, de acuerdo con los ojos que presenten (más plantas si son pocos ojos); a 0,80 m entre plantas cuando se trata de un monocultivo, y entre 0,80 m y 1,0 m de distancia entre surcos.

Labores culturales. En la zona de Patate, las labores culturales se conocen con el nombre de “afanes” y, para el caso de la achira, se trata de dos redondeadas, entre dos y cuatro deshieras, un aporque y un “palón” para formar conos de tierra alrededor de las plantas.

El riego es fundamental para el crecimiento de la achira. Algunos productores lo realizan cada quince días y hasta el último aporque, que se realiza a los ocho meses. Posteriormente, no se realiza ninguna inversión o actividad en el acheral.

Los agricultores indican que el riego y el sol son imprescindibles para el cultivo de la achira, pero un exceso de sol aminora la producción, así como el mucho invierno “entiernece” el producto.

Las labores culturales deben ser realizadas de acuerdo con la luna; la luna llena o el cuarto creciente son momentos adecuados para las deshierbas y los aporques, pero la luna "vieja" (o nueva) no es recomendable.

Fertilización. Los agricultores indican que la achira no es cultivo que requiera de mayor fertilización, sobre todo si se han seguido los procedimientos para la preparación del terreno antes descritos. Los fertilizantes químicos se tratan como complementos en la producción ("ayudas"). Se prefiere la utilización de 18-46-0 y sulfato de amonio, una o dos veces durante el ciclo de producción, entre los dos y los ocho meses. La fertilización coincide con alguna labor, se pone y se tapa al haber regado la sementera previamente. Se prefiere los compuestos que contengan fósforo, ya que ayudan a la formación de hidratos de carbono en el rizoma.

Las fertilizaciones se realizan de acuerdo con la rentabilidad del producto, en dependencia del precio que alcance el almidón.

Plagas y enfermedades. No se han detectado problemas significativos reportados por la presencia de plagas o enfermedades en este cultivo. Al contrario, los productores manifiestan que es una planta muy resistente, de la que se pueden obtener grandes beneficios si las labores culturales y el riego son llevados de buena manera.

Durante la época de floración, la achira puede ser atacada por una especie de "lancha" o "chamusco" de las hojas, que no llega a afectar la producción de rizoma. En ocasiones, es posible observar huecos en las hojas a manera del cogollero.

Cosecha. Muchos productores realizan la cosecha de acuerdo con el tiempo transcurrido desde la siembra. Algunos prefieren y pueden cosecharla a los nueve meses; otros esperan a completar un ciclo de un año. Un indicio de madurez fisiológica de la planta es que el tallo se cae, "la mata se va tendiendo". Cuando se tienen dudas sobre el momento adecuado para la cosecha, se realiza un corte en el rizoma; si aparecen formaciones concéntricas azules, la achira está lista para la cosecha y adecuada para cocinarse. Otra prueba consiste en cosechar sólo cuatro sacos de rizomas; si de estos cuatro sacos se obtiene un quintal (46 kg) de almidón, se realiza la cosecha completa; si no, se espera un poco más. Si se pasa mucho la época de cosecha, ocurre la hidrólisis del almidón y aumenta el contenido de fibra.

Otro problema que puede presentarse es que, si se cosechan las hojas de la planta antes de que el rizoma

esté listo para la cosecha, éste detiene el crecimiento y se vuelve "yumbe", es decir, más dulce y duro para comer.

El día que se ha fijado para la cosecha, se empieza por cortar las hojas; éstas se amarran y se ponen en costales para sacarlas a la venta en los mercados de Ambato, Pelileo, Patate. Posteriormente, se bota la planta con la utilización de machetes, se la pica y se la deja para ser incorporada al suelo antes de la siguiente siembra. El cave se realiza con palas que se introducen profundamente en la tierra para sacar todos los rizomas; no importa que se rompan, pues de todos modos deben pedacearse para el procesamiento del almidón.

El rizoma cosechado, o la "papa", como se conoce comúnmente, debe ser tapado mientras se termina la cosecha, para evitar que se seque al sol y se haga más dura la rallada para obtener el almidón. El cave se realiza durante dos días, y al tercero debe realizarse el rallado, pues, si se guarda demasiado, aumenta el "concho" o residuo y disminuye la cantidad de almidón; en todo caso, no puede ser guardado más de ocho días.

La producción promedio es de 2,27 t de almidón por hectárea, es decir, en condiciones normales, 200 sacos de papa o rizoma de achira.

Utilización y procesamiento. La achira es una planta que es aprovechada casi en su totalidad, aunque el principal producto que de ella se obtiene es el almidón.

La hoja de la achira se utiliza para envolver varias preparaciones culinarias tradicionales, entre las cuales se encuentran las arepas, que se elaboran en el mismo Patate, así como panes de hoja, quimbolitos, tamales, etc. La flor de la achira, de color rojo, tiene usos ornamentales. El tallo de la planta, fragmentado, sirve como abono verde.

El rizoma de la achira se consume cocido o frito. No todo el rizoma cosechado sirve, sin embargo, para comerlo directamente; se selecciona el de tamaño mediano (ni el más grande ni el más pequeño) cuando la corteza esté empezando a agrietarse. Se cocina en pailas, se tapa con hojas de achira, afrecho y una lona, a modo de olla de presión; el proceso de cocción tarda varias horas. Para freirla, la achira se corta en rodajas y se prepara a manera de tostadas, y se sirve con mantequilla. En Patate, se estimula el consumo del rizoma cocinado servido junto con aguacate, pues se dice que es bueno para que los niños crezcan sanos e inteligentes (probablemente se debe al alto contenido de fósforo). El consumo de almidón con leche y panela es también muy apreciado, pero empalaga y marea si se come mucho y rápido.

El tamaño del gránulo es grande, 100 micras de diámetro mayor, con un rango de 20 micras a 110 micras; 64 micras de diámetro menor, con un rango de 15 micras a 70 micras. El almidón de yuca tiene un diámetro promedio de 20 micras.

El almidón obtenido de la achira es uno de los de más alta calidad. Tiene algunas características, como el tamaño del gránulo, la brillantez, el contenido de pega, que le otorgan ventajas comparativas con respecto a los almidones obtenidos de otros productos, como la yuca, la papa, etc.

El almidón se utiliza en panificación, para pan de dulce, galletas, bizcochuelos, moncaibas, tortas; para el sabú o colada con frutas con canela y panela; para helados de frutas. A nivel industrial, se usa para la tapioca, los refrescos solubles y los preparados alimenticios.

