

**INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS,
INIAP**

**CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO,
CIID**

**Proyecto de cooperación técnica 3P-90-0160
“Producción y Procesamiento de Quinoa en Ecuador”
(Informe Final de Labores)**

**Carlos Nieto C
Carlos Vimos N**

(Coordinadores y responsables de la ejecución del proyecto)

**Programa de Cultivos Andinos,
Estación Experimental Santa Catalina, INIAP.**

**Quito, Ecuador
Junio de 1994**

AGRADECIMIENTOS

Los coordinadores y responsables de la ejecución de este proyecto, dejan constancia de los mas reconocidos agradecimientos a las siguientes personas e instituciones que han participado o colaborado directa o indirectamente en la ejecución las actividades del mismo.

- Al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, CIID de Canadá, por haber financiado todas las actividades del Proyecto y asesorado, a través de sus oficiales de programas en varias instancias del mismo.
- Al Instituto Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias, INIAP, por el patrocinio y cofinanciamiento de las actividades del proyecto
- Al personal técnico y administrativo de la Estación Experimental Santa Catalina y muy en especial al del Programa de Cultivos Andinos del INIAP, por la colaboración y participación decidida en las actividades del proyecto.
- Al directorio de la Unión de Comunidades Indígenas de Guamote, UCIG, y a las comunidades que aceptaron formar parte del "Agroindustrial ICU", por su comprometimiento y empeño en la formación de esta empresa.
- A la coordinación técnica del proyecto Palmira, MAG-Gobierno de Bélgica, en las personas de los doctores Valdí Fisher y Pedro Huben, por la colaboración en el cofinanciamiento del "Agroindustrial ICU. y en varias actividades de esta empresa.
- Al Centro Nacional de Promoción de la Pequeña Industria y Artesanía, CENAPIA, en las personas de los licenciados Marina Ramírez y Federico Pérez, por la asesoría en las actividades de administración y gestión del "Agroindustrial ICU."
- Al doctor Arturo Romero, consultor temporal del CIID, por su asesoría en varias actividades de la formación del "Agroindustrial ICU".
- Al personal que labora en el "Agroindustrial ICU", por su interés y dedicación en las actividades del mismo.
- En general a todas las demás personas e instituciones que colaboraron en el cumplimiento de los objetivos de este proyecto.

RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto 3P-90-160, fue un proyecto de cooperación técnica entre el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, CIID de Canadá y el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, de Ecuador, que se ejecutó bajo la responsabilidad del Programa de cultivos andinos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP y cuyos objetivos específicos fueron los siguientes:

1. Caracterizar los agroecosistemas de la zona de Guamote, Chimborazo, con el fin de identificar alternativas para mejorar los niveles de ingreso aplicando la tecnología generada por INIAP.
2. Continuar con la investigación y generación de alternativas tecnológicas apropiadas en la producción y poscosecha de quinua y otros cultivos andinos.
3. Instalar y operar una planta piloto de producción, acopio, procesamiento y comercialización de quinua y otros granos en el área de influencia de las comunidades indígenas de Guamote, aplicando las tecnologías mejoradas que fueron generadas por el INIAP; y,
4. Divulgar las experiencias y los resultados a otras comunidades e instituciones en el Ecuador y otros países andinos a través de la realización de cursos de entrenamiento, días de campo y preparación de materiales audio-visuales y publicaciones.

La administración del proyecto se ejecutó en la Estación Experimental Santa Catalina y las actividades de investigación se realizaron las provincias centrales y del norte de la Sierra de Ecuador. La formación del proyecto de empresa comunitaria "Agroindustrial ICU", se realizó en el cantón Guamote, provincia del Chimborazo, localizado a 200 km. al sur de Quito.

El primer objetivo se cumplió durante el primer año de labores. Se logró obtener información de varias fuentes secundarias y de la misma zona beneficiaria del proyecto de empresa comunitaria, así:

- Las características socioeconómicas, de la población, su distribución por edades y otras características.
- El estado de la población respecto al área de la salud, los niveles de educación así como la infraestructura para servicio a los niños, y en general toda la organización social dentro de cada comunidad.
- Se recolectó la información sobre estructura y distribución de la tierra, su modo de vida, el tipo de vivienda, combustible utilizado para cocer sus alimentos, así como de sus necesidades más sentidas.
- Se estudió el estado de los recursos naturales, así como las condiciones climáticas. Se encontró que los suelos son cada vez menos aptos para hacer agricultura y las mejores posibilidades quedan únicamente ciertos cultivos como: chocho, centeno, cebada y quinua.
- En el área de producción agropecuaria, se observó que los cultivos más importantes en la zona son: papa, cebada y haba y su manejo tecnológico continua siendo tradicional a pesar de haber recibido algunas recomendaciones tecnológicas, a través de promotores que trabajan en la zonas.

- El sistema pecuario abarca la mayor parte del suelo disponible para hacer agricultura, tiene el 25 % cubierto de pasto y los animales más comunes son los ovinos, vacunos y porcinos, todos con manejo tradicional.
- Se encontró que existe una alta conciencia por parte de los agricultores sobre la necesidad urgente de sembrar árboles para cuidar sus suelos y como fuente de combustible.
- Se observaron seis modelos de fincas, desde los muy simples hasta el modelo que involucra un huerto familiar árboles alrededor de la casa, corrales para animales, además de la vivienda.
- En cuanto al mercadeo de productos, se determinó que los intermediarios son los que llevan la mayor ventaja económica, debido al caótico y tradicional sistema de comercialización de los productos.
- Este trabajo concluyó que la actividad del Agroindustrial ICU, se justifica no solo para facilitar el mercadeo sino, para brindar asistencia técnica y brindar varios servicios necesarios en la zona.

