



V CONGRESO MUNDIAL
II SIMPOSIO INTERNACIONAL DE GRANOS ANDINOS



Libro de resúmenes

27.28.29.30
MAYO/2015
Jujuy/Argentina



V CONGRESO MUNDIAL
II SIMPOSIO INTERNACIONAL DE GRANOS ANDINOS
JUJUY, ARGENTINA

27, 28,29 Y 30 de Mayo de 2015
"Complejo Educativo Jose Hernández"
San Salvador de Jujuy, Argentina.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY
JUJUY- ARGENTINA
2015

Prohibida la reproducción total o parcial del material contenido en esta publicación por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, sin permiso expreso del Editor.

Quinoa : V Congreso Mundial, II Simposio Internacional de Granos Andinos : libro de resúmenes / Damian Lisandro Alcoba ... [et.al.]. - 1a ed. - San Salvador de Jujuy : Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy - EDIUNJU, 2015.
246 p. ; 29x21 cm.

ISBN 978-950-721-500-1

1. Agricultura. 2. Congreso. 3. Resúmenes. I. Alcoba, Damian Lisandro
CDD 630

Fecha de catalogación: 18/05/2015



© 2015 Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy
Avda. Bolivia 1685 - CP 4600
San Salvador de Jujuy - Pcia. de Jujuy - Argentina
Tel. (0388) 4221511- e-mail: ediunju@gmail.com

2015 Ira Edición

Queda hecho el depósito que previene la Ley 11.723
Impreso en Argentina - Printed in Argentina

**DESARROLLO DE LÍNEAS PROMISORIAS F₆ DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN ECUADOR.
DEVELOPMENT OF PROMISSORY F₆ QUINOA ((*Chenopodium quinoa* Willd.)
LINES IN ECUADOR**

Murillo A.; Peralta E.; Domínguez D.; Mina D.
Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias,
INIAP. Quito, Ecuador. angel.murillo@iniap.gob.ec

Resumen

Desde el año 2008 el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA) del INIAP inició el mejoramiento genético de quinua por hibridación, para lo cual se estandarizó la metodología de cruzamientos y se delinearon los objetivos del plan de mejora. Este método de mejoramiento ofrece buenas perspectivas para generar germoplasma de quinua de grano grande y dulce (bajo contenido de saponina), con resistencia a mildiu (*Peronospora variabilis*), de ciclo de cultivo intermedio y alto rendimiento. El objetivo es obtener líneas promisorias de quinua de ciclo intermedio, alto rendimiento, grano grande y dulce y resistente a mildiu. Las poblaciones segregantes fueron generadas a partir de cruza simples y recíprocas entre las variedades INIAP Tunkahuan de grano grande y dulce, alto rendimiento y resistentes a mildiu e INIAP Pata de Venado (PDV), precoz, grano mediano y dulce. Desde la F₁ hasta la F₄ se realizó selección individual de plantas. Los criterios de selección fueron grano grande (2 mm) y precoces (< a 180 días a la cosecha), panoja compacta de color rojo y rosado y resistentes a mildiu (= o < a 4 en la escala 1 a 9). Las 14 líneas F₅ seleccionadas fueron evaluadas en ensayos de adaptación y rendimiento en la Estación Experimental Santa Catalina (3050 m s.n.m.), se tomaron datos de días a floración, días a cosecha, severidad de ataque de mildiu, altura de planta, color de la panoja y tallo; y las mejores 10 líneas F₆ fueron evaluadas en la Estación Santa Catalina. De las 14 líneas F₅, las 10 que sobresalieron fue principalmente por altura de planta menor a 2 m, días a cosecha menor a 180 días, rendimiento superior a Tunkahuan y PDV, resistencia intermedia a mildiu y tamaño de grano de 2 mm. Las 10 líneas F₆ seleccionadas fueron evaluadas en la Estación Santa Catalina. Las líneas presentaron promedios de altura de planta que van desde 181 a 160 cm valores que se ubican entre las variedades testigo Tunkahuan (200 cm) y PDV (140 cm). De igual manera todas las líneas presentaron promedios de días a cosecha entre 155 y 147, rangos que se encuentran entre la variedad Tunkahuan con un promedio de 180 días y PDV con 140 días. En tamaño de grano, las líneas presentaron rangos entre 1.8 y 2.0 mm, tamaño superior que la variedad PDV con 1.8 mm. En rendimiento, las líneas LQE2 y LQE3 superaron a la variedad Tunkahuan. Las líneas presentaron niveles de reacción a mildiu de 3 y 4 que corresponde a resistencia intermedia en la escala 1 a 9. Se han seleccionado siete líneas con mejores características que las variedades comerciales, en función de la altura de planta, precocidad, resistencia a mildiu y rendimiento, que serán evaluadas en diferentes localidades en el año 2015.