El almidón también tiene un reconocido valor medicinal, con poder terapéutico para curar enfermedades en la piel producidas por hongos, como la erisipela; el almidón tostado y puesto al sol se aplica sobre la piel enferma. Se utiliza en talcos para niños para curar las escaldaduras.

Otros usos relatados son: el engomado de hilos y telas, planchado de ropa (como sábanas de los hospitales), coagulante de la sustancia con la que se fabrican los fósforos e, incluso, para el juego de carnaval, como talco blanqueador.

Los “desechos” que restan del procesamiento del almidón se reciclan casi completamente: el afrecho grueso queda como abono, pues mejora la estructura del suelo –los suelos cangahuosos quedan, con este abono, suaves y adecuados para sembrar hortalizas–; el concho o afrecho de recernida sirve para el engorde de animales de granja; el agua que sale del procesamiento va a regar los mismos acherales o los huachos de maíz o algunos frutales, como el tomate de árbol. Los agricultores indican que no es recomendable para otros cultivos –como papas–, pues “los cocina como con agua hervida” debido a que contiene un pH ácido que llega “a romper las manos”.

La achira en los sistemas de producción. La producción de achira y su industrialización como almidón siempre fueron rubros importantes de la actividad económica de la población de Patate. Antes del terremoto de 1949, en la zona de La Joya, la mayor parte de las haciendas sembraban achira y, sólo allí, estaban instaladas 15 ralladoras de torno. Sin embargo, desde hace diez años muchos “acherales” introdujeron nuevos cultivos que prometían una mayor rentabilidad; tal es el caso del fréjol y de frutales como el tomate de

árbol o la mandarina. La industria del almidón decayó completamente.

El proceso de recuperación de los niveles de producción de achira se ha visto limitado por condiciones como la escasez de plantas para la siembra, la dedicación de los terrenos a otros cultivos de más largo ciclo, etc. En las palabras de un productor, “la pérdida fue rápida, pero la recuperación es lenta”. En todo caso, hay condiciones que favorecen el cultivo de la achira. Además del precio alto que alcanza el almidón y de una demanda sostenida y creciente, otros cultivos, como el tomate de árbol, se han visto afectados por enfermedades y condiciones de comercialización que han producido un notable deterioro de la rentabilidad.

La achira es un cultivo completamente adaptado a las condiciones ecológicas de Patate; por lo tanto, es potencialmente extensible a espacios de producción mucho mayores que los actuales. Además, como una ventaja comparativa de este cultivo, la achira presenta una sorprendente capacidad de reciclamiento y utilización de todas sus partes y no muestra el desgaste de los suelos que ocasionan otros cultivos, tales como la zanahoria blanca.

La achira puede ser sembrada sola o en asociación con maíz, arveja, fréjol y otros productos. La achira no debe asociarse con frutales, porque la constante necesidad de riego de la primera afecta a los otros, que más bien requieren un período de descanso para el agostamiento; además, la achira necesita luz directa y no crece bien a la sombra de los árboles frutales.

Producción del melloco en la zona de Las Huaconas

Condiciones agroecológicas. La zona de *Las Huaconas* se ubica en un rango altitudinal entre los 2 800 msnm y los 3 600 msnm; la temperatura promedio es de 11 °C; humedad relativa, 70 %, y una precipitación anual que oscila entre los 500 mm y los 1 000 mm. Ecológicamente, corresponde a la zona de vida bosque húmedo montano (bhM) o sub-páramo húmedo. En esta zona de vida, la producción de raíces y tubérculos andinos es la actividad principal (Cañadas, 1983).

Según el INEC (1994), el área total de la provincia de Chimborazo es de 650 500 has; el 7,8 % (50 600 has) se utiliza en cultivos transitorios cuyo ciclo vegetativo es generalmente menor a un año; el 1,3 % (8 300 has), en cultivos permanentes; el 16,7 % (108 800 has), en pastos naturales o cultivados; 9,5 % (61 900 has), en barbecho, y el 3,8 % (24 800 has), en descanso. El restante 60,9 %

de la tierra (396 100 has) constituye el área sin uso agropecuario que incluye montes, bosques y tierras improductivas.

Tipos de suelos. Según el *Mapa de Suelos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 1981*; en la Figura 1.8 se presentan las unidades de suelo de la micro cuenca del río Sicalpa, *Las Huaconas*, y sus características son:



Figura 1.8. Mapa de suelos de la micro cuenca del río Sicalpa, Chimborazo, 1999.

Conjunto de suelos D

Las características generales de estos suelos con alofano son: suelos derivados de ceniza volcánica, régimen de humedad Udico o Perúdicico, textura fina de pseudo limo suave a pseudo limo arenoso, densidad aparente menor a 0,8 de 0 cm a 35 cm de profundidad, saturación de bases inferior a 50% de 0 cm a 75 cm o hasta el contacto lítico o paralítico (piedras), reacción fuerte a la fenoltaleína (FNa) en menos de 30 segundos.

Subconjunto Db: temperatura del suelo: menos de 10 °C a 50 cm de profundidad, suelo muy negro, régimen de humedad y temperatura údico isofrígido; altitud: más de 3 500 msnm; fuertes pendientes; material parental más reciente: ceniza; uso actual: matorral o pastos de páramo con stipa ichu. Posibilidades de uso: pastos para ovinos con restricciones; limitaciones: heladas, fríos, exceso de humedad. Clasificación: Dystric Cryandept, propuesta dentro del orden de los Andisoles.

Subconjunto Dm: temperatura del suelo: de 10 a 13 °C a 50 cm de profundidad; suelo muy negro, con retención de agua de 50 a 80 % a pF 3 sobre muestra sin desecación; régimen de humedad y temperatura Perúdicico isomésico; altura de 2 500 a 3 500 msnm; fuertes pendientes de la sierra; material parental: ceniza; uso actual: varios cultivos, los cuales se reportan en las encuestas. Clasificación taxonómica: Typic Dystrandept.

Subconjunto Dn: características similares al anterior, con retención de humedad de 20% a 50% a pF 3; régimen de humedad: Udico; clasificación taxonómica: Entic Dystrandept.