Dentro del objetivo 2, se informan los resultados más sobresalientes, así:

- Se han obtenido dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina, INIAP-INGAPIRCA, para zonas e INIAP-TUNKAHUAN, para zonas de valle. Se entregó una variedad de amaranto, INIAP-ALEGRIA para zonas de valles bajos (bajo los 2800 m.s.n.m.). Se entregaron las dos primeras variedades de melloco, QUILLU-MELLOCO y PUCA-MELLOCO, para la zona central de la Sierra. Todas estas variedades se entregaron junto con la respectiva información técnica, así como sus recomendaciones para la producción.
- Se han evaluado un total de 1210 líneas o clones en 58 ensayos de campo, dentro y fuera de la Estación Experimental. De estos trabajos, además de las variedades mejoradas se disponen de nueve líneas promisorias de amaranto, 11 de chocho, nueve clones de melloco y 27 líneas de quinua. Este material será la base para que el Programa pueda entregar nuevas variedades mejoradas en el futuro.
- Se han multiplicado 6270 kg de semilla variedad Tunkahuán, Ingapirca e Imbaya, 1450 kg de semilla de amaranto variedad INIAP-ALEGRIA y, la línea promisoría ECU-163. En melloco se han multiplicado 3100 kg de semilla de las variedades QUILLU y PUCA, durante los dos primeros años, para el tercer año no se disponen de datos porque las cosechas se realizarán a partir de julio de 1994. Gran parte de esta semilla se entregó para la promoción al proyecto ICU.
- La investigación en mejoramiento se complementó con varios trabajos en agronomía de los cultivos andinos así: se estudio la respuesta de la quinua a diferentes tipos de rotación de cultivos en dos localidades de la Sierra, durante cinco años, y se determinó que las mejores rotaciones fueron quinua-papa y quinua-haba mientras que la peor fue quinua-barbecho.
- Se estudió, además el efecto de la poda de la inflorescencia de 10 líneas promisorias de chocho en dos localidades de la Sierra ecuatoriana, para determinar si esta práctica podría ayudar a uniformizar la cosecha en este cultivo. Los resultados no fueron concluyentes.
- Se estudió el efecto del número de aporques en el rendimiento de calidad de los clones de melloco, y se determinó que lo más recomendado y económico es aplicar una deshierba y dos aporques.

- Varios otros trabajos complementarios como el efecto de la nutrición mineral sobre la caída de las flores del chocho, la evaluación del grado de aceptabilidad de productos elaborados a base de amaranto y el efecto del tipo de remojo, cocción y lavado sobre el contenido de alcaloides y proteína en el chocho, fueron ejecutados y sus resultados se incluyen en este informe.

El objetivo 3, se cumplió exitosamente con la formación de una empresa comunitaria de gestión indígena "Agroindustrial ICU", localizada en Guamote y cuyo objetivo básico es: acopiar, procesar, comercializar y utilizar granos producidos en la zona.

La empresa está funcionando con 28 comunidades en calidad de socios propietarios. Durante los dos primeros años de funcionamiento se consiguieron utilidades significativas, el patrimonio actual de la empresa es de alrededor de 80 millones de sucres. La empresa está equipada con infraestructura, maquinaria de campo y fábrica, muebles y enseres, adecuados para su normal funcionamiento. Las proyecciones futuras son halagadoras.

Entre las actividades mas sobresalientes del proyecto de empresa se informan las siguientes: estudio de factibilidad de la empresa, manual de gestión de la misma, el que contiene todas las actividades identificadas y validadas en el ICU, para la gestión y administración del mismo.

Además, se presentan algunas conclusiones y recomendaciones para el funcionamiento futuro de la empresa.

Dentro de las actividades de cumplimiento del objetivo 4, se informan la realización o participación de varios eventos de promoción, extensión y capacitación en el conocimiento de la producción y uso de los cultivos andinos así:

- Se realizaron 9 días de campo, 7 cursos cortos, 45 conferencias técnicas o informativas en diferentes instituciones y 3 seminarios.
- Se prepararon un total de 19 publicaciones de las cuales tres fueron tesis de grado, varias de las cuales fueron de uso restringido, pero todas se encuentran disponibles en la biblioteca del programa de Cultivos Andinos.
- Se capacitó a 7 estudiantes en calidad de becarios a tiempo completo o parcial, de los cuales dos se encuentran todavía en la fase de experimentación de sus tesis, por lo que en este informe solo se incluyen un avance de los resultados.
- Se informa la participación en 4 eventos internacionales, con delegaciones de los técnicos o colaboradores del Proyecto.
- Dentro de las actividades de promoción del proyecto ICU, se informa la realización de un programa radial, en la estación local de Guamote, con no menos de 120 programas denominados "El ICU informa", en los cuales, además de promocionar al ICU, se hizo labores de capacitación a los agricultores de la zona.
- Finalmente se informa la ejecución de asambleas y reuniones con los beneficiarios del ICU, así como las visitas que esta empresa ha recibido de varias personas e instituciones, durante la primera etapa de su funcionamiento.

