

**RESISTENCIA  
DURADERA  
EN  
CULTIVOS ALTO ANDINOS**

*L.H.M. Broers, editor  
INIAP-WAU-DGIS*



**Memorias del Primer Taller sobre  
Resistencia Duradera  
en Cultivos Alto Andinos  
de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú**

**Quito, 30 de mayo - 3 de junio 1994**

## **Prefacio**

Se celebró un taller internacional sobre resistencia duradera a las plagas y enfermedades de los cultivos de la Región Andina en Quito, Ecuador, del 30 de mayo al 3 de junio de 1994. Científicos procedentes de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, así como un grupo de expertos reconocidos internacionalmente, se reunieron para evaluar los programas fitogenéticos de los programas nacionales de investigación en cuanto a la resistencia a plagas y enfermedades de los cultivos de la Región Andina. El objeto de dicha evaluación fue identificar y definir áreas científicas en las que los investigadores piensan que necesitan apoyo externo para mejorar los productos de la investigación, es decir, las variedades mejoradas con resistencia duradera a plagas y enfermedades para los pequeños agricultores.

En la Región Andina, la mayor parte de la agricultura se realiza en escala muy pequeña y es básicamente una empresa familiar en la que las mujeres juegan un papel particularmente importante (por ejemplo, en la comercialización de los productos). Las variedades nuevas podrían mejorar la situación de las familias campesinas, siempre que en su desarrollo se tomen en cuenta ciertas características como calidad, rendimiento y resistencia a plagas y enfermedades. Además, una vez generadas esas variedades, será necesario que los agricultores tengan acceso fácil a ellas para que puedan aprovecharlas. Resulta evidente que se requiere una intensa interacción entre agricultores y científicos a fin de lograr generar tecnologías nuevas que sean aceptables para los primeros.

Durante el taller, quedó claro que pequeños obstáculos económicos o científicos pueden a menudo ser la causa de que los programas no logren sus objetivos. Con base en información reunida durante el mismo, la Universidad Agrícola de Wageningen tratará de obtener fondos para los programas nacionales de parte del Ministerio Holandés de la Cooperación para el Desarrollo Internacional; éstos se destinarían a un programa fitogenético orientado a obtener resistencia a enfermedades en los cultivos de la Región Andina que mejoraría los productos generados por estos programas, es decir, variedades nuevas que sean ampliamente aceptadas por los agricultores.

En estas memorias, los 29 trabajos aportados fueron separados en cuatro secciones, de acuerdo con los cultivos de los que tratan. Cada sección se inicia con la ponencia de un experto internacional. El tema de la primera sección son las enfermedades del trigo y la cebada; el de la segunda, las del maíz; de la tercera, las del frijol y las habas; y de la última, las de la papa, las frutas andinas y la quinua. Espero que este documento proporcione un panorama general de las actividades fitogenéticas que se realizan en la Región Andina. Además, creo que las aportaciones de los expertos lo hacen valioso como base para trabajos posteriores en el campo de la resistencia duradera.

Me gustaría dar las gracias a todos los científicos participantes por los esfuerzos dedicados a preparar sus ponencias; a ellos se debe el gran éxito del taller.

Fue posible organizar desde México un taller en Ecuador, gracias a la asistencia del comité organizador ecuatoriano. El personal de la Estación Experimental Sta. Catalina del INIAP en Ecuador constituyó un comité muy dedicado y eficiente que se encargó de todos los detalles organizativos; mi agradecimiento a cada uno de sus miembros por su apoyo. Por otra parte, reconozco la ayuda administrativa brindada por el CIMMYT, y agradezco muy especialmente la cooperación de Alma McNab, quien tradujo algunos de los documentos.

Por último, mi profundo reconocimiento al Ministerio Holandés de la Cooperación para el Desarrollo Internacional por su ayuda económica, sin la que no hubiera sido posible celebrar este taller.