Conjunto de suelos C

Suelo sobre Duripan o Cangagua, a menos de un metro de profundidad, suelo seco menos de tres meses cada año; textura: arenoso fino a limoso, negro o pardo oscuro. Posee horizonte argílico de 5 a 10 cm de espesor máximo, arcillo arenoso, con muchos revestimientos y un poco duro; este horizonte es mucho más negro que los horizontes superiores; presencia de cangagua dura sin meteorización, transición abrupta, pH en agua 6,5 a 7,0 y pH en KCl cerca de 6,0.

Subconjunto Cm: cangagua sin meteorización a 70 cm de profundidad; horizonte mas negro, un poco duro de 40 a 70 cm de profundidad; limitación: erosión por la pendiente; clasificación taxonómica: Durustoll.

Subconjunto Cn: cangagua sin meteorización a 40 cm de profundidad; régimen de humedad: Ustico; clasificación taxonómica: Durustoll.

Subconjunto Cu: cangagua dura a 40 cm de profundidad con costra de carbonato; régimen de humedad: Arídico; limitaciones: falta de agua y erosión; clasificación taxonómica: Durandept, propuesta Durustoll.

Conjunto de suelos H

Suelos negros limosos (menos de 30 % de arcilla), poco ácidos, derivados de ceniza volcánica (Mollisol), negros sobre un metro de espesor; textura: limo arenoso o areno limoso, más de 70 % de material piroclástico; saturación de bases: más de 50 % en más de un metro de espesor, arcilla, principalmente de tipo Halloysita (algunas veces mezclado con montmorillonita o alofano), ninguna reacción a Fna; densidad aparente: de 0,9 a 1,3, ninguna capa dura en continuidad en el primer metro.

Subconjunto Hb: temperatura del suelo a 50 cm de profundidad: 13 a 20 °C, suelo seco menos de tres meses consecutivos cada año, suelo negro, profundo,

limoso, con arena muy fina, ninguna reacción a Fna; pH en agua: 5,5 a 6,5 y pH en KCl < 5,0, más de 6 % de materia orgánica de 0 a 20 cm, menos en la profundidad; régimen de humedad: Udico; pendientes fuertes, todo cultivado; clasificación taxonómica: Udic Eutrandedpt.

Subconjunto Hi: temperatura del suelo a 50 cm de profundidad: 10 a 13 °C; suelo muy negro, profundo, limoso con arena muy fina, friable, con ligera reacción a la FNa; saturación de bases: cerca de 50%; densidad aparente: 0,8 a 0,9; arcilla de transición halloysita – alofana; régimen de humedad: Udico; limitaciones: heladas y erosión; clasificación taxonómica: Udic Eutrandedpt.

Subconjunto Hp: suelos con textura limo arenoso sobre una capa dura cementada, Duripan en discontinuidad, con revestimientos negros sin carbonatos a 40 cm de profundidad; régimen de humedad: Ustico; clasificación taxonómica: Duric Ruptic Eutrandedpt.

Subconjunto Hq: similar al anterior, se diferencia por tener carbonato de calcio a 40 cm de profundidad; clasificación taxonómica: Duric Ruptic Eutrandedpt.

Las comunidades Santa Rosa y Rayoloma tienen suelos clasificados dentro de los conjuntos H y D (Figura 1.8).

Estudio semidetallado de suelos en las comunidades Santa Rosa y Rayoloma

El material parental de estos suelos es la ceniza volcánica, que ha ido depositándose en el transcurso del tiempo, suavizando y modelando el paisaje fisiográfico. Las características ándicas de estos suelos son: el color negro, presencia de materiales amorfos, reacción positiva al fluoruro de sodio (NaF), alta capacidad de fijación de fósforo (85 % o más), contenidos altos de materia orgánica debido a una baja capacidad de mineralización, lo cual se atribuye al tipo de material parental y a las bajas temperaturas que influyen en las poblaciones microbianas, que son las que mineralizan.

Los suelos de las comunidades Santa Rosa y Rayoloma se caracterizan por ser de origen volcánico; en la parte alta, sobre los 3600 m de altitud, tienen suelos profundos con más de 1,20 m de profundidad efectiva, mientras que en la parte media y baja existen áreas con suelos superficiales.

Debido a las fuertes pendientes (clases 5, 6 y 7) predominantes, en las cuales se realiza la agricultura,

existe un proceso acelerado de degradación del suelo, el cual es observado a través de la micro cuenca y dentro de las comunidades; la erosión del suelo es más acentuada en las partes bajas, lo cual está relacionado con la colonización de las tierras, la que va ascendiendo a los páramos.

La parte baja de las comunidades Santa Rosa y Rayoloma tiene suelos erosionados, con una profundidad efectiva menor a 30 cm. A continuación se presentan los perfiles dominantes.

1. Pendiente débil: de 0 % a 5 %.
2. Pendiente suave y regular: de 5 % a 12 %.
3. Pendiente suave: de 5 % a 12 %, pero micro relieve con ondulaciones irregulares.
4. Pendiente regular: de 12 % a 25 %.
5. Pendientes fuertes: de 25 % a 50 %.
6. Pendientes muy fuertes: de 50 % a 70 %.
7. Pendientes abruptas: más de 70 %.

En definitiva, la producción de melloco en la zona de *Las Huaconas* se extiende sobre los siguientes tipos de suelos: Dystrandept, Hapludolls, Duriudolls y Argiudolls, cuyas características principales se expresan en que son negros profundos, derivados de materiales piroclásticos con buena retención de agua, de textura franco, franco-arcilloso y franco-arenoso; el pH de estos suelos es ligeramente ácido y con un buen contenido de materia orgánica.

Condiciones socioeconómicas

La provincia de Chimborazo actualmente tiene una población de 425 328 habitantes, equivalente al 3,78 % de la población nacional, la cual se distribuye en 285 590 habitantes (67,15 %) en el sector rural y 139 738 habitantes (32,85 %) en el sector urbano. El 51,5% son mujeres y el 48,05 %, hombres. Los cantones densamente poblados son: Riobamba, Alausí, Colta y Guano, con el 82,46 % de la población provincial (INEC, 1987-1996; MAG-PRSA, 1994).

La población económicamente activa (PEA) representa el 40 % de la población provincial (146 000 habitantes); el 58,2 % corresponde al sector rural y el 41,8 %, al sector urbano. De igual forma, el 72,6 % son hombres y el 27,4 %, mujeres. En el área rural, de 60 000 hombres económicamente activos, el 74 % son trabajadores agrícolas y forestales y, de 25 000 mujeres, el 71 % son igualmente trabajadoras agrícolas.