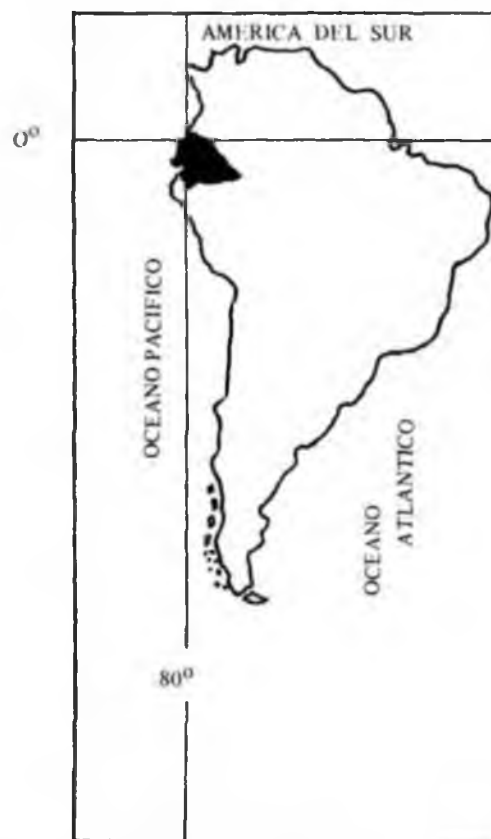
PA 1. REPUBLICA DEL ECUADOR



■ Area influencia del Proyecto: 3P-90-160

▲ Guamoto

★ E.E. "Santa Catalina"



- Actividades de poscosecha y agroindustria, principalmente las relacionadas con el manejo de granos, generación y prueba de prototipos y nuevas alternativas de uso.

El trabajo de diagnóstico de la situación agrosocioeconómica de las comunidades indígenas del cantón Guamote, se realizó en forma simultánea a la formación de la empresa comunitaria, es decir que no se esperó primero tener los resultados del diagnóstico para iniciar la promoción y formación de la empresa. Esto, debido a dos razones fundamentales :

- Primero los campesinos indígenas están cansados de diagnósticos y de ser objetos de investigaciones y pruebas y no quieren colaborar en otro estudio diagnóstico a no ser que vean alguna actividad efectiva para su beneficio.
- Los fondos del financiamiento recibidos por INIAP, para este proyecto fueron transformados a sucres y había que invertirlos con celeridad para escapar de los problemas de devaluación e inflación que hacían peligrar la ejecución del proyecto, por falta de fondos.

De esta forma, los resultados del diagnóstico se tuvieron al finalizar el primer año de labores y sirvieron para reafirmar la decisión de instalar la empresa comunitaria y para reformular ciertas actividades y metodologías de trabajo planificadas inicialmente.

Las actividades de promoción de la producción y formación del Agroindustrial ICU se ejecutaron dentro de la Unidad de trabajo formada temporalmente para el efecto, en la jurisdicción de la Unión de Comunidades Indígenas de Guamote, UCIG, cuyas comunidades miembros son las beneficiarias directas de esta actividad.

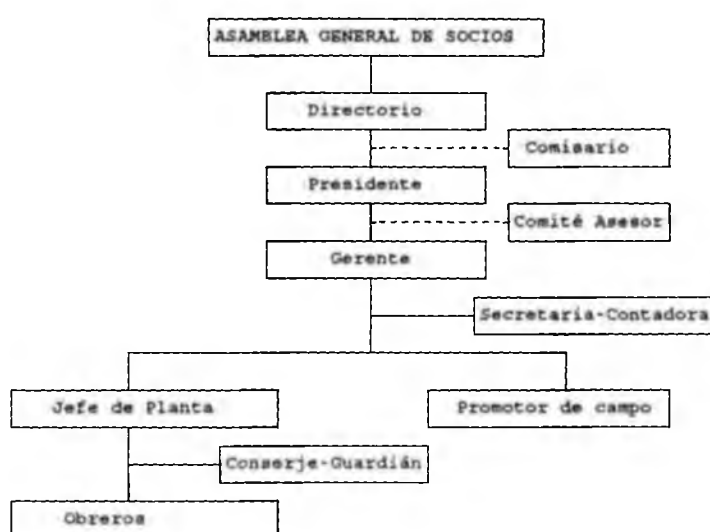
Esta unidad de trabajo, al principio del proyecto estuvo compuesta de: Un técnico coordinador local, un administrador de empresas, una secretaria-contadora y dos asistentes de campo, los que fueron líderes campesinos. Luego, se incorporó un egresado en calidad de becario del proyecto. A partir del segundo año de actividades del proyecto, no se pudo contar con el apoyo del técnico administrador de empresas, debido a que el sitio de trabajo no cuenta con las comodidades propias de una ciudad, lo que no fue aceptado por este tipo de profesionales.

La formación de la empresa comunitaria "Agroindustrial ICU", fue posible en base al cumplimiento de las siguientes acciones principales:

- La promoción del proyecto, entre las comunidades de las tres parroquias del cantón Guamote.
- La organización de la comunidades indígenas en torno a la empresa. Formación de la directiva y elaboración y aprobación de estatutos.
- La elaboración del proyecto de factibilidad de la empresa, para dimensionar los costos, gastos, recursos necesarios y posible utilidad o rentabilidad de la misma.