León Broers, Editor  
México  
Octubre de 1994

## ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO GENETICO DEL CULTIVO DE QUINUA

Carlos Yáñez G. y Carlos Nieto C.  
INIAP, Ecuador

### Resumen

La quinua (*Chenopodium quinoa* W.), en el Ecuador es considerado como un cultivo de importancia pues es parte de la alimentación de la población ecuatoriana y constituye un componente de los sistemas agrícolas de los pequeños agricultores de la Zona Andina que tradicionalmente la han cultivado con tecnologías autóctonas.

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias a través del Programa de Granos Andinos, ha realizado una serie de investigaciones y pruebas agronómicas con el objeto de generar un paquete tecnológico para el manejo del cultivo y al mismo tiempo ha seleccionado líneas promisorias que han sido presentadas como variedades mejoradas.

El mejoramiento genético de la quinua para resistencia a enfermedades implica una estrategia definida, ya que la resistencia obtenida a través del tiempo puede quebrarse o no servir en lugares diferentes de la región de origen de las descendencias. Se conoce que los materiales que se cultivan en Ecuador, incluyendo las variedades mejoradas son susceptibles o en el mejor de los casos tolerantes a enfermedades como el Mildiú, que aunque no se requiere de la aplicación de agroquímicos, significa un detrimento importante en la productividad del cultivo, por lo tanto la alternativa de encontrar variedades con resistencia duradera y que a su vez presenten buenos rendimientos, es desde todo punto de vista una necesidad.

### Introducción

La sierra ecuatoriana, por ser parte de una de las áreas de origen de los Cultivos Andinos, posee una gran riqueza en recursos vegetales, sin embargo, la mayoría de las plantas nativas no han sido cultivadas ni utilizadas en forma masiva.

La necesidad de investigar aspectos de producción y promocionar la utilización de los cultivos andinos se justifica desde el punto de vista agroecológico, puesto que la mayoría de ellos, especialmente los tubérculos andinos pueden completar su ciclo productivo sin requerimiento alguno de pesticidas, otros como el chocho, pueden dar cosecha sin requerimiento de fertilizantes. En el caso de las raíces andinas (Jícama, miso y zanahoria blanca), son cultivos que por su condición de plantas bienales o perennes, sirven como alternativa para proteger el suelo de la erosión; pues al sembrar en contornos o franjas, impiden el arrastre de suelo por efecto de las lluvias.

Por estas razones y en el afán de incorporar nuevas fuentes de alimentos de alto valor nutritivo a la Población ecuatoriana, el Programa de Granos Andinos del INIAP, ha tomado la iniciativa de la

investigación y promoción de estas especies a las que se define como aquellas que siendo originarias de los Andes, se cultivan a altitudes superiores a 2000 msnm y dentro de las cuales, la quinua es la que recibe la mayor prioridad.

#### *Superficie cosechada, producción y rendimiento del cultivo de quinua.*

En el Cuadro 1, se presenta en resumen la superficie cosechada, producción y productividad del cultivo para los años 1988, 1990 y 1992. Es necesario señalar que el área cultivada presenta un aumento bastante considerable, puesto que en 1981 la superficie cultivada con quinua era tan pequeña que no se registró en las estadísticas. A partir de 1982 la superficie cultivada se ha ido incrementando, hasta llegar a 1730 hectáreas en 1992.

#### *Zonas de producción*

Las zonas de producción de la quinua se encuentran a lo largo de la Sierra ecuatoriana, en un rango altitudinal que va desde los 2000 a 3600 m. Las provincias de mayor producción y distribución del cultivo son: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi,

**Cuadro 1.** Superficie cosechada, rendimiento y producción del cultivo de quinua, en Ecuador.

	ANOS		
	1988	1990	1992
Sup. Cosechada (ha)	380,00	740,00	1730,00
Rendimiento (t/ha)	0,65	0,39	0,49
Producción (t)	354,00	384,43	1001,05