La población de la provincia de Chimborazo acusa diferentes grados de instrucción a nivel primario

(49,9 %), secundario (1,3 %), superior (10,2 %), la población sin ningún grado de instrucción (19,9 %) y aquellos que asisten a los centros de alfabetización, el 3,9 % restante.

La principal forma de organización campesina es la "comuna", que se ha formado para acceder al uso de la tierra a través de compra de haciendas; tiene personería jurídica reconocida, ya sea por el Ministerio de Agricultura o de Bienestar Social. En un alto porcentaje, pertenecen a una organización de segundo grado.

En el Cuadro 1.3, se describen las características generales de las comunidades de *Las Huaconas*.

El cultivo de melloco en Las Huaconas

El melloco se encuentra difundido en la región andina del Ecuador, y cada vez más se cultiva en zonas altas, donde otros cultivos, como la papa, no prosperan. Este cultivo constituye una buena alternativa para asegurar la alimentación de la familia campesina.

En la zona de *Las Huaconas*, el melloco no sólo representa parte de la alimentación de las familias campesinas, sino que también es una fuente de ingresos, por lo que ha sido importante saber el comportamiento del cultivo, sus limitantes y potencialidades, para que su biodiversidad no se vaya erosionando.

A continuación se reportan algunas de las características manifestadas por los productores de melloco:

Clasificación local. Los ecotipos de melloco más conocidos y cultivados por los agricultores de las comunidades en estudio son del tipo caramelo y rojo (59 %), el amarillo (25 %), el gallito (9 %) y el rosado (7 %). En menor proporción se cultivan otros ecotipos, los cuales se usan básicamente para autoconsumo de la familia campesina. Cabe destacar que estos ecotipos se cultivan en mayor proporción porque son requeridos por los mercados de Quito, Guayaquil y Cuenca. Las principales razones por las cuales los pequeños agricultores de las comunidades en estudio cultivan estos ecotipos de melloco son: el precio de venta del producto en el mercado (32 %), no conoce otros ecotipos (21 %), el sabor (18 %), la costumbre (20 %) y la producción (9 %), referida a la tasa de multiplicación.

Semilla. En lo referente al manejo de los tubérculos-semilla, la mayoría (88 %) de los agricultores no reemplaza la semilla de melloco, mientras que el 12 % restante lo hace con una frecuencia de uno a tres años; incluso algunos productores señalaron que cambian semilla cada 15 años, ya que, según ellos, es un cultivo rústico, adaptado a las condiciones de las comunidades alto andinas. Acostumbran a seleccionar lo mejor para la venta y el resto queda para consumo de la familia y para semilla; para ellos, no amerita que se le proporcione ningún tratamiento a los tubérculos usados como semilla. La manera más frecuente de obtener tubérculos-semilla de melloco, para la mayoría (65 %) de los agricultores, es de las cosechas anteriores; el 14 % lo consigue de lotes de la comunidad; el 12 %, de formas como regalos, siembras al partir, etc., y el 9 %

Cuadro 1.3. Características generales de las comunidades de *Las Huaconas*, participantes en el proyecto

Concepto	Características de las comunidades
Número de familias	396
Total de miembros	1 584
Tierras comunales, ha	600
Tierras individuales, ha	1 200
Superficie con riego, ha	800
Superficie total, ha	1 800
Personería jurídica	1 983-1 991
Servicios de que disponen	Agua potable y entubada, luz eléctrica
Acceso a la comunidad	Caminos de segundo y tercer orden
Infraestructura básica	Casas comunales, escuelas, guarderías
Organizaciones de segundo grado	COCHC, FENACLE, OIRC
Días de reuniones comunales	cada 8 días y/o según necesidades
Festividades	Carnaval, Semana Santa, Difuntos
Épocas de siembra	Octubre-diciembre y mayo-julio

restante ha perdido y no dispone de semilla. La mayoría (80 %) de los agricultores acostumbra a sembrar tubérculos-semilla brotados, mientras que el 20 % restante lo hace cuando los tubérculos aún no han brotado.

Los agricultores almacenan el melloco principalmente en sacos y en rumas, en sitios completamente oscuros. La mayoría (68 %) de los agricultores señaló que almacena los tubérculos de melloco en sacos de cabuya, apilados uno sobre otro; el 11 % lo extiende sobre el piso con paja de páramo y lo cubren con lo mismo; el 4 % lo entierra en huecos; el 4 % lo extiende en el piso y lo mezcla con ceniza, y el 13 % restante lo amontona en algún rincón de la casa para ir consumiendo hasta que los tubérculos se hagan verdes y broten. El 46 % de los agricultores aparentemente no tiene ningún problema en el almacenamiento de los tubérculos de melloco; el 43 % manifestó que se pierden los tubérculos por pudriciones, como consecuencia del sistema de almacenamiento que acostumbra, y el 11 % restante tiene problemas por la incidencia del gusano. Cabe destacar que, como promedio, los agricultores almacenan la semilla durante alrededor de 2,6 meses.

Preparación del terreno. La preparación del suelo consiste en las labores de arada, cruza, recruza y huachada. La labor de arada se realiza tanto con yunta como manualmente; la primera alternativa se ejecuta mediante dos pases de arado y, en el segundo caso, requiere ocho jornales/ha. Las labores de cruza, recruza y huachada requieren de cuatro pases de yunta/ha.

Distancias de siembra. La distancia de siembra entre surcos en las comunidades es de $0,79 \pm 0,22$ m; la distancia entre matas es $0,32 \pm 0,11$ m; el número de tubérculos por sitio es de $3,0 \pm 0,8$ m, y la densidad es de 43 614 plantas/ha, lo cual representa aproximadamente 636 kg de tubérculos-semilla/ha. El 85 % de los agricultores manifiesta que no conoce prácticas de manejo del cultivo del melloco, por lo que siempre ha manejado de acuerdo a lo que sus padres les han enseñado. Creen que una de las prácticas que les puede ayudar a incrementar sus rendimientos y a disminuir los costos de producción es encontrar una densidad de siembra adecuada a las condiciones de *Las Huaconas*, ya que utilizan mucha cantidad de semilla por hectárea.

Labores culturales. Las labores culturales consisten en rascadillo, medio aporque y aporque o colme, y se utilizan ocho jornales/ha para cada una de esas actividades.

