



**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**

EVALUACIÓN DE 18 LÍNEAS DE QUINUA DE BAJO CONTENIDO DE SAPONINA EN DOS LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA EN ECUADOR

Salcedo C., Peralta E., Subía C., Rivera M. 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

La quinua contiene saponinas, las que constituyen un problema para su uso alimenticio, debido a que confieren un sabor amargo al grano y por su posible toxicidad, por lo cual es necesario el uso de las "quinua dulces", cuyo contenido de saponina es mínimo y para su consumo únicamente hace falta un ligero lavado. La investigación se realizó en la Granja Tumbaco del INIAP, ubicada a 2465 m s.n.m. y en La Estación Experimental Santa Catalina, ubicada a 3058 m s.n.m. Se trabajó con 17 líneas de quinua bajo contenido de saponina, provenientes del banco de germoplasma del INIAP y de selecciones realizadas en ciclos anteriores por el PRONALEG-GA, incluyendo como testigo a la variedad Tunkahuan. En Tumbaco, el 52.94% de las líneas superan al testigo en precocidad a la floración, al igual que en Santa Catalina. El 64.71% de los materiales superaron el promedio del testigo para el tamaño (longitud) de la panoja. Las líneas ECU-2323, ECU-6713, ECU-417 1S, obtuvieron mayor promedio del diámetro de panoja que la variedad Tunkahuan. El 29.41% de los superaron a la variedad Tunkahuan en rendimiento por planta. Las líneas evaluadas se consideran como medianamente resistentes al ataque de mildiu, observándose menor incidencia en Santa Catalina que en Tumbaco. La línea ECU-6713 supera al testigo para peso de 100 semillas. El 58.82% de los materiales en estudio superan a Tunkahuan en peso de 100 semilla. El 88.23% de las líneas estudiadas superan al testigo para peso hectolítrico. Las líneas ECU-6721, ECU-6724, ECU-3715, ECU-544 1S, ECU-417 1S fueron seleccionadas como mejores por sus características superiores en cuanto a precocidad, rendimiento, contenido de saponina, calidad de grano.

Introducción

La quinua es un cultivo de mucha importancia, por su valor nutricional, rico en aminoácidos, ácidos grasos esenciales, minerales y otros elementos (Jacobsen y Sherwood, 2002).

La quinua contiene también saponinas, las que constituyen un problema para su uso alimenticio, debido a que confieren un sabor amargo al grano y por su posible toxicidad. El contenido de saponinas es variable y existen variedades de bajo contenido en saponinas (Peralta, 1985). Tradicionalmente la eliminación de la saponina se realiza por lavado manual, constituyendo un gasto de agua, así como de energía, lo que se ha superado con el uso de las "quinuas dulces", cuyo

contenido de saponina es mínimo y para su consumo únicamente hace falta un ligero lavado.

Objetivos

- Evaluar la adaptabilidad y el rendimiento de 18 líneas de quinua de grano dulce, en dos localidades de la provincia de Pichincha.
- Seleccionar las líneas que mejor se adapten en dos condiciones agroecológicas diferentes de la provincia de Pichincha.
- Identificar las líneas con mejores características morfológicas y agronómicas.
- Determinar el grado de resistencia a mildiu en cada una de las 18 líneas.
- Determinar los mejores tratamientos con base a pruebas de cocción y degustación.

Metodología

La presente investigación se realizó en la Granja Tumbaco del INIAP, ubicada en la provincia de Pichincha, parroquia Tumbaco, cantón Quito, 2465 m s.n.m. y en la Estación Experimental Santa Catalina, ubicada en la provincia de Pichincha, parroquia Cutuglahua, cantón Mejía, a 3058 m s.n.m.

Se trabajó con 17 líneas de quinua de bajo contenido de saponina, provenientes del banco de germoplasma del INIAP y de selecciones realizadas en ciclos anteriores por el PRONALEG-GA, incluyendo como testigo a la variedad Tunkahuan. El ensayo se dispuso en un diseño de Bloques completamente al Azar (DBCA) en análisis combinado, con tres repeticiones en cada localidad. Se sembró en parcelas de tres surcos de 5 m de largo, distanciados a 0.6 m; la densidad de siembra fue de 8 kg/ha.

Se registraron datos de las siguientes variables: días al panojamiento, días a la floración, días a la cosecha, altura de planta, longitud y diámetro de la panoja, rendimiento por planta, rendimiento por parcela, severidad de mildiu, peso de cien semillas y peso hectolítrico.