**Cuadro 2.** Zonificación agroclimática para cuatro cultivos andinos en Ecuador.

Cultivo	Rango	Rango	Rango	Suelo	
	Altitud	Precipitación	Temperatura	Textura	Ph
Quinua	2200 a 3600	400 a 1200	8 a 18 °C	Francos	5,5 a 7,5
Chocho	2500 a 3600	400 a 1000	9 a 14 °C	Arenosos	5,5 a 7,6
Melloco	2800 a 3700	800 a 1400	8 a 14 °C	Varios	5,3 a 7,0
Amaranto*	1500 a 2800	300 a 1000	14 a 25 °C	Francos	5,5 a 7,8

\*Existen evidencias de que pueden adaptarse hasta a nivel del mar especialmente las especies *A. cruentus* y *A. hypochondriacus*.

Fuente: Programa de Cultivos Andinos (2).

Tungurahua y Chimborazo, mientras que en las restantes se cultivan muy poco. Para un mayor conocimiento de las posibles zonas en donde se puede cultivar, se ha realizado una zonificación agroclimática aproximada (Cuadro 2).

#### Sistemas de producción

La quinua es cultivada en su mayoría por agricultores de subsistencia, por lo que los sistemas de producción más frecuentes son: en asociación con otros cultivos, como bordes de los cultivos principales, o en rotaciones, aunque también se puede encontrar como monocultivo. Una aproximación de los sistemas de producción de la quinua en función de la altitud se presenta en el Cuadro 3.

#### Comercio Interno

En la actualidad, gracias a la promoción del potencial agronómico y nutricional de la quinua, se ha despertado el interés de productores, consumidores y empresarios industriales. La demanda insatisfecha de quinua en 1990 fue de 2800 t, (8).

Los productores de este cultivo en Ecuador, en su mayoría son pequeños agricultores, por lo que la producción básicamente se destina al autoconsumo, pero a menudo existen excedentes los cuales se comercializan directamente en las ferias; sin embargo a raíz de la promoción del cultivo en los últimos años se ha incrementado notablemente la producción y productividad por lo que se han incrementado también los excedentes para el comercio. Una modalidad de comercialización para estos cultivos, consiste en que el productor lleva el producto a bodegas de acopio o el acopiador compra directamente al productor en la finca, para enviar el producto a los mercados y luego a los consumidores.

Mucha de la oferta actual de quinua, es en base a productos como: grano escarificado, papillas, cereal para desayunos, quinua reventada, harinas, etc.,

muchos de los cuales hace pocos años no existían en el mercado.

#### Comercio externo y precios

De los cuatro cultivos (quinua, melloco, chocho y amaranto), con los que el Programa trabaja, únicamente la quinua, ha ingresado al grupo de los cultivos de exportación (10), gracias al interés despertado en países desarrollados (Estado Unidos y Europa). Esto ha permitido que en Ecuador se formen grupos de empresarios, encargados de la exportación como es el caso de las Empresas "Inagrofa" y "Quinuasa".

En la actualidad los precios de la quinua, especialmente procesada son casi prohibitivos, para las clases sociales media y baja, ya que al pasar a ser producto de exportación su valor se ha incrementado considerablemente; es así, que el precio promedio a nivel de finca, para 1993 fue de: S/. 800/kg, pero la quinua procesada a nivel de consumidor varió entre S/. 1400 y 2200 el kilogramo, dependiendo de la calidad y presentación.

#### Importancia económica y social de la quinua

La importancia de los cultivos andinos en general se basa en su potencial nutricional, agroecológico y socioeconómicos.

Desde el punto de vista nutricional, la quinua podría jugar un papel importante en el suministro de energía y nutrientes esenciales para una dieta balanceada especialmente a la población de bajos ingresos económicos, tanto rural como urbana.

Además la quinua constituyen una alternativa agronómica para muchas áreas ecológicas deprimidas del país, principalmente para zonas altas, en donde no pueden llegar las especies introducidas ó las especies consideradas como cultivos principales, por limitaciones de clima y suelo.