Palabras clave: quinua, fitomejoramiento, resistencia mildiu, Ecuador

Abstract

In 2008, INIAP's National Program for Andean Legumes and Grains (PRONALEG-GA) began a plant breeding process of quinoa through hybridization, starting by standardizing the crossing methodology and outlining the breeding plan's goals. This hybridization breeding method holds promise for generating germplasm for quinoa with: large, sweet grains with low saponin content; resistance to mildew (*Peronospora variabilis*); an intermediate growing cycle; and high yield.

The segregating populations were generated through simple, reciprocal crosses between the INIAP Tunkahuán variety (large, sweet grains; high yield; mildew resistant) and the INIAP Pata de Venado (PDV) variety (early, with medium-sized, sweet grains). Individual plants from the F₁ to the F₄ generations were selected based on the following criteria: large grains (2mm); earliness (< 180 days to harvest); compact panicles with red or pink coloration; and mildew resistance (greater than or equal to 0 and less than 4 on a scale from 1 to 9). The 14 selected F₅ lines were evaluated for adaptation and yield in fields at the Santa Catalina Research Stations (3050 m). Data was collected for: days to flowering, days to harvest, severity of attack by mildew, plant height, and panicle and stem coloration. Ten lines stood out from the 14 evaluated F₅ lines, mainly due to their plant height of less than 2m, less than 180 days to harvest, higher yield than both Tunkahuán and PDV varieties, intermediate resistance to mildew, and grain size of 2 mm. The 10 selected F₆ lines were also evaluated in the Santa Catalina Station. These lines yielded average plant heights between 181 and 160 cm, which fell within the height ranges for the control varieties Tunkahuan (200cm) and PDV (140 cm). Similarly, all of the lines showed average days to harvest between 155 and 147, which falling within the 180 and 140 days to harvest for Tunkahuan and PDV, respectively. The selected F₆ lines presented higher values than the PDV variety's average grain size of 1.8 mm, yielding a range of 1.8 and 2.0 mm. With respect to yield, the LQE12 and LQE2 lines presented higher values than the Tunkahuan variety. The lines also showed a resistance to mildew ranked between 3 and 4, which is considered intermediate on the scale of 1 to 9. Seven lines have been selected with better plant height, precocity, mildew resistance, and yield than the commercial varieties.

Key Word: Quinoa, plant breeding, mildew resistance, Ecuador

Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es una especie de amplia distribución y diversificación múltiple, considerándose las orillas del Lago Titicaca como la zona de mayor diversidad y variación genética (Mujica, 1992). Según Lescano (1994), la quinua está distribuida en toda la región andina, desde Colombia (Pasto) hasta el norte de Argentina (Jujuy y Salta) y Chile (Antofagasta) y se ha encontrado un grupo de quinuas al nivel del mar en la Región de Concepción (Chile).

La quinua puede proporcionar alimentos de alta calidad y por tanto, aumentar la seguridad alimentaria y reducir la pobreza durante el próximo siglo (FAO, 1998). Pero el gran potencial de este cultivo aún no ha sido plenamente explotado, principalmente debido a la falta de investigación en cuanto a las limitaciones de producción.

Actualmente en Ecuador están vigentes solamente dos variedades de quinua: INIAP Tunkahuan (Peralta, 2012) e INIAP Pata de Venado (PDV) (Mazón et al, 2013), obtenidas mediante selección del banco de germoplasma; por lo cual desde el año 2008 el PRONALEG-GA del INIAP ha iniciado el plan de mejoramiento genético de quinua por hibridación (INIAP, 2009). Primero se estandarizó la metodología de cruzamientos y se delinearon los objetivos del plan de mejoramiento: variedades precoces (< a 180 días),

altura de planta inferior a 180 cm, resistente a mildiu, con bajo contenido de saponina (dulce), tamaño de grano grande (> a 2 mm) y de alto rendimiento (>1500 kg/ha). Las primeras poblaciones segregantes fueron generadas a partir de cruzas simples entre las dos variedades INIAP Tunkahuán e INIAP PDV. En este trabajo se presentan los resultados de la evaluación de las líneas F₅ y F₆, realizada en los ciclos agrícolas 2013 y 2014.

Materiales y métodos

En el año 2009 se realizaron las primeras cruzas directas y recíprocas entre las variedades INIAP Tunkahuan (originaria de Ecuador, ciclo de cultivo intermedio, planta alta, resistente a mildiu, grano de tamaño intermedio y bajo contenido de saponina) (Peralta, 2012) e INIAP Pata de Venado (precoz, planta pequeña, grano de tamaño pequeño y bajo contenido de saponina) (Mazón et al, 2013).