Fertilización. La fertilización es muy moderada, la cual incluye la utilización de 45 kg de 8-20-20, 90 kg de 18-46-0 y 45 kg de 10-30-10 (N-P-K) por ha. Ocasionalmente, pocos agricultores utilizan abono orgánico proveniente del humus de lombrices, bovinos o especies menores que disponen en sus propiedades. La aplicación del 18-46-0 se realiza a la siembra y las fuentes restantes después del medio aporque. Por su parte, el abono orgánico se aplica antes de la siembra.

Rotaciones con melloco. Los agricultores manejan rotaciones en las cuales está involucrado el cultivo de melloco. El 43 % de los agricultores utiliza la rotación leguminosas-melloco-cereales; el 24 % papa-melloco-cereales o ajo; el 6 %, oca-melloco-leguminosas; el 4 %, descanso-melloco-cereales, y un 4 %, cebolla-melloco-oca; el 19 % restante no utiliza el melloco en rotaciones. Los agricultores acostumbran a cultivar melloco una sola vez en el mismo sitio, para evitar la incidencia de plagas y enfermedades.

Control de plagas y enfermedades. En ninguna comunidad realizan control fitosanitario de plagas o enfermedades.

Cosecha. La cosecha consiste en labores de cave, selección o clasificación, lavado y encostado. La labor de cave requiere de 60 jornales/ha, en tanto que las restantes labores requieren de seis jornales/ha.

Con las diferentes prácticas tradicionales que los agricultores aplican, los rendimientos promedios alcanzados en algunas de las comunidades se muestran en el Cuadro 1.4.

Comercialización. En lo referente a la comercialización del melloco, el 59 % de los agricultores acostumbra a vender a comerciantes intermediarios; el 34 % no vende, ya que es la base de la alimentación de la familia campesina, y el 7 % restante vende tanto a comerciantes

Cuadro 1.4. Rendimiento promedio de melloco, en las comunidades de Las Huaconas, en la provincia de Chimborazo

Comunidad	Producción total t/ha
Santa Rosa de Cullcutús	7,0 \pm 2,15
San Pedro de Rayoloma	7,95 \pm 1,78
Huacona Santa Isabel	6,00 \pm 2,17
Huacona Grande	6,17 \pm 2,42
Cooperativa Virgen de las Nieves	7,20 \pm 1,39
Promedio total comunidades	6,98 \pm 1,98

de la comunidad como a aquellos que van a comprar en la comunidad.

El 63 % de los agricultores considera que tiene problemas en la comercialización del melloco, mientras que el 37 % restante manifiesta no tener problemas en la comercialización. Entre los problemas que se presentan en la comercialización del melloco, el 48 % considera que el precio que recibe es bajo; el 11 %, que no tiene a quién vender, y, en menor proporción, se anuncia que los acaparadores e intermediarios (4 %) son los que fijan el precio del producto y el alto costo de los fletes.

La mayoría (83 %) de los agricultores señala que la época en la cual el melloco obtiene el mejor precio de venta en el mercado coincide con la fiesta religiosa de Semana Santa (abril); el 12 %, entre los meses de agosto-septiembre, y, en menor proporción (5 %), los meses de enero a marzo y noviembre.

Es importante indicar que el 89 % de los agricultores considera la necesidad de que los ecotipos de melloco deben ser mejorados. Los aspectos por mejorar son: la productividad de las nuevas variedades (38 %), el tamaño de los tubérculos (20 %), la forma de los tubérculos (12 %), y que presenten características de resistencia al ataque de las enfermedades (19 %), cuya incidencia reduce los rendimientos, los cuales afectan a los ingresos de la familia campesina.

Consumo. En lo que se refiere a la frecuencia de consumo, el 25 % de los agricultores manifiesta que consume todos los días; el 25 %, cada dos días; el 20 %, cada tres días; el 5 %, cada cuatro días; el 12 %, cada siete días. El 13 % restante manifiesta que consume cada 15, 30 y 60 días. Cabe destacar que los agricultores indican que, como promedio, consumen 3,7 Kg por familia y por vez, consumo que se realiza durante la época de cosecha. En cuanto a la forma de preparación del melloco, para consumo, el 45 % lo hace en locro,

el 43 %, en ensaladas; el 9 %, en fritos, y el 3 % restante, en cariucho.

Principales factores limitantes de la producción de RTAs

Dentro de los factores, se diferencia aquellos identificados por los productores y aquellos factores complementarios identificados por los investigadores.

Factores limitantes internos identificados por los productores

En el Cuadro 1.5 se presenta una lista de los factores limitantes de la producción de los RTAs, de acuerdo con la percepción del productor. Estos factores se presentan para cada una de las tres zonas: Carchi, Las Huaconas y San José de Minas.

Factores a favor de la producción identificados por los agricultores

En contraste con lo anterior, en el Cuadro 1.6 se presentan los factores a favor de la producción de las RTAs.

Factores limitantes adicionales identificados por los investigadores

El conocimiento sobre el manejo de estos cultivos es muy limitado. Por un lado, el conocimiento originario se ha ido perdiendo y, por otro, la oferta de alternativas tecnológicas modernas es mínima.

La agricultura va dejando de ser auto-subsistente y auto-suficiente, las comunidades campesinas se enfrascan en un círculo de dependencia que trastorna su principio de reproducción y que provoca que, generación tras generación, las personas vayan perdiendo el conocimiento sobre la forma en que los cultivos andinos deben ser tratados.

Cuadro 1.5. Limitantes de producción identificados por el agricultor

Zona (Cultivo)	Limitante
Carchi (melloco)	Limitada demanda, falta de mano de obra, plagas (<i>Barotheus</i> spp. y <i>Agrotis</i> spp.), enfermedades (<i>Puccinia</i> spp. y <i>Oidium</i> spp.)
Las Huaconas (melloco)	Falta de agua, erosión, heladas, ciclo de cultivo largo, falta de semilla, no disponen de alternativas tecnológicas, demanda limitada, plagas (<i>Barotheus</i> spp. y <i>Agrotis</i> spp.), enfermedades (<i>Puccinia</i> spp.)
San José de Minas (zanahoria blanca)	Cultivo agotador del suelo, desconocimiento de fertilización apropiada, perecibilidad rápida, plagas (gusano negro trozador y mariposa de familia Popilionidae)

Cuadro 1.6. Factores a favor de la producción identificados por el agricultor

Zona (Cultivo)	Factores a favor
Carchi (melloco)	Buenos suelos, buena distribución de lluvias, cercanía a mercados, ausencia de migración
Las Huaconas (melloco)	Apoyo de ONGs para protección de especies nativas, componentes importantes de la dieta campesina
San José de Minas (zanahoria blanca)	Menores costos de producción, menor riesgo de pérdida total

El reflorecimiento étnico que acompaña a ciertos procesos políticos que se presentan en la actualidad es, pues, incompleto, en el sentido de que muchas prácticas ya son irrecuperables, pues se han perdido con la muerte de los mayores. Muchos de los actuales grupos étnicos han sensibilizado el valor de los cultivos andinos, pero ya no saben cómo volver a cultivarlos, cuidarlos, almacenarlos, prepararlos, y nuevamente se crea una dependencia respecto al conocimiento que se pueda generar afuera, que en estos casos es más limitado.