Desde el punto de vista socioeconómico, la quinua es importante porque puede ser cultivada en pequeñas

**Cuadro 3.** Sistemas de producción y zonas agroclimáticas para varios cultivos andinos en la Sierra ecuatoriana

Zona Agroclimática	Límite altitudinal (m.s.n.m)	Cultivos Andinos		Sistemas principal
		Princip.	Secund.	
Zona de maíz	2000 a 2800	Quinua Chocho Z.blanca Amaranto	Cucurbit. Jícama	Quinua (M) Maíz-quinua (A) Maíz-chocho (A)
Zonas de Cereales menores	2600 a 3200	Quinua Chocho Melloco	Oca Mashua Z.blanca	Cebada-Quinua(R) Haba-quinua (R) Chocho (M) Quinua (M) Melloco-quinua(A) Melloco-quinua(A)
Zona de los tubérculos	3000 a 3600	Papa Melloco Oca Chocho	Quinua Mashua	Papa-quinua (R-A) Cebada-chocho (R) Chocho (M) Quinua (M) Melloco (M)
Zona de los pastos naturales	3600 a 3800	Oca Melloco	Mashua	Oca (M) Melloca (M) Oca-Melloca (A) Cebada-Melloca (R) Haba-Melloca (A)

(A): Asociación de cultivos, (R): Rotación de cultivos, (M): Siembra en monocultivo  
Fuente: Nieto et al (2)

parcelas con el trabajo familiar, casi sin uso de insumos y con bajas disponibilidades de agua. Los beneficios económicos inmediatos para los pequeños productores se expresan en: generación de ingresos y mejoramiento de la dieta de la familia.

#### **Caracterización de la problemática del cultivo**

En base a las experiencias del personal del Programa de Cultivos Andinos y a varios criterios recogidos de productores y técnicos de otras instituciones, se ha llegado a priorizar la problemática del cultivo de quinua en Ecuador (3) de la siguiente manera:

##### *Limitantes climatológicos:*

- Vulnerabilidad y susceptibilidad del cultivo en ciertos estados fisiológicos a condiciones adversas como: sequías, heladas, granizadas y lluvias torrenciales. Las etapas más críticas son: los primeros 30 días y la cosecha, en esta última etapa puede haber desgrane o germinación de granos en la panoja como efecto de lluvias o humedad ambiental alta.

##### *Limitantes agronómicas:*

- Competencia con malezas y su control.
- Hace falta la identificación de las épocas de siembra y rotaciones adecuadas para cada región.
- Faltan variedades de maduración uniforme para facilitar la cosecha.
- Faltan variedades de grano grande y de bajo contenido de saponina.
- Faltan variedades con resistencia a enfermedades y plagas.
- Faltan estudios de respuesta de la quinua a la fertilización, incluyendo los microelementos.

##### *Limitantes de posproducción:*

- Métodos adecuados de cosecha y trilla.
- Métodos eficientes para secado y clasificado de granos.
- Sistemas de eliminación de saponina, procesamiento, empaque y comercialización. Varios de estos aspectos ya han sido resueltos, a través de la generación de prototipos, en INIAP, aunque no están difundidos masivamente.

##### *Limitantes socioeconómicos*

Hace falta:

- Programas de extensión y de asistencia técnica.
- Programas de crédito y seguro agrícola.
- Campañas de promoción sobre el valor nutritivo y formas de utilización.
- Sistemas adecuados de acopio y comercialización.

Dentro de los limitantes del cultivo se menciona el ataque de agentes patógenos y de acuerdo al Departamento de Fitopatología de la EESC del INIAP (4), las principales enfermedades de la quinua en Ecuador, son:

a) Mildiú ocasionada por el hongo Oomicete (*Peronospora farinosa*). Se encuentra diseminada a lo largo del país, especialmente en las zonas ubicadas desde los 2200 hasta los 2800 msnm, en donde las condiciones son propicias para su desarrollo, pudiendo llegar a producir pérdidas considerables del rendimiento, hasta un 50% del rendimiento potencial

