

LINEA DEL TIEMPO

Mejoramiento genético de los granos andinos en Ecuador: quinua, chocho amaranto y ataco

Eduardo Peralta I., Ángel Murillo I., Nelson Mazón O.
Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA), INIAP
Estación Experimental Santa Catalina
Publicación miscelánea No. 420
Quito, Ecuador, abril de 2015

ORIGEN E IMPORTANCIA DE LOS GRANOS ANDINOS EN ECUADOR

Desde hace aproximadamente cinco décadas en Bolivia y Perú, y tres décadas en Ecuador se iniciaron trabajos de investigación científica y desarrollo de las especies altoandinas "olvidadas" o "subutilizadas" cuyo centro de origen y domesticación es la Zona Andina, bajo la denominación de Cultivos Andinos, dentro de los cuales están los granos andinos.

Con el fin de diferenciar de las especies gramíneas (monocotiledóneas) productoras de grano para la alimentación humana, considerando que son dicotiledóneas, de alto valor nutricional y libres de gluten; algunos investigadores de la región, Institutos Nacionales y Centros Internacionales de investigación agrícola, han propuesto denominar como **Granos Andinos** a la **quinua** (*Chenopodium quinoa* Willd.), **chocho** o **tarwi** (*Lupinus mutabilis* Sweet), **amaranto** o **kiwicha** (*Amaranthus caudatus* L.), **ataco** o **sangorache** (*Amaranthus quitensis* H.B.K./*A. hybridus*) y **kañiwa** o **kañawa** (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).

Los granos andinos son un valioso patrimonio natural de la Región Andina. En Ecuador, sobresalen la **quinua**, el **chocho**, el **amaranto** y el **ataco**, cuyas características agronómicas y nutricionales los proyectan como alimentos clave para la seguridad y soberanía alimentaria del país, la región y el mundo. Los granos andinos son alimentos con un contenido importante de proteína de alta calidad (balance de aminoácidos esenciales), dietéticos, libres de gluten y ayudan en la disminución de los niveles de colesterol, entre otras fortalezas y beneficios (Peralta et al. 2013).



Actualmente se comprueba una alta demanda insatisfecha de estos alimentos, tanto a nivel nacional como internacional, lo cual se refleja en los altos precios en los mercados, local, nacional, regional e internacional. En la historia de la agricultura de la sierra ecuatoriana, pocos productos para la alimentación han superado el precio de US\$ 100,00 por quintal (45 kg) al productor, como es el caso de los granos andinos.

El proceso de cambio climático que vive el planeta, pone en riesgo la productividad agrícola y la oferta de alimentos para la cada vez mayor población. Los granos andinos pueden ser parte de las estrategias de adaptación al cambio climático, sobre todo en escasez hídrica, pues son especies que pueden concluir su ciclo productivo con 300 mm de precipitación; sin embargo no están exentos a daños por eventos extremos de temperatura, humedad e incidencia de plagas y enfermedades.

Cuando el INIAP inició la recuperación, investigación y promoción del cultivo y consumo de los granos andinos, su objetivo estuvo orientado a disminuir la desnutrición y malnutrición, especialmente en los sectores de la población más pobre. En el país, los granos andinos forman parte de los sistemas de producción, principalmente en la región sierra, ya que son cultivados en asociación, intercalados, en monocultivos o en rotación con otros cultivos. Mayormente han estado destinados para el autoconsumo de los agricultores que los han cultivado; y muy poco han tenido orientación hacia el mercado de consumo.

En el informe de resultados del III Censo Nacional Agropecuario (SICA-INEC-MAG 2002), se reportan estadísticas de un grano andino: chocho. Se siembran 5 974 ha y se cosechan 3 921 ha. FAOSTAT (2014), reporta 800 t producidas de quinua en el año 2013.