Cuanto más aislada es la población y cuanto más guarda la costumbre tradicional, más se encuentran estos cultivos presentes en la dieta de la gente. De tal modo, el replegamiento ecológico coincide, en gran parte, con un replegamiento cultural: poblaciones quichuas, con altos índices de analfabetismo, con una agricultura poco orientada al mercado y con prácticas culturales y alimenticias tradicionales. Éstos son los escenarios en que aparecen mashuas y ocas y, con una situación algo diferente, los mellocos.

De este modo, la tradición y la costumbre permiten que perdure aún el consumo de los TAs y se convierten en un factor a favor de que sigan presentes en la agricultura andina.

Junto con este factor, se encuentra otro punto a favor, que es la diversificación de los usos de los tubérculos. La alimentación humana es uno de los usos posibles y, de acuerdo con los informantes de las comunidades de altura, comer mashua y oca ayuda a mantener la fortaleza del cuerpo y ayuda al crecimiento de los niños. La oca y el melloco ocupan un lugar prioritario en el gusto de estas poblaciones y los preparados posibles son muchos.

Estos factores de consumo tradicional y de diversificación de usos se aplican también a los casos de la zanahoria blanca y la achira, aunque con algunos aspectos un tanto diferentes.

La zanahoria blanca es un cultivo tradicional, pero que actualmente presenta una demanda sostenida en algunos mercados urbanos, como los de Quito y Guayaquil. Las variedades de esta raíz, que predominaban antes en las zonas productoras comerciales, eran diferentes a las que se encuentran preferentemente ahora. De un modo algo semejante al de la mashua, la zanahoria blanca tiene un sabor algo fuerte para el gusto de las mayorías y la variedad de color más blanco preferida en la actualidad, no tiene mucho tronco y carga más a la raíz. Antes, se encontraban raíces de color amarillo y morado con sabores muy peculiares y cuyos troncos, abundantes, se utilizaban para la alimentación de los animales, así como la parte verde; esta situación permitía una diversificación que calzaba mejor en una lógica de actividades agropecuarias de autosuficiencia. Hablar de un consumo tradicional de la zanahoria blanca es, entonces, relativo.

El consumo tradicional de la achira, por su lado, va quedando relegado a ciertas zonas geográficas que corresponden más bien a la población blanco-mestiza. Si bien el consumo de almidón de achira en diferentes preparaciones puede considerarse una práctica tradicional, el consumo de rizoma cocinado parece ser una práctica aun más antigua, que en la actualidad se está perdiendo.

Si los factores a favor de la producción expresados en la tradición y la costumbre han permitido que las RTAs sobrevivan hasta hoy, una evaluación objetiva permitiría afirmar que esos factores son cada vez menos relevantes y menos sólidos, en contraste con los factores culturales que operan en contra de la producción y el consumo de RTAs.

La población quichua de la sierra ecuatoriana es una población que ha sufrido sustanciales transformaciones y procesos de asimilación que han resquebrajado sus bases tradicionales de reproducción como grupos étnicos. En la actualidad, no se encuentran grupos que

no mantengan contacto con la realidad socioeconómica de la sociedad “nacional”, entendida ésta como la expresión de los intereses y los proyectos de los sectores dominantes de la población blanco-mestiza.

Los grupos étnicos se reproducen parcialmente, de acuerdo con las prácticas tradicionales, y parcialmente, de acuerdo con los condicionamientos de la economía nacional. La migración a las ciudades –temporal, estacional o definitiva–, la venta de bienes agrícolas o de fuerza de trabajo, la limitada cantidad de tierras para practicar la agricultura, constituyen unos factores, entre otros, que van carcomiendo una forma anterior de concebir la cultura y lo étnico.

Gran parte de la población indígena depende, ahora, en gran parte de un salario, de unos ingresos monetarios que contradicen la lógica de la reproducción tradicional, en la que la complementariedad ecológica, el intercambio y la reciprocidad eran las normas de vida. La agricultura y la alimentación son dos de los campos en que más ha incidido la dependencia de la economía de mercado. La agricultura ha sufrido abandono, cambio en las pautas de producción o especialización productiva en los cultivos que tienen mayor salida al mercado.

Los tubérculos andinos, salvo la papa, se comercializan poco y, por lo tanto, se producen cada vez en menor cantidad; el hecho de que no sean apreciados por los “afuereños” hace que también vayan perdiendo importancia en la dieta diaria, en la cual, por esa misma dependencia, van primando productos industrializados, como el fideo, y no producidos localmente, como el arroz.

El rechazo de las poblaciones urbanas de las raíces y los tubérculos andinos, por falta de gusto, de conocimiento o de costumbre, ha llevado a que se forme otro factor que actúa en contra de la producción y el consumo de mashuas, ocas, mellocos e, incluso, zanahoria blanca o rizoma de achira cocido. Este factor está asociado con el bajo estatus que han adquirido estos productos, pues si bien se consumen en la casa, no se ven adecuados para convidar a los invitados o a los visitantes.

Revertir la influencia de estos factores que van contra la producción y el consumo de RTAs pasa por reeducar a toda la población y por mostrar las ventajas de contar con una agricultura y una alimentación diversificadas.

Las observaciones de campo realizadas en este estudio coinciden con lo encontrado por Stadel (1990) en su estudio *La Percepción que Tienen los Campesinos de las Tensiones Ambientales y Socioeconómicas en la Sierra*

Ecuatoriana. Él, mediante un cuestionario que contenía 33 factores de tensión potencial, solicitó a los campesinos que identificaran los tres “problemas” que más los afectaban. En estos factores se incluyeron unos pocos que tenían que ver con la pérdida de los recursos agrícolas no renovables. Una gran variedad de factores de tensión percibidos tienen que ver con la infraestructura y los servicios rurales. Muchos de los factores de tensión forman parte de la condición general de pobreza y subdesarrollo rural. En muchos casos, la gente parece aceptar esa situación como la “voluntad de Dios”, aunque en otras respuestas se expresa resignación y frustración.