Para el manejo de las poblaciones se aplicó la metodología selección de pedigree (Sánchez et al, 2009). Las poblaciones F₁ se autofecundaron bajo umbráculo en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del INIAP y a la cosecha fueron seleccionadas plantas individuales. Las poblaciones F₂ fueron sembradas panoja/surco en el Instituto Simón Rodríguez (ISR) de Latacunga (Cotopaxi); a la cosecha fueron seleccionadas individualmente las mejores plantas en cada familia. La misma metodología de manejo y selección se aplicaron en las filiales F₃ y F₄ y fueron seleccionadas 14 líneas F₄.

En el año 2013, en la EESC, las líneas F₅ fueron evaluadas en un ensayo de rendimiento con tres repeticiones y fueron seleccionadas las mejores 10 líneas en función del bajo contenido de saponina, tamaño del grano, altura de planta inferior a 1,8 m, precoces (< a 180 días) y resistente a mildiu.

En el año 2014, en la EESC se evaluaron las 10 líneas F₆ bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones. Conforme se desarrolló el cultivo se registraron datos de las siguientes variables: días a la floración, días a madurez de cosecha, severidad de ataque de mildiu, altura de planta, longitud y diámetro de panoja. Después de la cosecha se registraron datos de diámetro del grano (en tamices de diferente diámetro), rendimiento por parcela, peso de 100 semillas y porcentaje de saponina. La saponina se determinó de acuerdo al protocolo de Koziot (1990) que consiste en colocar 0.5 g de gramos de quinua en un tubo de ensayo, luego añadir 5ml de agua destilada, tapar el tubo y agitar con ayuda del Vortex durante 30 segundos; dejar reposar 10 segundos para que se establezca la espuma y finalmente medir la altura (cm) de la espuma desarrollada. Luego calcular el porcentaje de saponina de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ saponina} = 0.441 \times \frac{\text{altura de espuma (cm)}}{5}$$

Rangos de contenido de saponina:

- Quinuas dulces: líneas que tienen < 0.06 % de saponina
- Quinuas amargas: líneas que tienen > 0.07 % de saponina

La clasificación del grano (tamaño de grano) se tomó con la ayuda de tamices de 2.3 mm; 2.0 mm y 1.7 mm. Primero se pesaron 50 g de muestra de semilla de cada línea, luego se pasaron por los tamices de mayor diámetro (2.3 mm) hasta el menor (1.7 mm), luego se pesó la semilla que fue quedando en cada tamiz. De esta forma se clasificó el grano de acuerdo al diámetro que presentó (INIAP, 2009).

Resultados y discusión

Evaluación líneas F₅

Todas las líneas F₅ presentaron promedios de altura de planta y días a la cosecha entre los valores de las variedades Tunkahuan y PDV. Las líneas LQE3, LQE5 y LQE8, presentaron valores de 3 en severidad a mildiu en la escala 1 a 9. Para diámetro de la panoja, las líneas LQE10, LQE13 y LQE14 superaron al promedio de las variedades testigo. Las líneas LQE14, LQE13, LQE10, LQE1, LQE2, LQE3 con rendimientos de 22, 18, 18, 17, 18 y 19 g/panoja, superaron al promedio de rendimiento de la variedad Tunkahuan y PDV (16 y 15 g/panoja, respectivamente). Las líneas LQE2 y LQE3, presentan mayor porcentaje de grano mayor a 2 mm (58 y 51%, respectivamente), que las variedades Tunkahuan y PDV (50 y 30 de %, respectivamente) (Cuadro 1). Bajo estos parámetros fueron seleccionadas 10 líneas a ser evaluadas el próximo ciclo.

Cuadro 1. Altura de planta (AP), días a la cosecha (DC), diámetro de la panoja (DP), severidad de mildiu (SM), rendimiento (g/planta), tamaño de grano en porcentaje según el diámetro de tamiz y porcentaje de saponina (PS) de 14 líneas F₅ de quinua más dos testigos. EESC, 2013.