La superficie potencial estimada para el cultivo de chocho es de 140 712 ha (87 658 ha sin limitaciones y 53 054 ha con limitaciones ligeras de clima y suelo) y para quinua se estima una superficie potencial de 148 438 (86 856 ha sin limitaciones y 61 582 ha con limitaciones ligeras). El amaranto y ataco tendría el mismo potencial de cultivo en áreas de valles o localidades libres de heladas (Yugcha 1996, 1997). Comparando las áreas sembradas y las potenciales, existe un gran margen de posibilidad para incrementar estos cultivos en el país.

El amaranto y ataco o sangorache han tomado importancia económica y social de manera paulatina. Siendo cultivos tan antiguos como la humanidad, son nuevos para los agricultores y consumidores ecuatorianos. Al igual que el chocho y la quinua, constituyen importantes alternativas para la agricultura de los valles y laderas ubicadas entre los 2200 a 2800 m s.n.m., así como para la alimentación y para generar divisas a través de la exportación. De las primeras evaluaciones (2014), el amaranto de grano blanco, presenta gran potencial de adaptación en la provincia de Santa Elena, en áreas con agua de riego por goteo; se podría obtener hasta dos cosecha por año.

El INIAP, a través de su Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, considerando la importancia para la economía y la alimentación del país y en cumplimiento de su misión,

está generando mediante procesos de investigación y evaluación participativa, tecnologías apropiadas a las necesidades de los agricultores y consumidores; entre estas nuevas y mejores variedades y semilla de buena calidad por sistemas convencionales y no convencionales.

FITOMEJORAMIENTO

Para los lectores de este documento, que no son agrónomos, los autores consideramos importante incorporar conceptos o definiciones del fitomejoramiento. Uno de los tantos conceptos es el que considera que el mejoramiento de plantas es el arte y la ciencia de conservar, mejorar o cambiar el genotipo o la herencia de las plantas cultivadas, formando nuevas variedades o mejorando las ya existentes y de cultivo común para los agricultores (Albornoz 1978).

La mejora genética vegetal (fitomejoramiento) desempeña un papel fundamental en el aumento del rendimiento y de la calidad de los cultivos, desarrollando variedades adaptadas a las distintas condiciones ambientales, con mejor aprovechamiento de los insumos e integrada en sistemas agrarios sostenibles desde el punto de vista ambiental y económico. Esta disciplina ha evolucionado hasta convertirse en una ciencia compleja, que debe integrar instrumentos propios de la biología molecular, celular e informático en los métodos clásicos de selección (CIHEAM 2004).

EVOLUCIÓN DEL FITOMEJORAMIENTO DE LOS GRANOS ANDINOS EN EL INIAP

Las primeras colectas y observaciones de quinua y chocho, se realizan entre los años 1967 y 1970, pero sin continuidad en las investigaciones. Se retoma el proceso en el año 1980 con nuevas colecciones de quinua en el Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina (E.E.S.C.). En el año 1982, el INIAP crea las Unidades de Cultivos Andinos y Recursos Fitogenéticos adscrito al Programa de investigación en Cereales de la E.E.S.C.

Del año 1982 a 1985 se realizan las colecciones de granos andinos olvidados o subutilizados, con lo cual se organizan los llamados Bancos de Germoplasma. En este periodo se realizó la prospección, colección, documentación, caracterización y conservación del material genético colectado en la sierra ecuatoriana y de las accesiones recibidas por donación o intercambio con institutos de investigación o universidades de los países andinos o de otras latitudes (INIAP 1985).

Quinua:

La historia de la mejora genética de la quinua se inició en 1980 con la evaluación y selección de las primeras colecciones. En el año 1986 se liberan las primeras variedades de quinua de origen ecuatoriano mejoradas por selección, llamadas **INIAP Imbaya** e **INIAP Cochasquí**, por sus características deseables de buen rendimiento, adaptabilidad, tolerancia al mildiu (*Peronospora variabilis*), de grano amargo o altas en contenido de saponina; carácter que dificultó una mayor aceptación de los consumidores para incorporar o recuperar este grano andino en su dieta alimentaria (Nieto et al. 1986). En este proceso juega un rol preponderante el apoyo técnico y financiero del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