La población tiene la percepción sobre la pérdida de suelo, pérdida de la biodiversidad, sólo que esto se considera como un fenómeno natural “que Dios nos manda” y que poco se puede o se debe hacer para evitarlo.

Lecciones Aprendidas

- Para establecer cualquier estrategia de investigación/ desarrollo en beneficio de los productores en general, se hace necesario partir del conocimiento sobre los rubros en los cuales se piensa dar énfasis. Esto es mucho más válido, todavía, en las RTAs, donde ni como conocimiento general se tiene en mente el sinnúmero de especies que existen de estas RTAs y, peor aún, la cantidad de variedades que cada especie posee. Era importante, entonces, conocer la morfología de cada una de ellas, en qué sitios y dónde se cultivan, sus características agronómicas, los hábitos de consumo, los diferentes nombres que cada una de ellas recibe, no sólo entre los países que las poseen, sino aquí mismo, dentro de la zona andina del Ecuador. También fue importante mirar cómo varios investigadores, no sólo del país, sino del mundo, se han interesado por las RTAs, no sólo por su potencial para consumo humano, sino también para otros usos, como la agroindustria y la industria farmacéutica.
- Se ha demostrado con los estudios que la producción, el consumo y la utilización de las RTAs en Ecuador mantienen una tendencia decreciente, con la excepción de zanahoria blanca en la zona de San José de Minas, provincia de Pichincha. También se ha demostrado que, en estos cultivos que se siembran en pequeñas superficies y muchas veces asociadas a otros cultivos, existen dificultades en precisar datos estadísticos.
- En los estudios de caracterización de las RTAs se dio prioridad a dos de ellos: el melloco y la zanahoria

blanca, sin dejar de considerar a la oca, la mashua, la jícama y la achira, entre otras. En el caso del melloco, las principales provincias productoras son: Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar y Pichincha. En oca, las provincias de Chimborazo, Cañar, Tungurahua y Azuay. En zanahoria blanca, Tungurahua y Pichincha. De acuerdo a estos datos, destacan las provincias de Chimborazo y Tungurahua en la producción de todas las RTAs.

- Fue importante encontrar, en términos generales, que los productores producen las RTAs sin ningún tipo de tecnología, con excepción de zanahoria blanca en la zona de San José de Minas. Esto se ve reflejado en el rendimiento final de las RTAs, las cuales, como ya se indicó, han tenido una tendencia decreciente en los últimos 20 años.
- En cada una de las RTAs fue interesante entender las situaciones particulares dentro de cada rubro y, lo que es más difícil, dentro de cada área de producción; por ejemplo, no es lo mismo producir melloco en Carchi, que producir en Chimborazo, las condiciones agrosocioecómicas son diferentes, se siembran variedades diferentes y se dispone de diferente grado de tecnología, lo que hace que la competitividad sea diferente. Por esta razón, los estudios iniciales llevaron a conocer cuáles eran las limitantes y potencialidades no sólo de cada RTA, sino también de cada área de producción.
- El realizar los estudios de caracterización de las RTAs no fue una tarea fácil, ya que, en algunos casos particulares, no se dispone de información secundaria de cada una de ellas, la que se pudo obtener únicamente de parte de los propios agricultores que los cultivan. Esto da lugar a sostener que la información que se dispone sobre las RTAs es, por el momento, la más completa.
- Los estudios sobre el conocimiento, la morfología, las estadísticas nacionales y la caracterización agrosocioeconómica alrededor de las RTAs fueron la pauta para establecer las áreas de trabajo desde el punto de vista de prioridades de investigación, no sólo a nivel agronómico, sino también a nivel de conservación, agroindustria y búsqueda de mercados para apoyar que estos rubros de importancia alimenticia no se pierdan en el tiempo. Esta opción se la dió con la implementación del Proyecto de recuperación y promoción de las RTAs en la zona andina del Ecuador, basados siempre en el eslogan que "a mayor uso, existe mayor conservación".

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a las siguientes personas: Rocío Vaca, Jorge Abad y Charles Crissman. También a las siguientes entidades: CARE-PROMUSTA, CESA, MAG (Agencia de Servicio Agropecuario).

Bibliografía

- Acosta-Solís, M. 1980. Tubérculos, raíces y rizomas cultivados en el Ecuador. *En: Il Congreso Internacional de Cultivos Andinos*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ingeniería Agronómica. Riobamba-Ecuador. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, OEA. p. 175-214.
- Arbizu, C.; M. Tapia. 1992. Tubérculos andinos. *En: J. Hernández y J. León. (eds.). Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492*. FAO – Producción y protección vegetal. No 26. 1992. p. 147-161.
- Barrera, V.; J. Unda; J. Grijalva; F. Merino; G. Ávalos. 1999. Caracterización de las raíces y tubérculos andinos en el cultivo de melloco en comunidades campesinas de *Las Huaconas*. Provincia de Chimborazo, Ecuador. Documento de Trabajo. Quito, Ecuador. 30 p.
- Brücher, H. 1969. Poliploidía en especies sudamericanas de *Oxalis*. *Boletín Soc. Venezolana de Ciencias Naturales*. p. 145 -178.
- Caicedo, C. 1993. Estudio y promoción de las tuberosas andinas dentro del agroecosistema andino en Ecuador. *En: Centro Internacional de la Papa. El Agroecosistema Andino: Problemas Limitaciones y Perspectivas*. CIP, Lima. Anales del Taller Internacional sobre el Agroecosistema Andino, Lima, marzo 30-abril 2, 1992. p. 155 -162.
- Cañadas, L. 1983. Agroecosistemas andinos en el Ecuador. *En: Agroecosistema andino*. CIP. Lima, Perú.
- Cárdenas, M. 1950. Plantas alimenticias nativas de los Andes de Bolivia. Imprenta Universitaria. Cochabamba, Bolivia. p. 10-12.
- Cárdenas, M. 1969. Manual de plantas económicas de Bolivia. Imprenta Icthus. Cochabamba, Bolivia. p. 65 - 67.
- Carrión, S.; M. Hermann; B. Trognitz. 1995. La biología reproductiva de la oca (*Oxalis tuberosa* Molina). *Boletín de Lima* 98: 48-68.