Resultados

El análisis de varianza para días al panojamiento, días a la floración y días a la cosecha muestra diferencias estadísticas altamente significativas tanto para localidades, líneas y para la interacción líneas por localidades (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza combinado para días al panojamiento (DP), días a la floración (DF) y días a la cosecha (DC) de 18 líneas de quinua dulce. Tumbaco y EESC, 2003.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio		
		DP	DF	DC
Total	107			
Localidades	1	30367.79**	37594.68**	71250.70**
Repeticiones	4	104.41	30.63	208.63
Líneas	17	41478.42**	2789.08**	3802.43**
Localidades X Líneas	17	2053.38**	205.87**	209.63**
Error	68	458.26	9.42	17.64
Promedio		65.75	82.92	157.72
Coefficiente de Variación		3.95	3.7	2.66

** = altamente significativo

* = significativo

ns = no significativo

La prueba de Tukey (5%), muestra que el 52.94% de las líneas superan en días al panojamiento al testigo Tunkahuan, destacándose ocho líneas que ocuparon el último rango, mientras que la ECU - 6713 ocupó el primer lugar, con un promedio de 90.5 días (Cuadro 2). Según los días a la floración, las líneas ECU - 577 1S y ECU - 585 1S son las más precoces y a ECU - 6713 con un promedio de 108.5 días, como la más tardía. Finalmente, de acuerdo a los días a la floración las líneas más precoces son ECU - 300 1S, ECU - 318 1S, ECU - 573 1S, ECU - 577 1S y ECU - 585 - 1S, mientras que la ECU - 6724 fue la más tardía; la variedad Tunkahuan se ubica en un rango intermedio.

Cuadro 2. Prueba de Tukey (5%) para días al panojamiento (DP), días a la floración (DF) y días a la cosecha (DC), en dos localidades de Pichincha, 2003.

Líneas	DP	DF	DC
ECU - 6722	87.00 a	106.50 a	183.00 ab
ECU - 6717	87.16 a	106.50 a	183.16 ab
ECU - 2323	79.66 b	98.33 b	175.66 bc
ECU - 6721	90.50 a	107.50 a	184.16 ab
ECU - 6724	87.33 a	105.50 a	185.83 a
ECU - 2486	73.83 c	91.16 c	166.16 d
ECU - 6715	87.33 a	106.00 a	185.83 a
ECU - 6729	67.83 d	87.00 c	170.83 cd
ECU - 6713	90.50 a	108.50 a	182.33 ab
ECU - 300 - 1S	44.33 e	59.33 e	126.00 g
ECU - 318 - 1S	44.00 e	58.33 e	127.00 g
ECU - 573 - 1S	44.00 e	58.66 e	128.66 g
ECU - 465 - 1S	45.83 e	62.50 e	147.16 e
ECU - 544 - 1S	45.00 e	62.16 e	129.50 fg
ECU - 577 - 1S	44.00 e	56.66 e	127.50 g
ECU - 585 - 1S	44.00 e	57.83 e	128.33 g
ECU - 417 - 1S	47.33 e	69.16 d	137.66 f
TUNKAHUAN (Testigo)	73.83 e	90.83 c	170.16 cd

Para altura de planta, se encontró diferencias estadísticas significativas entre líneas y diferencias significativas para localidades y para la interacción localidades

X líneas. En cuanto al tamaño de la panoja (longitud y diámetro), las diferencias estadísticas son altamente significativas para localidades, líneas e interacción localidades X líneas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis combinado de varianza para altura de planta (AP), longitud de la panoja (LP) y diámetro de la panoja (DP) de 18 líneas de quinua dulce. Tumbaco, EESC, 2003.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio		
		AP	LP	DP
Total	107			
Localidades	1	2431.05*	6018.71**	30.67**
Repeticiones	4	273.38	6.39	1.35
Líneas	17	9202.47**	64.34**	10.53**
Localidades X Líneas	17	346.32*	253.13**	3.86**
Error	68	159.84	22.01	1.30
Promedio		128.3	29.1	5.8
Coefficiente de Variación		9.86	16.12	19.8

** = altamente significativo

* = significativo

ns = no significativo

La prueba de Tukey (5%) para altura de planta, muestra a las líneas ECU - 6715 y ECU - 6724 como a las más altas y a la ECU - 318 1S como la más pequeña (Cuadro 4). A pesar de que la mayoría de las líneas son iguales estadísticamente en longitud de panoja, las líneas ECU - 6715 y ECU - 6721, se ubican en los últimos lugares y la ECU - 2323 (34.92 cm) es la que mayor longitud de panoja alcanzó. Para diámetro de panoja, la línea ECU - 2323 ocupó el primer lugar (9.25 cm), mientras que la ECU - 585 1S, presentó el menor diámetro de panoja.