En el año 1986, el INIAP crea el Programa de Cultivos Andinos, con el objetivo de realizar investigación en granos, tubérculos y raíces andinas. En el año 1992, este Programa libera dos variedades de bajo contenido de saponina, denominadas "dulces": la variedad **INIAP Tunkahuán**, originaria de la zona de San Gabriel (Carchi) y la variedad **INIAP Ingapirca**, de origen boliviano. INIAP Tunkahuán es una variedad denominada de valles, de porte alto, para cultivar entre 2400 y 3200 m de altitud. INIAP Ingapirca es una variedad para zonas más frías y de mayor altitud, hasta los 3600 m; de porte más pequeño y más precoz que Tunkahuán. El mejoramiento de estas variedades se realizó por selección e introducción y selección. La variedad INIAP Tunkahuán se seleccionó de una población original que tenía plantas con axila roja y sin axila, por arquitectura de planta en el INIAP fueron seleccionadas las plantas sin axilas. Es una de las variedades que se encuentran en uso, las otras tres desaparecieron o no fueron mantenidas o aceptadas por los agricultores en la década de los años 90. La variedad INIAP Tunkahuán, es la más cultivada en la sierra del país, se estiman como 5 000 ha sembradas en el año 2014, a través del proyecto de Fomento del Cultivo de la Quinua apoyado por el MAGAP en todas las provincias serranas. Se tiene conocimiento de siembras en algunos departamentos de Colombia.

En el año 1997, por decisión institucional el Programa de Cultivos Andinos fue cerrado y los rubros de investigación fueron distribuidos en diferentes Programas de la Estación Experimental: chocho al Programa Nacional de Leguminosas, quinua y amaranto al Programa de Cereales y los tubérculos y raíces al Programa Nacional de Tubérculos.

Frente a requerimientos nacionales e internacionales se retoma la investigación en quinua y amaranto en el año 2000 en el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos y adopta el acrónimo de PRONALEG-GA. En el año 2005 y a través de procesos participativos, en la provincia Bolívar se selecciona de entre las líneas promisorias de grano blanco, a la variedad **INIAP Pata de Venado**, para áreas más altas y frías (Mazón et al. 2008).

En el año 2007, los fitomejoradores del PRONALEG-GA analizaron y concluyeron que por el método de selección se había llegado al máximo de rendimiento, tolerancia o resistencia a mildiu y tamaño del grano y que era momento para iniciar fitomejoramiento por hibridación o cruzamiento; a objeto de generar nuevo material genético.

En el año 2008, contando con el apoyo de la Fundación McKnight (EEUU) y de la Fundación PROINPA (Bolivia), líder en el mejoramiento de la quinua en los Andes, los mejoradores del PRONALEG-GA recibieron una capacitación en mejora genética por hibridación: selección de padres donantes de genes, selección de glomérulos, emasculación, polinización y manejo de poblaciones segregantes. En el año 2009 se iniciaron las primeras cruza dirigidas, de tipo recíproco entre las variedades INIAP Tunkahuán e INIAP Pata de Venado y más tarde INIAP Tunkahuán con material de origen boliviano (Figura 1). El objetivo de la mejora ha sido alcanzar un mayor tamaño de grano, menor altura de planta que Tunkahuán, más tolerancia a mildiu, precocidad intermedia entre los padres y grano de color blanco.