- La construcción de infraestructura, adquisición de equipos y maquinarias. La prueba y evaluación del funcionamiento de los mismos. El rediseño de algunas adecuaciones físicas y equipos.
- La definición y establecimiento de normas y procedimientos administrativos y de gestión.
- La promoción de la producción, bajo la modalidad de producción dirigida con préstamo en insumos y uso de equipos.
- La definición de normas y procedimientos de acopio de materia prima y las relaciones transaccionales con los productores.
- La legalización de la empresa dentro de las leyes del país y la obtención de permisos sanitarios de funcionamiento.
- La definición de los productos y subproductos a obtenerse como resultado del procesamiento. La definición de normas y control de calidad.
- Todas las actividades anteriores fueron realizadas en colaboración armónica y constante entendimiento con los usuarios, lo que visto de otro modo significa una actividad constante y permanente de capacitación en acción.
- Además la capacitación se complementó con varios eventos formales realizados con los usuarios directos e indirectos del ICU.
- El Nombre de "Agroindustrial ICU", se decidió por consenso de todos los beneficiarios y representan a las tres primeras letras de las instituciones promotoras del proyecto: INIAP, CIID y UCIG.

El organigrama actual del Agroindustrial ICU, es el siguiente:



La tercera actividad, es decir la divulgación de resultados o extensión, se realizó tanto en el Programa de Cultivos Andinos de INIAP como en la Unidad de Trabajo de Guamote. Se realizaron eventos como: Días de campo, cursos cortos, publicaciones, conferencias, participación en ferias agropecuarias, participación en seminarios, congresos y otros eventos a nivel nacional e internacional, etc.

La contabilidad del proyecto se realizó en la Estación Experimental Santa Catalina y la administración del mismo estuvo a cargo del coordinador con apego y cumplimiento a las normas de INIAP. El proyecto recibió el asesoramiento y apoyo técnico de varios investigadores del mismo CIID y de otras instituciones nacionales, principalmente del Centro de Promoción de la Pequeña Empresa y Artesanía, CENAPIA.

III. RESULTADOS POR OBJETIVOS

OBJETIVO 1. **Caracterizar los agroecosistemas de la zona de Guamote, Chimborazo, con el fin de identificar alternativas para mejorar los niveles de ingreso aplicando la tecnología generada por INIAP.**

Este trabajo, como se indicó en la metodología fue realizado durante el primer año de actividades del proyecto Agroindustrial ICU. Los resultados que a continuación se presentan no fueron obtenidos de una simple encuesta entre los involucrados sino más bien corresponden a un acopio de varias fuentes: información secundaria, entrevistas a productores, visitas a comunidades y versiones de líderes comunitarios.

OBJETIVO 2. Continuar con la investigación y generación de alternativas tecnológicas apropiadas en la producción y poscosecha de quinua y otros cultivos andinos.

Los trabajos reportados en esta sección corresponden en primer lugar a las actividades de investigación rutinarias del Programa de Cultivos Andinos, en la búsqueda de variedades mejoradas y en la generación de alternativas tecnológicas de producción y poscosecha. Además se reportan resultados de investigaciones específicas realizadas por los técnicos del Programa, por egresados becarios del proyecto o por investigadores colaboradores de otras instituciones, que han sido apoyados con los fondos del proyecto.

OBJETIVO 3. Instalar y operar una planta piloto de producción, acopio, procesamiento y comercialización de quinua y otros granos en el área de influencia de las comunidades indígenas de Guamote, aplicando las tecnologías mejoradas que fueron generadas por el INIAP.

El cumplimiento de este objetivo fue posible por el trabajo de organización campesina-indígena, en torno al centro de acopio y procesamiento de granos cuyo nombre es "Agroindustrial ICU". Los beneficiarios directos e indirectos de esta empresa son las comunidades indígenas del cantón Guamote, provincia de Chimborazo. Para un mejor entendimiento, se ha procedido a dividir los resultados de este objetivo en varios aspectos relacionados con las actividades intrínsecas desarrolladas.

OBJETIVO 4. Divulgar las experiencias y los resultados a otras comunidades e instituciones en el Ecuador y otros países andinos a través de la realización de cursos de entrenamiento, días de campo y preparación de materiales audio-visuales y publicaciones.

Las actividades desarrolladas dentro de este objetivo, han sido una continuación a las labores de promoción y divulgación de los resultados de la investigación y de las bondades agronómicas y nutricionales de los cultivos nativos, que el Programa del Cultivos Andinos ha venido realizando en los últimos años. De esta forma el proyecto ha apoyado la realización de varios eventos de capacitación, la publicación de información técnica y la participación de los técnicos del proyecto y varios líderes indígenas en seminarios, talleres y otros eventos similares.

OBTENCIÓN DE DOS VARIEDADES DE QUINUA DE BAJO CONTENIDO DE SAPONINA, PARA LA SIERRA ECUATORIANA

Carlos Nieto C. *
Carlos Vimos N. *
Carlos Caicedo V. *
Cecilia Monteros J. *
Marco Rivera M. *

I. INTRODUCCION

La quinua es un cultivo nativo de los Andes y a pesar de su importancia agronómica y nutricional, en los últimos tiempos fue relegada a un segundo plano, debido entre otras causas a la falta tecnología de producción que incluya variedades mejoradas con buenas características agronómicas y de calidad.