Línea *	AP (cm)	DC	DP (cm)	SM	Rendimiento (g/ panoja)	% de grano por tamiz			PS
						2,3(mm)	2,0(mm)	1,7 (mm)	
LQE1	122	164	17	4	17	45	47	8	0,02
LQE2	141	162	15	4	18	58	35	6	0,01
LQE3	134	166	18	3	19	51	43	6	0,01
LQE4	123	162	17	4	16	32	58	10	0,01
LQE5	113	161	18	3	12	24	68	8	0,01
LQE6	130	157	15	4	9	20	70	10	0,01
LQE7	132	165	16	4	15	38	54	8	0,01
LQE8	150	157	17	3	16	43	49	8	0,01
LQE9	120	159	16	4	16	36	56	8	0,01
LQE10	155	163	19	4	18	22	68	10	0,01
LQE11	128	165	17	4	17	22	70	8	0,01
LQE12	144	162	18	4	12	32	60	8	0,01
LQE13	130	156	19	4	18	23	69	8	0,01
LQE14	152	162	19	4	22	10	80	10	0,10
Tunkahuan	181	180	17	4	16	50	44	6	0,01
PDV	112	145	14	4	15	30	60	10	0,15

*líneas LQE: L=Línea, Q= Quinua, E= Ecuador
Líneas resaltadas fueron seleccionadas

Todas las líneas F₆ evaluadas presentan promedios de altura de planta entre 159 y 182 cm; que son valores intermedios de las variedades Tunkahuan y PDV (204 y 148 cm, respectivamente). De igual manera, todas las líneas presentan promedios de días a la cosecha en un rango de 147 y 153, que también son valores intermedios de las variedades testigo (180 días para Tunkahuan y 140 días de PDV). En cuanto al rendimiento por planta, sólo las líneas LQE2 y LQE3, superaron a las variedades testigo. Con relación a la respuesta a mildiu, no se observó diferencias entre las líneas y las variedades testigo. Finalmente, todas las líneas presentaron bajo contenido de saponina (0,01), a excepción de la línea LQE14, que presentó un porcentaje de 0,08 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Severidad de mildiu (SM), altura de planta (cm, AP), días a cosecha (DC), rendimiento (g/planta), tamaño de grano (% por tamiz), contenido de saponina (%), CS) de 10 líneas promisorias F₆ de quinua, más dos testigos. EESC, 2014.

Nº	Línea	AP	DC	SM	g/planta	% por tamiz			CS
						2,3(mm)	2,0 (mm)	1,7(mm)	
1	LQE1	165	147	3	22	0	53	47	0,01
2	LQE2	181	152	4	24	0	68	32	0,01
3	LQE3	171	152	3	23	0	57	43	0,01
4	LQE4	160	147	4	17	0	73	27	0,01
5	LQE8	176	153	3	19	0	49	51	0,01
6	LQE9	164	150	3	19	0	56	44	0,01
7	LQE10	182	153	3	18	0	65	35	0,01
8	LQE11	177	155	3	18	0	47	53	0,01
9	LQE13	167	150	3	21	0	52	48	0,01
10	LQE14	159	150	3	18	0	43	57	0,08
	TUNK	204	180	3	22	7	71	23	0,01
	PDV	148	140	4	19	0	45	55	0,08

Conclusiones

Como resultado de la cruce entre las variedades Tunkahuan y PDV se observa ganancia en rendimiento, como es el caso de las líneas LQE2 y LQE3 (F₆) que superan a las variedades testigo y las líneas LQE1 y LQE9 que sólo superan a la variedad INIAP PDV.

La cruce entra Tunkahuan y PDV también permite obtener líneas con tamaño de planta de altura intermedia (para evitar el acame por viento) y precocidad intermedia. Las líneas presentaron tamaño de grano similar al testigo Tunkahuan, pero superior a la variedad Pata de Venado.

Bibliografía

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT) 1998. Prueba Americana y Europea de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). La Paz, BO. 138 p.

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC). 2009. Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual 2008. Quito, EC. 91 p

Koziot, M. 1990. Desarrollo del método para determinar el contenido de saponinas en la quinua. In WAHLI, Ch. Quinua hacia su cultivo comercial. Quito, EC. LANTINRECO. p. 175-179

Lescano, J. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos alto andinos: quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. La Paz, BO. Programa Interinstitucional de Waru, Convenio INADE/PELT - COTESU. 459 p.

Mazón, N.; peralta, E.; monar, C.; Subía, C.; Rivera, M. 2013. INIAP Pata de Venado (Taruka Chaki). Quito, EC. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Plegable N° 261.

Mujica, A. 1992. Granos y leguminosas andinas. In Hernandez J., Bermejo J.; León J. Ed. Cultivos Marginados: otra perspectiva de 1492. Roma, IT. FAO. p. 112-146

Peralta, E. 2013. INIAP Tunkahuan, variedad mejorada de Quinoa. Quito, EC. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Plegable N° 345.

Sánchez, M.; Espinoza, P.; Zurita, A.; Herrera, J; 2009. Las variedades Aymaras del altiplano chileno y el uso de la selección genética para generar nuevas variedades. Iquique, CH. s.e. 16 p.