



SELECCIÓN DE LINEAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN PUNO, PERU.

SELECTION OF LINES OF QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) IN PUNO, PERU.

Jose David Apaza Calcina¹

¹Universidad de Hohenheim de Alemania, Centro de Investigación para la Seguridad Alimentaria Mundial y los Ecosistemas, Castillo Hohenheim 1, 70599, Stuttgart, Alemania, josedavid.ag@hotmail.com

RESUMEN

En la actualidad la producción de quinua está limitada principalmente por falta de cultivares que tengan alto rendimiento con granos grandes, que posean madurez uniforme y sean precoces bajo las condiciones edafoclimáticas del altiplano. La investigación selección de líneas obtenidos por hibridación, se realizó con el objetivo de seleccionar las líneas promisorias a partir de las autofecundaciones S5 de cruza simples, en base a las características agronómicas. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 40 tratamientos y dos repeticiones en dos localidades. La crusa simples por hibridación de Huariponcho y Kcancolla presento un periodo vegetativo de 183 días, con una altura de planta 64.23 cm y con un rendimiento de 4.10 T.ha⁻¹. Las líneas sobresalientes son L22, L38, L5, L21, L10, L16 y L37 son las variantes que presentaron las características anheladas por agricultores y mejoradores, precoces y de alto rendimiento superando a sus genitores. Se concluye que existe ganancia genética de las progenies respecto a sus progenitores.

Palabras clave: Agronómico, genitores, genotipos y progenies.

ABSTRACT

Currently, the production of quinoa is limited mainly by the lack of crops that have a high yield with large grains, that present uniform maturity and are early under the edaphoclimatic conditions of the highlands. The research selection of lines obtained by hybridization was carried out in order to select the promising lines from the S5 self-fertilizations of simple crosses, based on the agronomic characteristics. The completely randomized blocks design (DBCA) with 40 treatments and two repetitions in two locations was used. The simple cross by hybridization of Huariponcho and Kcancolla presented a vegetative period of 183 days, with a plant height of 64.23 cm and yield of 4.10 T.ha⁻¹. The outstanding lines are L22, L38, L5, L21, L10, L16 and L37 are the variants that present the characteristics desired by farmers and breeders, early and high performance beating their parents. It is concluded that there is a genetic gain of the progenies with respect to their parents.

Key words: Agronomic, genitors, genotypes and progenies.

Autor para Correspondencia: josedavid.ag@hotmail.com





INTRODUCCIÓN

Sañudo *et al.* (2005), mencionan que la quinua es un grano nativo originario de América del Sur, de las áreas andinas de Perú y Bolivia, se domestica y cultivo en condiciones adversas de clima y suelo por miles de años y las especies que evolucionan en ambientes pobres en determinados recursos tienden a desarrollar mecanismos para maximizar su utilización (Zurita *et al.*, 2014). Siendo una de las pocas especies que está adaptada a condiciones extremas de temperatura y aridez (Alanoca, 2014). Su valor nutricional es mayor en comparación con los cereales, su grano contiene aproximadamente 48% de almidón, 18% de proteínas, con un balance ideal de los 20 aminoácidos esenciales, 4-9% de grasas insaturadas y una buena cantidad de calcio, fósforo y hierro (Ramírez *et al.*, 2016).

Estudios previos muestran que el Perú posee, junto con Bolivia, la mayor diversidad genética en cultivares nativos de quinua (Peralta *et al.*, 2012), A pesar de que su cultivo ha ido menguando desde su apogeo en el imperio incaico, actualmente se están haciendo trabajos para prevenir la erosión genética de esta especie en ambos países (Kole, 2007). El cambio climático y el crecimiento de la población y el uso de áreas marginales para producir mayor cantidad de alimentos hacen imprescindible obtener nuevas cultivares capaces de emplear mejor los recursos del suelo para lograr altos rendimientos y de calidad en condiciones sub óptimas en términos de evolución, estos genes son los que tienden a prevalecer y a perdurar en el tiempo (Glenn *et al.*, 2008).

Se estimo que la necesidad de alimentos se duplicará en los próximos 30 años el Perú, como muchos países de América Latina enfrentan graves problemas nutricionales como consecuencia del incremento de la población en forma permanente; este crecimiento demográfico, exige un incremento de la producción de alimentos para poder satisfacer las necesidades mínimas de nutrición (Inguilán y Pantoja, 2007). La población aprecia este cultivo y cada día aumenta la demanda y exige una mayor producción de quinua, pero las condiciones medioambientales de las zonas agroecológicas del altiplano se caracterizan por su gran variabilidad climática espacial y temporal (Alanoca, 2014), la presencia de factores abióticos como precipitaciones y variación de temperaturas, etc. (Bonifacio *et al.*, 2014), influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas, los niveles de producción y productividad de la quinua son variables dentro y entre las campañas agrícolas (Benavides y Rodríguez, 2007). Por otro lado, la quinua es una de las especies cultivadas que todavía no ha sufrido manipuleo genético importante, muchas de las cultivares son tradicionales con rendimientos muy bajos que oscilan por lo general de 600 a 1200 kg.ha⁻¹ (Tapia, 2000), queda pues como un reto grande para los investigadores actuales, superar estos antecedentes (Mujica *et al.*, 2013).