En 1986, el Programa de Cultivos Andinos entregó las dos primeras variedades mejoradas de quinua INIAP-Imbaya e INIAP-Cochasquí, que son de alto contenido de saponina (variedades amargas), y constituyen una alternativa agrícola para los pequeños productores de la Sierra, (8). A partir de 1988, se presentó la posibilidad de industrializar y comercializar quinua en el exterior y, considerando que el procesamiento o eliminación de saponina, es más fácil y económico con las variedades de bajo contenido de saponina (variedades dulces), y la demanda externa es mayor para éste tipo de variedades, apareció un interés por parte de los agricultores por variedades de bajo contenido de saponina.

El Programa de Cultivos Andinos, disponía de varias líneas nacionales e introducidas de quinua con el carácter de bajo contenido de saponina desde 1983, por lo que se procedió a seleccionar a nivel de campo, y a manejar este material en grupos separados de las líneas de alto contenido de saponina, para evitar cruzamientos naturales y, de esta forma mantener la pureza de los mismos.

Luego de casi 8 años de trabajos de selección y pruebas de adaptación, se identificaron las líneas ECU-507 y ECU-621 para entregar a los agricultores como variedades mejoradas con los nombres de INIAP-INGAPIRCA e INIAP-TUNKAHUAN, respectivamente.

Del trabajo de caracterización y selección de germoplasma de quinua a través del tiempo, en el Programa de Cultivos Andinos se obtuvo alrededor de 30 líneas promisorias de bajo contenido de saponina, las mismas que se dividieron en dos grupos: Quinuas de Valle y Quinuas de Altura. Este material fue sometido a pruebas de campo y laboratorio, aplicando diferentes presiones de selección para identificar cada vez a las mejores líneas, hasta llegar a seleccionar variedades mejoradas. (5).

* Técnicos Programa Cultivos Andinos, INIAP.

La clasificación en quinuas de valle y quinuas de altura, se basa fundamentalmente en el comportamiento fisiológico y de adaptación de las diferentes líneas así: las quinuas de valle cuando están cultivadas a altitudes superiores a 3400 m, no llegan a la formación de granos, posiblemente las bajas temperaturas impiden una fertilización o, en otros casos hay androesterilidad, lo que no sucede con las quinuas adaptadas a zonas altas, cuya producción de polen y fertilización es normal, aún en altitudes de hasta 3800 m. (5).

II. MATERIALES Y METODOS

Material experimental

El material experimental estuvo conformado por alrededor de 30 líneas promisorias de quinua de bajo contenido de saponina, de donde se seleccionaron, a través del tiempo, los mejores materiales hasta la obtención de las variedades mejoradas. Para el estudio de estabilidad, se tomaron las cuatro mejores líneas de quinuas de valle y las cinco mejores líneas de quinuas de altura, que fueron las siguientes:

Líneas de valle	Líneas de altura
ECU-621	ECU-507
ECU-630	ECU-525
ECU-631	ECU-405
ECU-262	ECU-524
	ECU-527

Localidades

La estabilidad de las dos variedades fue evaluada en 11 localidades (diferenciadas en sitios y años), pero esto no quiere decir que los materiales se hayan evaluado únicamente en estos sitios, sino que en estas localidades se consiguió información completa de juegos de por lo menos cuatro líneas que se repitieron, para poder analizar parámetros de estabilidad. En realidad las variedades que se presentan, se evaluaron en muchas otras localidades y años, inclusive se probaron en parcelas semicomerciales de multiplicación de semillas, lo que permitió completar la información del potencial de adaptación y rendimiento en ambientes diferentes.

Metodología

La metodología de mejoramiento para obtener estas variedades fue la "Selección", dividida en dos etapas: la selección individual al comienzo y luego la selección por adaptación a diferentes ambientes.

La selección individual utilizada se acoge al principio general de selección de "líneas puras", recomendado por Poehlman (9), es decir se trabajó bajo la consideración de que la quinua es una planta autógama, aunque se sabe que tiene niveles de alogamia que eventualmente llegan al 10%. Concretamente se adoptó la metodología de selección "surco-panoja" que consiste en lo siguiente: de una población de germoplasma, se toma una planta o grupo de plantas con el carácter deseable cuya semilla se siembra en un surco el siguiente año. De aquí se vuelven a tomar los individuos sobresalientes, para mezclar su semilla y sembrar en parcelas de tres

surcos. A partir de este año se puede considerar un paso adicional del ya descrito o se toma a la línea entera como promisorio y se somete a ensayos de rendimiento con repeticiones y diseño experimental.

La otra etapa de la selección se realizó con las líneas promisorias en ensayos de adaptación a diferentes ambientes, es decir buscando las líneas estables y consistentes en cuanto a la respuesta a rendimiento y otras características, para finalmente seleccionar como variedad mejorada. La estabilidad de las líneas se evaluó siguiendo el modelo de Eberhart y Russell (2). La selección y evaluación de estas dos variedades se realizó en base a características agronómicas, fisiológicas, de adaptación y de calidad de grano.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

Origen de las variedades

La variedad INIAP-Ingapirca fue obtenida a partir de una población introducida del Banco de Germoplasma de la Universidad Técnica del Altiplano, UNTA, Puno, Perú en 1980 y, cuya identificación original fue: Per-03-08-108. Durante 1981 a 1983 se procedió a seleccionar en Santa Catalina, por lo que la nueva identificación o "Pedigree" fue el siguiente: Per-03-08-108-1e-1E. En 1984 y 1985, fue evaluada en Santa Catalina y en 1986 esta línea fue considerada como promisorio y fue introducida al Banco de Germoplasma de INIAP, en donde se identificó como ECU-0507. Desde entonces fue incluida en el grupo de materiales promisorios conocidos como "Precoces para altura" y sometida a pruebas de adaptación en varios ambientes, hasta que en 1991 se decidió entregar a los agricultores como variedad mejorada bajo la denominación de "INIAP-INGAPIRCA".