(4). Los síntomas más sobresalientes son: manchas amarillentas en el haz con los cuerpos fructíferos y micelio del hongo, muy visibles en el envés. En estados avanzados se presenta hojas encorvadas, ápices deformados, órganos reproductivos atrofiados y muerte de la planta. La mejor medida de combate es sembrar variedades resistentes, sin embargo, en el país se carece de ellas. Como alternativa se puede asperjar fungicidas recomendados para controlar el ataque de Oomicetes, entre los cuales están: Ridomil, Carbamatos, Chlorothalonil.

b) Mancha circular, provocada por el hongo *Cercospora sp.* Su ataque incide en todas las zonas del país en donde se cultiva quinua, pero como generalmente se presenta cerca o después de la madurez fisiológica y no se han observado epidemias severas, no se la considera de importancia económica. Los síntomas principales de la enfermedad son: hojas con manchas circulares definidas amarillentas al comienzo, luego café oscuras y finalmente perforadas. Para su control se recomienda sembrar variedades resistentes (actualmente no se disponen). Las aplicaciones con productos a base de Benomyl, Chlorothalonil, controlan eficazmente la infección.

c) Pudrición Marrón del tallo producida por el hongo *Phoma sp.* Esta enfermedad en Ecuador generalmente se presenta a la madurez de la planta, es decir cuando la panoja y granos ya se han formado por lo que no se considera un limitante del cultivo. El síntoma principal de la enfermedad se presenta en los tallos, en forma de manchas amorfas, de color pardo, las que luego se tornan negras y cubren eventualmente todo el tallo, incluyendo la panoja, si la cosecha no se realiza a tiempo. A pesar de que el hongo ataca en época tardía, cuando aparecen los primeros síntomas se recomienda realizar una aspersión con productos ya sea a base de Benomyl, Chlorothalonil o Carbamatos.

#### **Mejoramiento genético de la quinua**

##### *Antecedentes*

Por superficie de cultivo, demanda de consumo interno, demanda de exportación, hábito de consumo, entre otros factores, no se había proyectado al menos en Ecuador, un plan de mejoramiento genético para cultivos tradicionales o autóctonos; sin embargo, a comienzos de la década pasada el INIAP demuestra mayor interés por la agricultura tradicional andina, iniciándose el estudio de los cultivos andinos, manejados hasta esa época exclusivamente por agricultores de subsistencia. Por diversas ventajas (posibilidades de exportación, contenido nutricional y otros) la quinua se le dio la primera prioridad para mejorar su tecnología de producción, involucrando con ello el mejoramiento genético.

##### *Situación actual*

Luego de establecer un banco de germoplasma de especies andinas, se han realizado estudios de mejoramiento en cuatro cultivos (quinua, chocho, amaranto, melloco) trabajando en base a selecciones, y pruebas regionales con la finalidad de obtener variedades con amplio rango de adaptación, precocidad, tolerancia a plagas y enfermedades y calidad de grano aprovechable.

En quinua se dispone de tres juegos de líneas

promisorias (alrededor de 30), con características diferentes: quinuas de valle de alto contenido de saponina, quinuas de valle de bajo contenido de saponina y quinuas de altura de bajo contenido de saponina. De estos grupos de materiales promisorios se han obtenido cuatro variedades: dos de bajo contenido de saponina INIAP-TUNKAHUAN e INIAP-INGAPIRCA, y dos de alto contenido de saponina INIAP-IMBAYA, INIAP-COCHASQUI.

#### Obtención de las Variedades de Quinua

Luego de que el Programa de Cultivos Andinos entregó las primeras dos variedades mejoradas de quinua INIAP-IMBAYA e INIAP-COCHASQUI, que son de alto contenido de saponina, apareció un interés creciente por variedades de bajo contenido de saponina, ya que estas últimas son más fáciles y baratas de procesar así como son más apetecidas en el mercado nacional e internacional.