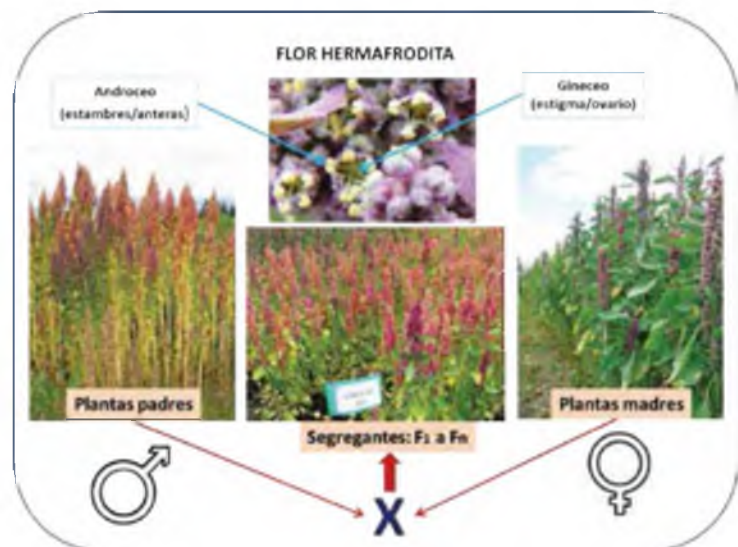


Figura 1. Esquema simple del proceso de mejora por hibridación en quinua, INIAP, 2009.

Resultado de este proceso, en el año 2015 se están evaluando en diferentes agro ambientes, líneas promisorias F_2 ; a la vez evalúa líneas de cruza con germoplasma de Bolivia.

Para el año 2017, el INIAP espera poner al servicio del país y ampliar la diversidad útil de la quinua, con una o dos nuevas variedades obtenidas por cruzamiento.

Chocho:

La historia del fitomejoramiento en chocho inicia con la formación de los bancos de germoplasma en el Programa de Leguminosas de la E.E. Santa Catalina (1983) y su traspaso al programa de Cultivos Andinos (1986).

El Programa de Cultivos Andinos caracteriza, evalúa y selecciona material promisorio de chocho entre los años 1987 y 1996. En el año 1997 se inicia la investigación del rubro en el PRONALEG, apoyados por un proyecto de la Fundación para la Ciencia y la Tecnología (FUNDACYT) y en el año 1999 se libera la primera variedad de chocho mejorada por selección, proveniente de una accesión procedente del Perú, la **INIAP 450 Andino** (Caicedo et al. 1999). Con esta variedad de tipo precoz (siete meses), de amplia adaptabilidad, con grano de tamaño grande, de color blanco y alto rendimiento, se inició la promoción del cultivo y uso del chocho en la alimentación. Hoy se estima que más del 70% de la superficie sembrada se encuentra con esta variedad (aproximadamente 5 000 ha). En el año 2001 se realizaron las primeras cruza preliminares a objeto de afinar el método de emasculación y polinización; se vuelve a repetir el proceso en el año 2008 para observar y seleccionar plantas con colores diferentes de flor, como marcador para identificar variedades.

Desde el año 2007, se trabaja en el banco de germoplasma de chocho, en la búsqueda de genes de resistencia a una enfermedad importante que afecta este cultivo, la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*), para iniciar un proceso de mejora por hibridación; sin éxito en las primeras 126 colecciones del banco.

En el trabajo compartido con la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Estatal de Bolívar y para esos ambientes, de entre las líneas promisorias se identificó y seleccionó como otra variedad mejorada a **INIAP 451 Guaranguito** y se liberó en el año 2010 (Peralta et al. 2010).

Amaranto:

El nombre común de amaranto, identificó a las especies de grano blanco, provenientes principalmente del Cusco, Perú, que corresponden a la especie *A. caudatus* L. Del banco de germoplasma, el Programa de Cultivos Andinos después de la caracterización y evaluación, identificó un grupo de líneas promisorias y entre estas seleccionó a la variedad **INIAP Alegría** que fue liberada en 1994. Esta variedad fue mejorada por introducción y selección, es de origen peruano (Monteros et al. 1994).

El amaranto es un cultivo tan antiguo como la humanidad, pero es nuevo para los agricultores y consumidores ecuatorianos. Esta es una razón importante para que haya tomado como tres décadas el inicio de su cultivo en forma comercial y la demanda por parte de consumidores nacionales y extranjeros.