- Castillo, R. 1984. La zanahoria blanca. Quito–Ecuador. Desde El Surco (42): 39–41.
- Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA). 1991. Campesinado y entorno ecosocial. Diagnósticos socioeconómicos y de recursos naturales en ocho zonas de acción de CESA. Quito, Ecuador.
- Chambers, R. 1981. Rapid rural appraisal: rationale and repertoire. Public Administration and Development.
- Del Río, C. A. 1990. Análisis de la variación isoenzimática de "Oca" (*Oxalis tuberosa* Molina) y su distribución geográfica. Universidad Ricardo Palma. Tesis Licenciado en Biología. 61 p.
- Espinosa, P.; C. Crissman. 1996. Hábitos de consumo y actitud del consumidor hacia las Raíces y Tubérculos Andinos. Proyecto Biodiversidad de los RTA. Departamento de Ciencias Sociales, Centro Internacional de la Papa. Quito, Ecuador.
- Espinosa, P.; C. Crissman. 1997. Raíces y Tubérculos Andinos: Cultivos marginados en el Ecuador. Situación actual y limitaciones para la producción. Edición Abya Ayala. Quito, Ecuador.
- FAO. 1990. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Segunda edición. 275 p.
- FAO. 1992. Cultivos marginados, otras perspectiva de 1492. Primera edición. Roma. 339 p.
- Franco, S. 1990. El chago (*Mirabilis expansa*) raíz andina en peligro de extinción. Programa de investigación en cultivos andinos. Estación Experimental Baños del Inca, INIAA. Informe Técnico # 1. Cajamarca – Perú. 10 p.
- Gibbs, E.; D. Marshall; D. Brunton. 1978. Studies on the Cytology of *Oxalis tuberosa* and *T. tuberosum*. Inglaterra. Royal Botanic Garden. p. 215-220.
- Hermann, M. 1992. Andean Roots and Tubers: Research Priorities for a Neglected Food Resource. International Potato Center. Lima, Peru. p. 17-24.
- Higuaita, F. 1968. El cultivo de la arracacha en la Sabana de Bogotá. ICA. Bogotá – Colombia. Revista Agricultura Tropical 24 (3): 139 –146.
- Higuaita, F. 1977. La horticultura en Colombia. Manual de Asistencia Técnica No. 5. Segunda edición. ICA. Colombia. p. 37–41.
- Hodge, W. 1959. The Edible Arracacha-a Little-know Root. Crop of the Andes. Economic Botany 8 (3): 195–221.
- INIAP. 1993. Programa Cultivos Andinos. El melloco, características técnicas de cultivo y potencial en Ecuador. Est. Exp. Santa Catalina. Publicación Miscelánea No. 60.
- INIAP. 1995-2000. Informes Anuales del Proyecto Agroforestería 1995-2000. Est. Exp. Santa Catalina. Quito.
- Instituto Geográfico Militar (IGM), 1991. Mapa Topográfico, escala 1:50000
- León, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas -Zona Andina. Lima, Perú. Boletín Técnico No. 6. p. 5-34.
- León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Segunda edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 445 p.
- Mazón, N. 1993. Análisis de la variación morfológica e isoenzimática de la colección ecuatoriana de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ingeniería Agronómica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 135 p.
- Mazón, N.; R. Castillo; M. Hermann; P. Espinosa. 1996. La Arracacha ó zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en Ecuador. Publicación Miscelánea, No. 67. 41 p.
- Meza, G. 1995. Variedades Nativas de Llacón (*Polymnia sonchifolia* K.) en Cusco. Manejo de la Biodiversidad de raíces y tubérculos andinos. Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Conservación *in situ* R1-008. Universidad San Antonio Abad – Cusco.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 1981. Mapa de suelos de Sicalpa, Escala 1:50 000.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 1994. Compendio Estadístico Agropecuario 1965-1995- Programa de Reorientación del Sector Agropecuario. Quito, Ecuador.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería e Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2002. III Censo Agropecuario Nacional-Proyecto SICA. Quito, Ecuador.
- Mujica, A. 1990. La arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en el Perú. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. Programa de Cultivos Andinos. Puno, Perú. 20 p.
- Nieto, C. 1988. Estudios preliminares, agronómicos y bromatológicos en Jícama *Polymnia sonchifolia*. En: Memorias de la reunión técnica sobre raíces y tubérculos andinos. Est. Exp. Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. p.39-42
- National Research Council (NCR). 1989. Lost Crop of the Incas. Little-know Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. National Academy Press. Washington, D.C., USA. p. 47-55.
- Piedra, G. 2002. Caracterización morfoagronómica y molecular de la colección nacional de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) del INIAP. Tesis Lic. C. Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. 111 p.
- Quiñónez, A. 1997. Producción controlada de semilla botánica de oca (*Oxalis tuberosa* Molina; Geraniales: Oxalidaceae) mediante polinización entomófila dirigida. Tesis de Licenciada en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. 112 p.
- Rea, J.; J. León. 1967. La mauka (*Mirabilis expansa*) un aporte de la agricultura prehispánica de Bolivia. Universidad Nacional Agraria La Molina., Lima, Perú. Anales Científicos. p. 38-41
- Rea, J. 1982. El miso (*Mirabilis expansa*). Una contribución de la agricultura preinca de Ecuador y Bolivia. Revista "Desde El Surco". Volumen 35: 23-26.
- Robles, E. 1981. Origen y evolución de la oca, ullucu y mashua. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. p. 19-25.
- Seminario Cunya, J. 1993. Aspectos etnobotánicos y productivos del chago, miso o mauka, *Mirabilis expansa* (R&P). Universidad Nacional de Cajamarca.
- Sparre, B. 1973. Tropaeolaceae. Opera Botánica. Ser. B. No. 2. Flora of Ecuador. 89: 28.
- Tapia, M. 1979. Manual de Agricultura Andina. La Paz, Bolivia. IBTA, IICA, SICR-189. p. 105.
- Tapia, C.; R. Castillo; N. Mazón. 1996. Catálogo de Recursos Genéticos de Raíces y Tubérculos Andinos en Ecuador. INIAP-DENAREF. 180 p.
- Valverde, F.; J. Córdova; M. Nieto. 1999. Estudio de los suelos de la zona de Las Huaconas. Informe Anual Proyecto RTAs. INIAP-CIP. 15 p.
- Zardini, E. 1991. Ethnobotanical Notes on Yacón (*Polymnia sonchifolia* P&E). Economic Botany. p. 72-95.