El Programa de Granos Andinos, disponía de varias líneas nacionales e introducidas de quinua con el carácter de bajo contenido de saponina desde 1983, sin embargo estos materiales, no tenían una identidad genética estable, siempre segregaban individuos con alto contenido de saponina. Se procedió entonces a seleccionar a nivel de campo, líneas de bajo contenido de saponina 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 materiales. La labor de mantener la identidad del carácter de bajo contenido de saponina, no fue difícil, dado que es un carácter recesivo.

Luego de 8 años de trabajos de selección y pruebas de adaptación, se identificó a 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.

#### Origen y metodología de obtención de las variedades

La metodología de mejoramiento para obtener estas variedades fue la selección individual y posteriormente pruebas de adaptación a diferentes ambientes.

#### Variedad INIAP-Ingapirca

Esta variedad 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, en dos ciclos consecutivos. En

1984 y 1985, fue evaluada en Santa Catalina y en 1986 esta línea se consideró como promisorio y fue introducida al Banco de Germoplasma de INIAP, en donde se identificó como ECU-0507. Desde entonces ha sido 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" (5).

#### Variedad INIAP-Tunkahuan

Esta variedad 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 por lo menos tres fenotipos que se identificaron como: ECU-0621 (Púrpura sin axila), ECU-0621 (Púrpura axilada) y ECU-0621 (Verde); las mismas que 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 (5).

#### Principales parámetros de selección

La selección y evaluación de estas dos variedades se realizó en base a características agronómicas, fisiológicas, de adaptación y de calidad de grano. Las principales variables evaluadas fueron:

- Fisiológicas: Días al panojamiento (aparición del primordio floral), días a la floración (antes de flores hermafroditas), días a la madurez de cosecha.
- Agronómicas: Altura de planta a la cosecha, largo de panoja a la cosecha, dehiscencia del grano, rendimiento de grano.
- De adaptación: Tolerancia a plagas y enfermedades, tolerancia a heladas, tolerancia a sequías, tolerancia a exceso de humedad, tolerancia al volcamiento, tolerancia a granizadas, adaptación a diferentes altitudes.
- De calidad: Color de grano, peso hectolítrico del grano, tamaño del grano deterioro del grano antes y después de la cosecha, valor nutritivo (análisis proximal).

Las dos variedades presentan tolerancia a la principal enfermedad foliar de la quinua *Peronospora farinosa*, conocida como mildiú, sin embargo la variedad INIAP-INGAPIRCA presenta mayor tolerancia que la Tunkahuan (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Comportamiento agronómico de dos variedades de quinua en diferentes ambientes a través del tiempo (Datos de 11 localidades por 3 repeticiones en cada localidad).

Característica	Ingapirca		Tunkahuan	
	Rango	Promedio	Rango	Promedio
Días a la floración	69 a 105	86	82 a 128	109
Días a la cosecha	130 a 190	161	150 a 210	180
Altura de planta (cm)	57 a 102	85	90 a 185	144
Largo de panoja (cm)	20 a 38	32	20 a 48	37
Reacción a Mildiú*	1 a 3,6	2,2	1 a 5	2,8
Rend. grano, Kg/ha	559 a 3392,0	1551,0	859 a 3782	2244,0

\* Escala: 0 a 9 (0 resistente, 9 susceptible)

Fuente: Programa de Cultivos Andinos (5,6,7).

### **Estrategias para el mejoramiento genético de la quinua para resistencia a mildiú**

Los materiales de quinua que se cultivan actualmente en Ecuador, no presentan caracteres deseables como resistencia a la principal enfermedad, el Mildiú (*Peronospora farinosa*), que podría reducir los rendimientos significativamente (en condiciones de epidemias severas) y elevar los costos de producción al ser necesaria la aplicación de productos químicos los que además contaminan el medio ambiente. Es por esta razón que se pretende la obtención de variedades resistentes o tolerantes, de buen rendimiento, como una alternativa imperativa para el futuro inmediato.

#### *Mejoramiento genético de la quinua*

##### 1. Objetivos

###### *General*

- Obtener variedades de quinua con resistencia duradera a Mildiú, de buenos rendimientos y amplia adaptación.