Desde el año 2008, el INIAP viene promocionando el cultivo, consumo, agroindustria y exportación. En el 2014, al igual que la quinua y el chocho, es parte de la nueva matriz productiva del país. La variedad INIAP Alegría se adapta muy bien en todos los valles de la sierra libres de heladas.

Ataco o sangorache:

Así se conoce al amaranto de grano negro en Ecuador, cuyo nombre científico es *Amaranthus quitensis* H.B.K / *A. hybridus* L., que hasta hace una década nadie lo cultivaba con el objeto de cosechar sus semillas o granos para el consumo humano. Se conoce de antaño el uso de su colorante en diferentes bebidas o alimentos o como planta medicinal. El interés por el grano se inició en el año 2004 frente al pedido de grandes volúmenes para los Estados Unidos.

El PRONALEG-GA a partir del año 2000, identificó líneas promisorias y seleccionó al material genético de mayor adaptabilidad y rendimiento. En el año 2013, se presentó la primera variedad de ataco obtenida por selección, con el nombre de **INIAP Rubí**.

El fitomejoramiento de la quinua, chocho y amaranto, dentro de los granos de origen andino, es la actividad más importante del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos de la E.E. Santa Catalina. Todo el proceso se realiza con investigadores nacionales.

Hasta el año 2014 se han entregado cinco variedades de quinua (dos amargas y tres dulces, de las cuales dos están en uso). En chocho están en uso dos variedades, en amaranto una y en ataco o sangorache una variedad.

Así, los granos andinos: quinua, chocho, amaranto y ataco, de cultivos y alimentos subutilizados se han convertido en productos emblemáticos de la sierra ecuatoriana, llegando en los últimos cuatro años a recibir los precios más altos del mercado (\$ 100 a 200/qq). Son alimentos saludables, de alto valor nutritivo, elementos importantes para la seguridad y soberanía nutricional y alimentaria del país.



