



**PROYECTO DE RESISTENCIA DURADERA
PARA LA ZONA ANDINA, "PREDUZA"**

INFORME ANUAL DE SUBPROYECTOS 2003

**Daniel L. Danial
Quito, Ecuador
Febrero 2004**

PREDUZA, es una fundación sin fines de lucro, establecida por la Universidad de Wageningen, Holanda, dedicada a mejorar las condiciones de vida y bienestar de las comunidades agrícolas andinas. PREDUZA es ejecutado por el Laboratorio de Mejoramiento de Plantas, Wageningen University y financiado por el Ministerio Holandés de Desarrollo y Cooperación, con sus siglas en Holandés DGIS. PREDUZA, tiene su sede en Quito-Ecuador y esta relacionado con el Mejoramiento de los cultivos altos en la Región Andina.

Dirección de Fundación PREDUZA
P/a CIAT, Avs. Eloy Alfaro y Amazonas. Edificio del Ministerio de
Agricultura (MAG), cuarto piso, oficina 401, Quito-Ecuador
Tel-fax: 593-2-2500316 / 2509978
e-mail: ddanial@ciatfza.org.ec
web: www.preduzza.org

Cita Correcta: Informe Anual de Subproyectos PREDUZA, 2003, D. L.
Danial, 313 páginas.

**PROYECTO DE RESISTENCIA DURADERA
PARA LA ZONA ANDINA, "PREDUZA"**

INFORME ANUAL DE SUBPROYECTOS 2003

**Daniel L. Danial
Quito, Ecuador
Febrero 2004**

MEJORAMIENTO DE QUINUA MEDIANTE HIBRIDACIÓN EN ECUADOR

Peralta E. y Mazón N.

Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA), Estación Experimental Santa Catalina (EESC), INIAP. Panamericana Sur, km 14. Quito, Ecuador. e-mail: legumin@pi.pro.ec

Resumen

El PRONALEG-GA, retomó la investigación en quinua desde el año 2001, identificando líneas promisorias, las mismas que han sido estudiadas a nivel de Estación Experimental y con agricultores. De los resultados hasta ahora obtenidos, se observa que mediante el método de mejoramiento por selección, difícilmente se podrá obtener una nueva variedad con mejores características que Tunkahuan; por lo tanto, se plantea iniciar un programa de mejoramiento por hibridación, el mismo que permitirá obtener variedades con la mayor cantidad de características favorables, de acuerdo a la demanda actual alrededor de la quinua por parte de los agricultores y los usuarios en general. El mejoramiento genético se está ejecutando mediante dos estrategias: utilizando líneas promisorias e identificando líneas con características favorables dentro de la colección núcleo de quinua (padres donantes). Al momento se cuenta con 17 líneas que serán estudiadas en el siguiente ciclo, las cuales se autopolinizarán para obtener semilla homogénea. Se cuenta además con semilla de la primera filial de los cruzamientos propuestos, para este primer ciclo. En el invernadero el desarrollo de las plantas y de los glomérulos fue reducido, lo que dificultó las actividades de emasculación y polinización, por lo que se recomienda para el próximo ciclo sembrar las líneas a campo abierto y por lo menos en cuatro fechas distintas, de acuerdo a la precocidad de floración.

Introducción

El INIAP, a inicios de la década de los 90, liberó la variedad de quinua TUNKAHUAN, la misma que es de grano dulce, alto rendimiento, buena calidad culinaria, amplia adaptación y de buena aceptación en el mercado. A pesar de las ventajas anotadas, esta variedad tiene algunos inconvenientes, como son la susceptibilidad a mildiu, tamaño intermedio del grano, planta muy alta y semitardía.

El PRONALEG-GA, retomó la investigación en quinua desde el año 2001, identificando líneas promisorias, mediante la caracterización de la colección de germoplasma, las mismas que han sido estudiadas a nivel de Estación Experimental y con agricultores (Investigación Participativa).

De los resultados hasta ahora obtenidos, se observa que mediante el método de mejoramiento por selección, difícilmente se podrá obtener una nueva variedad con mejores características que Tunkahuan; por lo tanto, se plantea iniciar un

programa de mejoramiento por hibridación, el mismo que permitirá obtener variedades con la mayor cantidad de características favorables, de acuerdo a la demanda actual alrededor de la quinua por parte de los agricultores y los usuarios en general.