###### *Específicos:*

- Seleccionar del banco de germoplasma líneas resistentes a mildiú, las cuales serán usadas como fuente de resistencia en trabajos de mejoramiento.
- Obtener por cruzamientos y selección líneas avanzadas con niveles altos o intermedios de resistencia a mildiú.
- Seleccionar de estas líneas avanzadas por lo menos una variedad con resistencia duradera a mildiú y otras características deseables para poner a disposición del agricultor una variedad que responda a sus necesidades y a los requerimientos del mercado.

##### 2. Criterios de selección para mejoras genéticas

- Rendimiento de grano
- Precocidad: tiempo desde la siembra hasta la cosecha en días
- Calidad del grano: tamaño grande, color blanco
- Resistencia a enfermedades: mildiú
- Tamaño de la planta: mediano a bajo
- Tamaño de la panoja: grande

##### 3. Métodos de evaluación

- Parcelas experimentales de por lo menos 5 m<sup>2</sup> de área neta más bordes
- Diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones
- Evaluaciones repetidas en varias localidades y años

##### 4. Estrategias de mejoramiento

- Estudiar la herencia del carácter a mejorar
- Combinar caracteres deseables en un material
- Introducir caracteres deseables a variedades comerciales de buen rendimiento

##### 5. Búsqueda de variedades deseables

- Banco de germoplasma nacional
- Introducciones

##### 8. Método de mejoramiento

- Hibridación
- Método de retrocruzamiento
- Selección recurrente

##### 9. Manejo de poblaciones segregantes

Las poblaciones segregantes desde los bloques de cruzamientos hasta las líneas avanzadas, requerirán de un buen manejo agronómico. Además de cuidados especiales (aislamientos) para evitar el cruzamiento natural.

##### 10. Variedad ideal

- Color del grano: blanco
- Tamaño de grano: grande mayor de 2 mm
- Contenido de saponina: bajo (hasta 0.07%)
- Altura de planta: mediana (menor o igual a 1.5 m)
- Resistencia duradera a Mildiú
- Precocidad (menor o igual a las variedades testigo)
- Buen rendimiento (menor o igual a las variedades testigo)
- Variedades testigo: INIAP-INGAPIRCA e INIAP-TUNKAHUAN

##### **Bibliografía.**

1. INEC. Encuesta de superficie y producción agropecuario por muestreo de áreas de 1981 a 1992. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito, Ecuador.
2. INIAP. Inventario Tecnológico. Programa de Cultivos Andinos. Informe técnico, Quito, 1990.
3. INIAP. Informes anuales de 1990-1993. Programa de Cultivos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador.
4. INIAP. Informes anuales de 1990-1993. Departamento de Fitopatología. Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador.
5. NIETO C., *et al.* Iniap-Ingapirca e Iniap-Tunkahuan dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina (Boletín Divulgativo No. 228).
6. NIETO C., *et al.* Iniap-Imbaya e Iniap-Cochasqui primeras variedades de quinua para la sierra ecuatoriana (Boletín Divulgativo No. 187).
7. NIETO C., *et al.* Guía para la producción de semilla de quinua (Boletín Divulgativo No. 186)
8. NIETO C., C. VIMOS, C. MONTEROS y M. RIVERA. Producción de quinua en Ecuador 3P-85-0138. Informe final de labores (1986 a 1990). Estación Experimental Santa Catalina. INIAP, CIID. Quito, 1991. 61 p.
9. NIETO C., *et al.* Procesamiento de quinua en Ecuador 3P-85-0213. Informe final de labores. Estación Experimental Santa Catalina INIAP-CIID. Quito, Ecuador, 1991. 95 p.
10. NIETO C. y P. ANDRADE. Análisis de la comercialización de quinua en Ecuador, estado actual y proyecciones futuras. In Seminario Taller de Investigación en Postproducción de quinua en Ecuador. Estación Experimental Santa Catalina. Memorias. Quito, Ecuador 1990. 77 - 90.