Cuadro 4. Prueba de Tukey (5%) para altura de planta (AP), longitud de la panoja (LP) y diámetro de panoja (DP), en dos localidades de Pichincha, 2003.

Líneas	AP	LP	DP
ECU - 6722	162.06 abc	25.60 ab	6.10 bcd
ECU - 6717	153.31 abc	27.41 ab	6.09 bcd
ECU - 2323	175.33 a	34.91a	9.25 a
ECU - 6721	164.46 abc	24.80 b	5.95 bcde
ECU - 6724	175.50 a	29.13 ab	5.82 bcde
ECU - 2486	146.91 bc	28.74 ab	6.39 bc
ECU - 6715	177.30 a	24.60 b	5.83 bcde
ECU - 6729	138.70 c	28.38 ab	6.25 bcd
ECU - 6713	169.11 ab	25.00 ab	7.06 ab
ECU - 300 - 1S	82.90 d	28.53 ab	4.11 cde
ECU - 318 - 1S	81.63 d	30.66 ab	5.49 bcde
ECU - 573 - 1S	82.83 d	33.55 ab	4.12 cde
ECU - 465 - 1S	89.60 d	25.62 ab	5.81 bcde

Cuadro 4. Continuación

Líneas	AP	LP	DP
ECU - 544 - 1S	92.66 d	31.08 ab	4.89 bcde
ECU - 577 - 1S	84.55 d	31.95 ab	3.92 de
ECU - 585 - 1S	85.38 d	33.71 ab	3.65 e
ECU - 417 - 1S	99.20 d	31.96 ab	6.48 bc
TUNKAHUAN (Testigo)	147.31 bc	28.15 ab	6.44 bc

El análisis de variancia combinado para rendimiento por planta, indica diferencias estadísticas al 1% en localidades, líneas y localidades por líneas (Cuadro 5). Para rendimiento por parcela, en localidades no existen diferencias estadísticas, mientras que para líneas y localidades por tratamientos se presentan diferencias estadísticas a nivel de 1%.

Cuadro 5. Análisis combinado de varianza para rendimiento por planta (Rp) y rendimiento por parcela (RP) de 18 líneas de quinua dulce. Tumbaco, EESC, 2003.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio	
		Rp	RP
Total	107		
Localidades	1	97.4**	2292333.0 ^{ns}
Repeticiones	4	18.1	613954.7
Líneas	17	120.8**	666862.14**
Localidades X Líneas	17	57.5**	551306.7**
Error	68	15.3	240203.1
Promedio		8.6	1174.0
Coefficiente de Variación		45.6	41.8

** = altamente significativo

* = significativo

^{ns} = no significativo

La prueba de Tukey al 5% para las dos localidades indica que ECU - 2323 ocupa el primer lugar con 23.83 g, superando al testigo Tunkahuan (8.72 g), mientras que ECU - 577 1S con 4.04 g ocupa el último lugar (Cuadro 6). El rendimiento por parcela, muestra que todas las líneas son iguales estadísticamente, excepto ECU - 2323 y ECU - 465 1S, sin embargo ninguna línea supera numéricamente a la variedad Tunkahuan (1795.8 g). La línea ECU - 2323 es la de más bajo rendimiento (434.8 g).

La severidad de mildiu (*Peronospora farinosa*) fue evaluada en diferentes etapas del cultivo. Las líneas que tuvieron mayor resistencia a la enfermedad en las etapas finales del cultivo en Tumbaco fueron ECU - 6729, ECU - 2323, ECU - 6713, ECU - 417 1S y Tunkahuan, mientras que en Santa Catalina, la que tuvo mayor resistencia fue ECU - 585 1S (Cuadro 7).

Cuadro 6. Prueba de Tukey al 5% para rendimiento por planta, promedio de 50 plantas, en dos localidades. 2003.