Los objetivos del mejoramiento, están dirigidos principalmente a mejorar la calidad de grano (bajo contenido de saponina, color blanco y tamaño grande), resistencia a mildiu, precocidad, tamaño intermedio de planta y rendimiento. Para garantizar un mayor éxito en el trabajo de mejoramiento, se aplicará el enfoque de Investigación Participativa, considerando en la toma de decisiones la opinión de los agricultores y demás interesados en el cultivo de la quinua.

Objetivos

General

Obtener variedades de quinua precoz, de grano dulce, grande, resistente a mildiu y de buen rendimiento.

Específicos

- Identificar entre la colección núcleo padres donantes de genes.
- Generar poblaciones segregantes, utilizando los mejores padres.
- Identificar marcadores morfológicos para ser utilizados en el proceso de mejoramiento.
- Purificar las líneas de quinua mediante auto polinización.

Metodología

El mejoramiento genético se está ejecutando mediante dos estrategias: utilizando líneas promisorias e identificando líneas con características favorables dentro de la colección núcleo de quinua (padres donantes).

1. Hibridación con líneas promisorias

Se está trabajando con la variedad Tunkahuan y con tres líneas promisorias, cuyas principales características se presentan en el Cuadro 1.

En el presente ciclo se realizaron los primeros ensayos de emasculación y polinización artificial; las líneas ECU-270 y ECU-244 funcionaron como progenitores femeninos, es decir, en sus flores se emasculó las anteras, posterior a ello recibieron polen de la variedad Tunkahuan y de la línea ECU-572 (progenitores masculinos), ya que éstas últimas presentan una coloración de panoja púrpura y roja, respectivamente; lo cual servirá como marcador morfológico

para identificar verdaderos híbridos en la primera filial, pues según Gandarillas (1979), los colores de panoja rojo o púrpura son dominantes sobre el color verde.

Cuadro 1. Características de la variedad Tunkahuan y tres líneas promisorias utilizadas en el programa de mejoramiento de quinua.

Variedad o línea	Principales características
Tunkahuan	Grano dulce Alto rendimiento
ECU-572	Panoja púrpura o rosada Resistente a mildiu Precoz
ECU-244	Grano dulce Panoja roja Grano grande Precoz
ECU-270	Panoja verde Resistente a mildiu Grano grande Precoz Panoja verde

A continuación se presenta el esquema de cruzamientos planificados para el presente ciclo agrícola.

Cruza 1:

ECU-244	X	TUNKAHUAN		ECU-244	X	ECU-572
	▼				▼	
		F1	X			F1

Cruza 2:

ECU-270	X	TUNKAHUAN		ECU-270	X	ECU-572
	▼				▼	
		F1	X			F1

Método de selección

En el siguiente esquema se presenta el método de selección a emplearse que será el de surco-panoja:

Primer ciclo:	Cruzas A x B (80 semillas)
Segundo ciclo, F1:	Selección de verdaderos híbridos
Tercer ciclo, F2:	500 plantas, selección 20% de las mejores cruzas y 10 % de las peores cruzas
Cuarto ciclo, F3:	Evaluación surco-panoja, selección 20% mejores cruzas

Quinto ciclo, F4:	Evaluación surco-parcela, selección 25 % mejores líneas
Sexto ciclo, F5:	Ensayo preliminar de rendimiento, selección 35 % mejor
Séptimo ciclo, F6:	Ensayos regionales, evaluación participativa, selección 40%
Octavo ciclo, F7:	Ensayos regionales, evaluación participativa, purificación y multiplicación de semilla
	Liberación nuevas variedades, selección de padres para nuevas cruzas

2. Identificación de padres donantes de genes

De acuerdo a la caracterización de la colección de germoplasma de quinua (Mazón, et al., 2002), se seleccionaron 73 entradas, las mismas que fueron sembradas en la EESC para confirmar su caracterización, y de las cuales se seleccionaron algunas líneas portadoras por lo menos de una característica de interés del proyecto.