La variedad INIAP-Tunkahuán fue obtenida de una población de germoplasma, recolectada en la provincia del Carchi, Ecuador en 1985 e identificada en el Banco de Germoplasma de INIAP como ECU-0621. De este material, durante 1986 se seleccionaron tres fenotipos que se identificaron como:

ECU-0621 Púrpura sin axila
 ECU-0621 Púrpura axilada
 ECU-0621 Verde

Estas selecciones fueron sometidas a pruebas de adaptación y comportamiento agronómico en diferentes ambientes, entre 1987 y 1991, año en que se decidió seleccionar a la primera: "ECU-0621 púrpura sin axila" para ser entregada a los agricultores como variedad mejorada con el nombre de INIAP-TUNKAHUAN.

Características morfológicas de las variedades

En el **cuadro 1** se presentan en forma resumida las características morfológicas de las dos variedades. La diferencia más notable es la forma y tamaño de las hojas; mientras que la variedad INIAP-INGAPIRCA presenta hojas pequeñas, de forma romboidal y con borde entero, típicas de las quinuas del altiplano Perú-Boliviano, la variedad INIAP-TUNKAHUAN presenta hojas grandes triangulares y de borde dentado y ondulado, típicas de la raza Imbabura del norte de la Zona Andina

Características agronómicas de las dos variedades

En el cuadro 2, se presentan los datos de las principales características agronómicas de las dos variedades. Se aprecian claramente las diferencias en precocidad y altura de planta; mientras la variedad Tunkahuán es de porte alto y semitardía, la Ingapirca es de porte pequeño y precoz, a pesar de que esta última está adaptada a lugares de mayor altitud.

En cuanto a tolerancia a la principal enfermedad foliar de la quinua, el mildiú (*Peronospora farinosa*), se puede afirmar que la variedad Tunkahuán presenta una reacción que va de: tolerante a ligeramente susceptible, mientras que la variedad Ingapirca es tolerante.

El potencial de rendimiento de las dos variedades es relevante, sin embargo, la variedad Tunkahuán como es de esperar, presenta mayor potencial de producción de grano que la variedad Ingapirca. Esto posiblemente tenga relación con la altura de planta y la cantidad de follaje que cada una presenta. En el caso de la variedad Ingapirca, se ha comprobado, que subiendo la densidad de plantas por hectárea, lo que se consigue al disminuir el distanciamiento entre surcos, se alcanza un mayor rendimiento de grano.

Cuadro 1. Características morfológicas de dos variedades de quinua

CARACTER	INIAP-INGAPIRCA	INIAP-TUNKAHUAN
Hábito de crecimiento	Erecto	Erecto
Tipo de ramificación	Sencillo a semiramificado	Sencillo a semiramificado.
Tipo de raíz	Pivotante-desarrollada	Pivotante-desarrollada
Forma del tallo	Redondo sin aristas	Redondo con aristas
Color del tallo	Verde amarillento con estrias verdes	Verde claro con estrias verdes oscuras
Pigmentación del tallo	Pigmentos púrpuras	No pigmentado
Forma de hojas	Romboidales	Triangulares
Tamaño de hojas, cm ²	De 17 a 28	De 24 a 50
Borde de hojas	Entero	Ondulado - dentado
Color de axilas	Ausente	Ausente
Color de planta	Púrpura	Púrpura
Color panoja inmadura	Púrpura	Púrpura a rosada
Color panoja madura	Rosada	Amarillo anaranjado
Tipo de panoja	Glomerulada	Glomerulada
Pedicelos	Cortos	Largos
Dehiscencia	Ausente	Ausente
Perigonios*	Cerrados	Abiertos
Latencia de semilla	Ausente	Ausente

* A la madurez

Cuadro 2. Comportamiento agronómico y de adaptación de dos variedades de quinua en diferentes ambientes. (Datos promedios de tres repeticiones)

No. Localidad	Días Florac	Días Cosec	Altura Planta 1/	Tamaño Panoja 1/	Reacción Midiú 2/	Rend. kg/ha
VARIEDAD INGAPIRCA						
1	69	130	99	20	1,0	1127
2	98	140	90	30	---	675
3	90	185	76	30	2,0	1067
4	100	188	98	38	2,0	3392
5	73	140	74	27	2,0	1270
6	80	157	102	32	3,0	2867
7	100	153	57	30	2,0	1484
8	80	157	83	24	---	559
9	---	190	86	32	3,6	589
10	---	190	72	28	2,3	1774
11	80	140	96	31	2,5	2267
\bar{X}	86	161	85	32	2,2	1552
S	12,9	23,1	13,9	4,6	0,7	937,1
VARIEDAD TUNKAHUAN						
1	125	154	168	47	5,0	2526
2	110	165	175	39	3,0	3352
3	128	189	90	20	1,0	1687
4	122	202	185	48	4,0	2722
5	103	174	124	40	2,0	1552
6	100	180	110	39	2,2	2052
7	82	150	126	31	3,0	859
8	112	210	168	44	2,0	3782
9	121	190	160	40	3,0	1817
10	103	185	170	32	2,3	2776
11	100	182	110	27	3,5	1554
\bar{X}	109	180	144	37	2,8	2244
S	13,7	18,5	32,7	8,6	1,1	871,0

1/ Medido al momento de la cosecha, en cm.