Líneas	Rp		RP	
ECU - 6722	8.79	bc	1057.72	abc
ECU - 6717	8.79	bc	1260.93	abc
ECU - 2323	23.83	a	434.80	c
ECU - 6721	10.94	bc	1191.74	abc
ECU - 6724	9.54	bc	1124.54	abc
ECU - 2486	10.40	bc	1271.52	abc
ECU - 6715	6.93	bc	1550.33	ab
ECU - 6729	8.27	bc	1353.86	abc
ECU - 6713	13.23	b	1336.43	abc
ECU - 300 - 1S	5.92	bc	920.85	abc
ECU - 318 - 1S	5.99	bc	869.32	abc
ECU - 573 - 1S	5.37	bc	1044.87	abc
ECU - 465 - 1S	5.12	bc	683.45	bc
ECU - 544 - 1S	6.53	bc	1692.22	ab
ECU - 577 - 1S	4.04	c	1326.07	abc
ECU - 585 - 1S	6.17	bc	1173.48	abc
ECU - 417 - 1S	5.63	bc	1044.31	abc
TUNKAHUAN (Testigo)	8.72	bc	1795.76	a

Cuadro 7. Severidad de mildiu en tres evaluaciones de 18 líneas de quinua dulce. Tumbaco y Estación Experimental Santa Catalina - INIAP, 2003.

Líneas	Incidencia de MILDIU					
	Tumbaco			Sta. Catalina		
	I	II	III	I	II	III
ECU - 6722	5.67	6.00	6.33	6.67	6.67	6.00
ECU - 6717	4.67	5.67	6.33	5.67	5.67	5.33
ECU - 2323	4.67	5.33	6.00	3.00	3.67	4.33
ECU - 6721	6.33	6.33	6.33	6.33	6.33	6.00
ECU - 6724	6.33	6.33	6.67	6.00	6.00	5.67
ECU - 2486	6.33	6.33	7.00	5.00	5.33	5.00
ECU - 6715	5.00	6.00	6.33	4.33	4.67	4.67
ECU - 6729	4.67	6.00	6.00	5.33	6.33	6.00
ECU - 6713	5.33	6.33	6.00	6.00	6.00	5.33
ECU - 300 - 1S	4.67	6.00	7.67	3.00	3.67	4.33
ECU - 318 - 1S	5.67	6.67	7.67	4.67	6.00	6.00
ECU - 573 - 1S	2.67	5.00	6.33	2.67	4.00	4.33
ECU - 465 - 1S	5.00	5.67	6.67	2.00	3.67	4.33
ECU - 544 - 1S	3.33	5.67	6.33	2.67	3.67	5.00
ECU - 577 - 1S	3.33	5.67	7.00	3.00	4.67	5.00
ECU - 585 - 1S	3.33	5.33	6.33	2.00	3.33	4.00
ECU - 417 - 1S	3.67	5.67	6.00	3.00	4.00	4.33
TUNKAHUAN (Testigo)	5.00	5.33	6.00	3.67	4.33	5.00

El análisis de variancia combinado para peso de 100 semillas muestra diferencias estadísticas a nivel del 1% para localidades, tratamientos y localidades por tratamientos (Cuadro 8). Para peso hectolítrico se encontraron diferencias estadísticas a nivel de 1% para localidades y tratamientos, mientras que para localidades x tratamientos se presentan diferencias estadísticas a nivel del 5%.

Cuadro 8. Análisis combinado de varianza para peso de cien semillas (PCS) y peso hectolítrico (PH) de 18 líneas de quinua dulce. Tumbaco, EESC, 2003.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio	
		PCS	PH
Total	107		
Localidades	1	82225.93**	189.34**
Repeticiones	4	662.04	6.73
Líneas	17	3323.97**	50.54**
Localidades X Líneas	17	1314.16**	12.66*
Error	68	160.08	5.73
Promedio		264.07	63.34
Coefficiente de Variación		4.79	3.78

** = altamente significativo * = significativo ^{ns} = no significativo

En el Cuadro 9, la prueba de Tukey al 5% de las dos localidades, muestra que ECU - 6713 (311.66 mg por 100 semillas) ocupa el primer lugar, superando al testigo (260 mg), mientras que ECU - 577 1S y ECU - 2323 ocupan el último lugar. Para el peso hectolítrico, la línea ECU - 6713 ocupa el primer rango con un peso de 72.33 g, superando al testigo, mientras que ECU - 2323 con un peso de 59.5 g ocupa el último lugar.