Las variables más importantes de acuerdo al objetivo del proyecto de mejoramiento son: precocidad, contenido de saponina, resistencia al ataque de mildiu, tamaño de grano, altura de planta y rendimiento; siendo estas características las que serán utilizadas para la selección de progenitores. Se seleccionaron cinco líneas (portadoras de genes de interés) para cada una de las variables antes citadas.

Resultados

1. Hibridación con líneas promisorias

Como primer paso y de acuerdo al esquema presentado, en este primer ciclo se realizaron las cruzas bajo condiciones de invernadero en la Sección Oriental de la EESC. Debido a la diferencia en cuanto al ciclo vegetativo de los progenitores se sembró con una anticipación de un mes la variedad Tunkahuan, mientras que la línea ECU-572, por su precocidad fue sembrada 15 días después de las líneas restantes. A pesar de estas precauciones no se logró hacer coincidir los periodos de floración, motivo por el cual se recolectó polen en cápsulas de gelatina y se las mantuvo en refrigeración; de igual manera se almacenó glomérulos que se encontraban en época de floración.

Hasta la presentación de este informe se han realizado un mínimo de 10 emasculaciones con sus respectivas polinizaciones en cada crusa.

2. Identificación de padres donantes de genes

Selección de líneas resistentes al ataque de mildiu

El factor resistencia tiene importancia dentro del mejoramiento de la quinua; entre las líneas en estudio no se encontró resistencia completa, es decir plantas con ausencia de síntomas o lesiones, siendo el valor mínimo 2 y el máximo de 7 en la

escala (0 – 9) sugerida por Ochoa (1999). En el Cuadro 2 se presentan las líneas seleccionadas y sus respectivos niveles de severidad.

Cuadro 2. Líneas de quinua seleccionadas por resistencia a mildiu. EESC, 2003.

Línea	Nivel de severidad de mildiu (escala 0-9)
ECU – 376	2
ECU – 571	2
ECU – 475	3
ECU – 569	3
ECU – 585	3

Selección de líneas precoces

Se consideró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha. Las líneas más precoces se cosecharon a los 125 días y las más tardías a los 185 días. En el Cuadro 3 se presenta las cinco líneas más precoces.

Cuadro 3. Líneas de quinua seleccionadas por su precocidad. EESC, 2003.

Línea	Días a la cosecha
ECU – 587	125
ECU – 531	130
ECU – 578	130
ECU – 475	135
ECU – 265	135

Selección de líneas con características de alto rendimiento

En el Cuadro 4 se presenta las líneas que fueron seleccionadas por presentar los más altos rendimientos por planta. El máximo rendimiento fue de 96.26 g/planta.

Cuadro 4. Líneas de quinua seleccionadas por su alto rendimiento. EESC, 2003.

Línea	Rendimiento por planta (g)
ECU – 308	96.26
ECU – 350	53.45
ECU – 314	37.11
ECU – 370	33.17
ECU – 517	31.86

Selección de líneas de grano grande

Para evaluar esta variable se procedió a medir la longitud alcanzada por una columna de 100 semillas, encontrando valores desde 18.3 hasta 23 cm. En el Cuadro 5 se presenta las cinco líneas que presentaron el mayor tamaño de grano.

Cuadro 5. Líneas de quinua seleccionadas por el mayor tamaño de grano. EESC, 2003.

Línea	Longitud columna de 100 semillas (cm)
ECU – 531	23.0
ECU – 265	23.0
ECU – 517	22.4
ECU – 331	22.4
ECU – 308	22.3

Selección de líneas con bajo contenido de saponina

Luego de determinar la altura de la columna de espuma y calcular el porcentaje de saponina se seleccionaron cinco líneas consideradas dulces, es decir con 0 % de saponina, las mismas que se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Líneas de quinua seleccionadas por bajo contenido de saponina. EESC, 2003.

Línea	% de saponina
ECU – 587	0.0
ECU – 578	0.0
Tunkahuan	0.0
ECU – 348	0.0
ECU – 318	0.0

En el Cuadro 7 se presentan las características morfológicas y agronómicas de las líneas que han sido seleccionadas en el presente ciclo.

3. Purificación de líneas mediante auto polinización

Los materiales seleccionados son originarios de campos de agricultores y por lo tanto son muy heterogéneos. Para ser utilizados en hibridación, los padres deben ser lo más homogéneos posible, para lo cual se realizaron autopolinizaciones, colocando fundas de papel sobre la inflorescencia durante el período de floración. Como resultado de esta actividad se cuenta con semilla autopolinizada de 70 líneas; esta semilla deberá ser sometida a esta misma actividad por tres ciclos para asegurar semilla genéticamente homogénea.