2/ Escala de 0 a 9 (0 = Resistente, 9 = Susceptible), calificada en la época de floración para Peronospora farinosa (7).

S Desviación estándar

-- No existe información

Requerimientos ambientales

En base a los requerimientos ambientales y de adaptación de cada variedad (**cuadro 3**), se ha clasificado a la variedad Ingapirca como una variedad de altura, es decir que está recomendada para cultivarse en sitios cuya altitud sea superior a los 3000 m.s.n.m., mientras que a la variedad Tunkahuán se le ha clasificado como variedad de valle, recomendada para localidades cuya altitud sea inferior a los 3400 m.s.n.m. Las demás características de adaptación y requerimientos ambientales están descritas para cada variedad en el **cuadro 3**.

Cuadro 3. Características de adaptación y requerimientos ambientales de dos variedades de quinua

CARACTERISTICA	VAR. INGAPIRCA	VAR. TUNKAHUAN
Altitud (msnm)	3000 a 3600	2200 a 3400
Altitud óptima	3200 a 3400	2600 a 3200
Temperatura, °C	6 a 12	8 a 16
Luminosidad	Tolera nubosidad	Requiere más luz
Precipitación, mm/año	400 a 800	600 a 1200
Tolerancia a sequía	Tolerante	Liger. susceptible
Exceso de humedad	Susceptible	Tolerante
Granizadas *	Tolerante	Tolerante
Heladas *	Tolerante	Liger. tolerante
Suelos, (pH)	5,3 a 7	5,3 a 7
Suelos, (textura)	Franco arenoso Franco arcilloso	Franco arenoso Franco arcilloso
Suelos (Encharcamiento)	Susceptible	Susceptible
Vientos **	Tolerante	Susceptible **

* Tolerantes siempre que el fenómeno aparezca después de los 45 días del ciclo.

** Se produce volcamiento, sobre todo cuando está cerca a la cosecha y la planta no ha sido aporcada.

Características nutricionales y de calidad de grano

En el **cuadro 4**, se presentan las características de calidad de grano y de valor nutritivo de las dos variedades. Lo más sobresaliente es sin duda los contenidos bajos de saponina de ambas variedades, razón por la que están clasificadas como variedades dulces. El color y tamaño de grano, son aceptables y están dentro de los requerimientos de la industria y de los consumidores. Además, las dos variedades cumplen con las características de calidad de grano mínimas requeridas para la exportación. La variedad Ingapirca, por tener grano de forma esférica, presenta un porcentaje de extracción de grano de primera, menor que el de la variedad Tunkahuán.

Parámetros de estabilidad

En el **cuadro 5**, se presentan los datos de respuesta de la estabilidad de las cuatro líneas de mayor rendimiento, dentro del juego de líneas dulces de valle, que fueron evaluadas en 11 ambientes. La línea ECU-621, (Variedad Tunkahuán), presenta un mejor comportamiento en cuanto al rendimiento en buenos ambientes y es consistente, el mismo comportamiento presenta la ECU-630, pero su rendimiento promedio es menor. La ECU-631 aparece como estable, aunque sus rendimientos en ambientes favorables son menores que las dos líneas anteriores, mientras que la ECU-262 es la que mejor responde en ambientes desfavorables, pero es inconsistente y responde mal

en ambientes favorables. Además de este comportamiento ambiental, la línea ECU-621 fue seleccionada como futura variedad por su mejor calidad de grano.

En el **cuadro 5**, se presenta además los datos de respuesta de estabilidad de las cinco líneas de mayor rendimiento del juego de líneas dulces de altura, que fueron evaluadas en 11 ambientes. La línea ECU-507 (variedad Ingapirca), presenta un comportamiento estable en cuanto al rendimiento y alcanza los mayores rendimientos en buenos y malos ambientes. La línea ECU-405 presenta un mejor comportamiento en ambientes desfavorables y es consistente, igual comportamiento presenta la línea ECU-524 pero es inconsistente. Mientras que la línea ECU-525 presenta una buena respuesta en todos los ambientes pero es inconsistente y la línea ECU-527 presenta altos rendimientos en buenos ambientes y además es consistente. La línea ECU-507 fue seleccionada como futura variedad además de su estabilidad por la calidad de grano

Cuadro 4. Características nutricionales y de calidad de grano de dos variedades de quinua, de bajo contenido de saponina (6).