Cuadro 9. Prueba de Tukey (5%) para peso de 100 semillas (PCS) y peso hectolítrico (PH) en dos localidades. Tumbaco, EESC, 2003.

Líneas	PCS	PH
ECU - 6722	256.66 defg	64.50 bcd
ECU - 6717	278.33 bcde	65.00 bc
ECU - 2323	221.66 h	59.50 d
ECU - 6721	270.00 b-f	64.16 bcd
ECU - 6724	286.66 abc	64.33 bcd
ECU - 2486	251.66 efg	61.16 bcd
ECU - 6715	280.00 bcd	65.33 b
ECU - 6729	263.33 c-g	62.66 bcd
ECU - 6713	311.66 a	72.33 a
ECU - 300 - 1S	283.33 bcd	62.50 bcd
ECU - 318 - 1S	266.66 adef	61.33 bcd
ECU - 573 - 1S	245.00 fgh	61.83 bcd
ECU - 465 - 1S	260.00 c-g	63.00 bcd
ECU - 544 - 1S	295.00 ab	65.16 bc
ECU - 577 - 1S	223.33 h	60.16 cd

Cuadro 9. Continuación

Líneas	PCS		PH	
ECU - 585 - 1S	236.66	gh	64.50	bcd
ECU - 417 - 1S	263.33	c-g	62.50	bcd
TUNKAHUAN	260.00	c-g	60.16	cd

Conclusiones

- En la localidad de Tumbaco, el 52.94% de las líneas supera al testigo en precocidad a la floración, con valores menores a 68 días después de la siembra. De igual manera en Santa Catalina, pero con promedios inferiores a 108 días después de la siembra.
- El 41.18% de las líneas evaluadas superaron en altura de planta al testigo cuya altura fue de 147.33 cm. El 52.94% de las líneas alcanzaron mayor diámetro del tallo con relación al testigo el cual obtuvo un promedio de 0.85 cm.
- El 64.71% de los materiales superaron el promedio del testigo para el tamaño (longitud) de la panoja. Las líneas ECU - 2323, ECU - 6713, ECU - 417 1S, obtuvieron mayor promedio de diámetro de panoja que la variedad Tunkahuan con un promedio de 6.45 cm.
- El 29.41% de los materiales estudiados superaron a la variedad Tunkahuan en rendimiento por planta.
- Las líneas evaluadas se consideran como medianamente resistentes al ataque de mildiu, observándose menor incidencia en Santa Catalina que en Tumbaco.
- El 29.41% de las líneas fueron más resistente al vuelco con relación al testigo en Tumbaco, mientras que el 41.18% de los materiales son más resistentes que el testigo en Santa Catalina.
- El 47.06% de los materiales presentaron coloración verde en la panoja en etapa de floración, mientras que el porcentaje restante presentó panoja de coloración púrpura.
- La línea ECU - 6713 supera al testigo para peso de 100 semillas. El 58.82% de los materiales en estudio superan a Tunkahuan en peso de 100 semillas. El 88.23% de las líneas estudiadas superan al testigo para peso hectolítrico.
- Las líneas ECU - 6721, ECU - 6724, ECU - 3715, ECU - 544 1S, ECU - 417 1S fueron seleccionadas como mejores por sus características superiores en cuanto a precocidad, rendimiento, contenido de saponina, calidad de grano.

Bibliografía

- Jacobsen, S., Sherwood, S. 2002. Cultivos de Granos Andinos en Ecuador: Informe sobre los rubros de quinua, chocho y amaranto, FAO, CIP, CRS, Ediciones Abya-Yala.
- Nieto, C., Perlata, E., Castillo R. 1986. "INIAP-IMBAYA" e "INIAP-COCHASQUI", Primeras variedades de quinua para la sierra ecuatoriana. Boletín Divulgativo No 187. Estación Experimental "Santa Catalina". 16 p.
- Peralta, E. 1985. La Quinoa un gran alimento y su utilización. Boletín divulgativo No 175, Estación Experimental Santa Catalina. 21 p.
- Solveig, Danielsen, AmeS, T., 2000. El Mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en la zona andina, CIP, Lima, Perú. pp. 6 - 7
- Tapia, M., Gandarillas, H., Allandía, S., Cardozo, A., Mujica, A., Ortiz, R., Otazu, V., REA, J., SALAS, B., SANABRIA, E. 1979. La quinua y la Kañiwa: cultivos Andinos, CIID, IICA, Bogota, Colombia, 220 p.