4. Identificación de marcadores morfológicos

Los principales marcadores morfológicos que se consideran al momento de identificar verdaderos híbridos son: color de la panoja, tallo, axilas, y grano; por tal motivo se realizó una caracterización minuciosa de estos caracteres. No se conoce la forma de herencia de los genes que determinan la presencia y coloración de las estrías, sin embargo también se registró esta información.

Cuadro 7. Días a la floración (DF), días al panojamiento (DP), severidad de mildiu (SM), días a la cosecha (DC), altura de planta (AP), tamaño de panoja (TP), diámetro del tallo (DT), diámetro de panoja (DP), rendimiento por planta (RP), longitud de columna de 100 granos en cm (LS), peso de 100 semillas en g (PS) y contenido de saponina (CS) de las líneas seleccionadas como posibles donantes de genes. EESC, 2003.

Línea	DP	DF	SM	DC	AP	TP	DT	DP	RP	LS	PM	CS (%)
Ecu - 265	48	73	4	135	111.5	68.5	1.25	5.6	12.67	23	0.36	0.47
Ecu - 308	40	56	5	147	113.5	46.5	1.2	7.15	96.26	22.3	0.35	0.35
Ecu - 314	54	73	3	147	139.0	55.0	1.25	6.75	37.11	20.6	0.28	0.17
Ecu - 573	48	56	5	135	65.5	41.5	0.65	2.60	3.62	19.0	0.27	0.02
Ecu - 331	48	66	4	158	113.5	44.5	1.05	7.8	20.53	22.4	0.34	0.40
Ecu - 348	66	94	5	180	184.0	51.5	1.9	8.75	26.91	19.7	0.26	0.00
Ecu - 350	60	101	3	172	221.0	58.0	1.9	8.3	53.45	20.75	0.28	0.39
Ecu - 370	73	101	4	178	258.0	49.0	1.95	7.5	33.17	19.7	0.26	0.41
Ecu - 376	69	84	2	188	172.5	53.0	1.5	11.85	17.82	19	0.23	0.34
Ecu - 475	45	63	3	135	87.5	54.0	0.85	7.6	9.10	20.4	0.30	0.49
Ecu - 517	48	63	4	147	117.5	50.0	1.3	6.05	31.86	22.4	0.34	0.31
Ecu - 531	48	63	3	130	54.0	42.0	0.8	6.3	0.00	23	0.39	0.32
Ecu - 569	48	59	3	140	62.0	42.0	0.8	3.5	6.98	20	0.29	0.02
Ecu - 578	40	54	6	130	66.0	41.5	0.6	3.95	2.23	20.2	0.28	0.00
Ecu - 585	45	59	3	140	94.5	73.0	0.95	6.75	23.30	18.3	0.23	0.13
Ecu - 587	43	59	6	125	61.5	43.0	0.65	2.55	2.73	19	0.28	0.00
Tunka.	56	84	4	168	176.0	44.5	1.75	10.25	20.04	20.5	0.27	0.00

Conclusiones

- Al momento se cuenta con 17 líneas que serán estudiadas en el siguiente ciclo, las cuales se autopolinizarán para obtener semilla homogótica.
- Se cuenta además con semilla de la primera filial de los cruzamientos propuestos, para este primer ciclo.
- En el invernadero el desarrollo de las plantas y de los glomérulos fue reducido, lo que dificultó las actividades de emasculación y polinización, por lo que se recomienda para el próximo ciclo sembrar las líneas a campo abierto y por lo menos en cuatro fechas distintas, de acuerdo a la precocidad de floración.

Bibliografía

Gandarillas, H. 1979. Genética y origen de la quinua. En. Tapia, M. La quinua y la kañiwa. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo. Bogotá, Colombia. Pp. 45 - 82.

Mazón, N., M. Rivera, E. Peralta, J. Estrella, C. Tapia. 2002. Catálogo del banco de germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de INIAP – Ecuador. PRONALEG-GA – INIAP. Quito, Ecuador. 98 p.