CARACTERISTICAS	VAR. INGAPIRCA	VAR. TUNKAHUAN
Color de grano	Blanco opaco	Blanco
Grano de primera, % *	65 a 75	80 a 90
Peso hectolítrico, kg/hl	66	65
Tamaño de grano, mm	1,7 a 1,9	1,7 a 2,1
Contenido de saponina, %**	0,07	0,06
Deterioro de grano ***	Bajo	Muy bajo
Forma del grano	Redondo esférico	Redondo aplanado
Proteína, %	15,97	15,73
Grasa, %	4,60	6,11
Cenizas, %	2,98	2,57
Fibra, %	5,55	6,22
Calcio, %	0,10	0,10
Fósforo, %	0,38	0,35
Potasio, %	0,82	0,66
Energía total ****	4536	4744

* Extracción de grano de primera, utilizando un tamiz de orificios redondos de 1,8 mm de diámetro

** Según metodología INEN, NORMA No. 1672, (4)

*** Proceso de ennegrecimiento del grano antes de la cosecha

**** Expresada en calorías por gramo de grano entero

Cuadro 5. Coeficientes de regresión y desviaciones de la regresión de los parámetros de estabilidad de los grupos de líneas de quinua en diferentes localidades de Ecuador

LINEAS	Remdimiento promedio t/ha	Coficiente de regresión (bi)	Desviación de la regresión (S ² di)
Quinuas de Valle			
ECU-621 1/	2,244	1,114 *	0,017 NS
ECU-630	2,195	1,197 *	0,019 NS
ECU-631	2,153	0,963 NS	0,075 NS
ECU-262	1,944	0,726 **	0,123 *
Quinuas de altura			
ECU-507 2/	1,551	1,064 NS	0,063 NS
ECU-525	1,346	0,965 NS	0,094 **
ECU-405	1,477	0,939 *	0,017 NS
ECU-524	1,419	0,866 *	0,069 *
ECU-527	1,311	1,166 *	0,017 NS

NS No Significativo

* Significativo (P=>5%)

** Significativo (P = 1%)

1/ Variedad Tunkahuán

2/ Variedad Ingapirca

IV. CONCLUSIONES

- Las dos variedades tienen la característica fundamental de tener bajo contenido de saponina, es decir son consideradas como variedades dulces.
- INIAP INGAPIRCA es considerada variedad para zonas altas, pues su rango de adaptación es de 3000 a 3600 m de altitud, mientras que el comportamiento óptimo está entre los 3200 y 3400 m de altitud.
- La variedad INIAP Tunkahuán es considerada como variedad de Valle, su rango de adaptación varía de 2200 a 3400 m de altitud y su comportamiento óptimo está entre los 2600 y los 3200 m de altitud.
- La variedad Ingapirca es mucho más precoz, que la Tunkahuán, a pesar de estar recomendada para zonas altas.
- Las dos variedades presentan tolerancia a la principal enfermedad foliar de la quinua Peronospora farinosa, conocida como mildiú.
- El tamaño de planta de la variedad Tunkahuán es mayor que el de la Ingapirca, sin embargo las dos presentan un tamaño apto para ser cosechado manual o mecánicamente.
- En cuanto a tolerancia a condiciones ambientales adversas, la variedad Ingapirca es tolerante a las heladas y sequías, mientras que la variedad Tunkahuán, puede tolerar estos fenómenos siempre que no se presenten en los primeros 45 días del ciclo.
- El potencial de rendimiento de las dos variedades es alto, (superior a los 3000 kg/ha), sin embargo, la variedad Tunkahuán presenta mayor potencial que la variedad Ingapirca.
- Debido a que las dos variedades se comportan bien en buenos y malos ambientes, es decir tienen un alto grado de estabilidad, se concluye que estas pueden ser cultivadas en diversos ambientes de la Sierra ecuatoriana.
- Las características de calidad de grano son aceptables en las dos variedades y están dentro de los parámetros de exigencia de la industria y el comercio.

V. RECOMENDACION

Por todas las consideraciones anteriores, el Programa de Cultivos Andinos de INIAP, recomienda estas dos variedades de quinua para la Sierra ecuatoriana, teniendo en cuenta que la variedad Ingapirca es para zonas altas, mientras que la variedad Tunkahuán es para zonas bajas.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. BALLON, E. y VERA, R., Respuesta ambiental de ocho variedades de quinua, en el altiplano norte, centro y sur. En Cuarto Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Pasto, Colombia. 1984. pp. 274-280
2. EBERHART, S. y RUSSELL, W. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*: 6: (1): 36-40. 1966.
3. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. Norma de calidad para quinua, grano entero. No. 1673, Quito, Ecuador 1988. 6 p.
4. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. Norma de calidad No. 015. Determinación del contenido de saponina por medio del método espumoso. No. 1672. Quito, Ecuador 1988. 10 p.
5. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Informes anuales de 1982 a 1991. Programa de Cultivos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador.
6. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Informe de análisis bromatológicos. Departamento de Nutrición de la Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. 1991.
7. NIETO, C. Escala (0 - 9), propuesta para calificar enfermedades, foliares de quinua (Chenopodium quinoa W.). Documento inédito. Programa de Cultivos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador 1982. 2 p.
8. NIETO, C. E. PERALTA y R. CASTILLO. "Iniap-Imbaya e Iniap-Cochasquí" primeras variedades de quinua para la Sierra ecuatoriana. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina, Boletín Divulgativo No. 187. 1986. 16 p.
9. POEHLMAN, J. Mejoramiento genético de las cosechas. Universidad de Missouri. Centro Regional de Ayuda Técnica - AID. Editorial Limusa-Wiley S.A. Primera edición. México, 1965. pp. 73 - 77.
10. TAPIA, M. El Cultivo de la Quinua. En: Manual de Agricultura Andina. IICA, IBTA. La Paz, Bolivia. 1979. pp 106-109.