LITERATURA CITADA Y CONSULTADA

- Albornoz, G. 1978. Fitomejoramiento. Cátedra para cuarto curso de Ingeniería Agronómica. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria. Quito. EC. p. 1.1.
- Caicedo, C; Peralta, E; Murillo, Á; Rivera, M; Pinzón, J. 1999. INIAP-450 Andino. Variedad de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Plegable sn INIAP-FUNDACYT. Quito. EC.
- CIHEAM-IAMZ (Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza, ES). 2004. Promocional. Curso de Programa master en Mejora Genética Vegetal. Zaragoza, ES.
- FAOSTAT. 2014. (en línea). Consultado 4 agosto 2014. Disponible en <http://www.iso.ch/www.foostat3.fao.org>
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias,EC). 1985, Recolección de varios Cultivos Andinos en Ecuador. Informe Final. Quito. EC. 144 p.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias,EC). 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013. Informes Técnicos Anuales. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación experimental Santa Catalina. Quito, EC.
- Jacobsen, S. Sherwood, S. 2002. Cultivo de Granos Andinos en Ecuador. Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, CIP (Centro Internacional de la Papa (CIP), Ccrs (Catholic Relief Services). Quito, EC. 90 p.
- Mazón, N., Peralta, E., Monar, C., Subía, C., Rivera, M. 2008. Pata de Venado (Taruka Chaki). Nueva variedad de quinua precoz y de grano dulce. Plegable No. 261. INIAP. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, EC. 7 p.
- Mazón, N., Rivera, M., Peralta, E., Estrella, J., Tapia, C. 2002. Catálogo del Banco de Germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de INIAP-Ecuador. INIAP. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos y Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, EC. 98 p.
- Mazón, N., Peralta, E., Rivera, M., Subía, C., Tapia, C. 2003. Catálogo del Banco de Germoplasma de amaranto (*Amaranthus* spp.) de INIAP-Ecuador. INIAP. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos y Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, EC. 53 p.
- Monteros, C., Nieto, C., Caicedo, C., Rivera, M., Vimos, C. 1994. "INIAP-ALEGRÍA". Primera variedad mejorada de amaranto para la sierra ecuatoriana. INIAP. Programa de Cultivos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, EC. 24 p.
- Nieto, C; Peralta, E; Castillo, R. 1986. "INIAP-IMBAYA" e "INIAP-COCHASQUI", primeras variedades de quinua para la sierra ecuatoriana. INIAP. Boletín Divulgativo No. 187. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. 13 p.
- Nieto, C., Vimos, C., Monteros, C., Caicedo, C., Rivera, M. 1992. "INIAP INGAPIRCA E INIAP TUNKAHUAN DOS VARIEDADES DE QUINUA DE BAJO CONTENIDO DE SAPONINA". Boletín Divulgativo no. 228. INIAP. Programa de Cultivos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecr. 23 p.
- Peralta, E; Murillo, Á; Mazón, N; Villacrés, E; Rivera, M. 2013. Catálogo de variedades mejoradas de granos andinos: chocho, quinua y amaranto, para la Sierra de Ecuador. Publicación miscelánea no. 151. 3 ed. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, EC. 28 p.
- Peralta, E; Villacrés, E; Mazón, N. 2013. Granos Andinos: quinua, chocho, amaranto y ataco. Valor nutricional y funcional. Boletín Divulgativo no. 430. INIAP. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, EC.
- Peralta, E; Mazón, N; Murillo, Á; Rivera, M; Rodríguez, D; Lomas, L; Monar, C. 2012. Manual de Granos Andinos. CHOCHO, QUINUA, AMARANTO Y ATACO. Cultivos, variedades y costos de producción. Manual no 69. 2 ed. INIAP. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, EC. 68 p.
- Peralta, E. 2010. Producción y distribución de semilla de buena calidad con pequeños agricultores de granos andinos: chocho, quinua, amaranto. Sistema no convencional. Publicación miscelánea no. 169. INIAP. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, EC. 68 p.
- Peralta, E. 2010. INIAP Alegría, variedad mejorada de Amaranto, *Amaranthus caudatus* L. Plegable divulgativo no. 346. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, EC.
- Peralta, E. 2010. INIAP Tunkahuán, variedad mejorada de Quinua de bajo contenido de saponina. Plegable divulgativo No. 345. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, EC.
- Peralta, E. 2010. INIAP 450 Andino, Variedad de chocho, *Lupinus mutabilis* Sweet. Plegable divulgativo s/n. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, EC.
- Peralta, E; Rivera, M; Murillo, Á; Mazón, N; Monar, C. 2010. INIAP 451 Guaranguito. Nueva variedad de chocho para la provincia Bolívar. Boletín Divulgativo no. 382. INIAP. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, EC.
- Peralta, E; Villacrés, E; Mazón, N; Rivera, M; Subía, C. 2008. El ataco, sangorache o amaranto negro (*Amaranthus hybridus* H.B.K.) en Ecuador. Publicación Miscelánea no. 143. INIAP. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. 63 p.
- Reyes, P. 1985. Fitogenotecnia, básica y aplicada. Primera edición. AGT Editor, S.A. México. MÉ. 460 p.
- Rivera, M; Pinzón, J; Caicedo, J; Murillo, Á; Mazón, N; Peralta, E. 1998. Catálogo del Banco de Germoplasma de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) y otras especies de lupinus. INIAP. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, EC. 47 p.
- SICA, INEC, MAG. 2002. III Censo Nacional Agropecuario. Resultados Nacionales y Provinciales. Quito, EC. 117-119 p.
- Yugcha, T. 1996. Zonificación potencial del cultivo de la quinua, en el callejón interandino del Ecuador. División de Ordenamiento Rural, MAG, Quito, EC. p 10.
- Yugcha, T. 1997. Zonificación potencial del cultivo de chocho. Escala 1:50000. INIAP-FUNDACYT-BID, Quito, EC. p. 19.

INFÓRMESE:

Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos
Estación Experimental Santa Catalina
INIAP, Quito, Ecuador
Telefax: 02 3076 040
WWW.iniap.gob.ec