En general, el cultivo de quinua bajo sistemas tradicionales y sin utilización de cultivares mejoradas representa un riesgo permanente para la humanidad (Rodríguez, 2002). En la producción ecológica uno de los primeros pasos que se debe dar, es la búsqueda de genes promisorios de rendimiento y precocidad a fin de poder transferirlos a las actuales cultivares locales que se vienen produciendo en forma extensiva (Cerón, 2002). En este contexto la resistencia genética de las plantas se constituye en la mejor opción para elevar los rendimientos, asegurar alimentación para la población, generar ingresos económicos y mejorar el nivel de vida del productor de quinua (Zurita *et al.*, 2014).

Con este trabajo de investigación se pretende obtener este recurso genético valioso con estas





características deseables, a través de la hibridación de cultivares genéticamente distantes de quinua dentro del programa mejoramiento genético, en la investigación se precisa evaluar el comportamiento agronómico de las líneas F7 obtenidos de autofecundaciones hasta la sexta generación y posteriormente reducir las líneas sobresalientes en cuanto al comportamiento agronómico (Mazón *et al.*, 2013); para lo cual se planteó como objetivo seleccionar las líneas a partir de las autofecundaciones S5 de cruza simples, en base a altura de planta, precocidad y rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 198 unidades experimentales y dos repeticiones para la realización del trabajo con dos factores en estudio; primer factor genotipos 40 niveles (38 líneas de la cruce HUAxKCA más dos testigos como genitor femenino Huariponcho y como masculino Kcancolla) y el segundo factor localidades con dos niveles (Centro de Investigación y Producción (CIP)-Camacani y CIP-Illpa) (Tabla 1).

Tabla 1. Datos geográficos y meteorológicos de Camacani e Illpa.

Características	Camacani	Illpa
Este X	408369.55	384945
Norte Y	8236456.43	8263812
Altura (msnm)	3850	3827
Temperatura maxima (°C)	16.65	19.09
Temperatura minima (°C)	4.45	2.56
Precipitacion (mm)	71.44	75.10
Humedad relativa (%)	54.88	76.75

Fuente: Senamhi (2017).

Variables de respuesta

Para el estudio se analizaron las variables: altura de planta, longitu de panoja, diámetro de panoja, madurez fisiológica y rendimiento; que son variables de importancia en un programa mejoramiento genético de quinua.

Altura de planta

Se registró a la madurez fisiológica del cultivo, tomando 10 plantas al azar por surco. La medida se estableció desde la base del tallo hasta el ápice de la panoja central y se expresó en centímetros (Rojas y Padulosi, 2013).

Longitu de panoja

Se registró a la madurez fisiológica del cultivo, seleccionando 10 plantas al azar de la parcela experimental; de cada planta se tomó la panoja central y se estableció la longitud de panoja desde la base de la misma hasta el ápice, la lectura se registró en centímetros (Rojas y Padulosi, 2013).





Diámetro de panoja

Esta variable se midió con la ayuda de un vernier y se realizó tomando la medida en el punto más ancho de la panoja (diámetro ecuatorial) esta variable se registró a la madurez fisiológica y se tomaron 10 plantas al azar dentro de la parcela experimental, la lectura se registró en centímetros (Rojas y Padulosi, 2013).

Madurez fisiológica

Se contabilizarán los días transcurridos desde la siembra hasta el 50 % de plantas del surco presenten características de madurez de cosecha (Rojas y Padulosi, 2013).

Rendimiento

Se seleccionaron 10 panojas por parcela experimental, luego de realizar la trilla y limpieza de cada panoja, posteriormente se pesó toda la semilla obtenida en Balanza de precisión marca baxtran, la medida se registró en gramos por panoja (Rojas y Padulosi, 2013).

Análisis estadístico

Para el análisis de varianza (ANOVA) se planteó un modelo estadístico, donde se analizó por localidades (Camacani e Ilpa), repeticiones, también por el factor en estudio genotipos y finalmente por la interacción de las localidades y genotipos (LOG*GEN). Al detectarse diferencias estadísticas en el análisis de varianza se realizó la prueba de Tukey ($p < 0.05$) para los factores en estudio (líneas) para establecer diferencias y comparar medias entre progenies y sus respectivos genitores (Delgado *et al.*, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de normalidad

Se observa que en el análisis de normalidad existe alineamiento de los datos en cuanto a un patrón (línea) en la mayoría de los casos. (figura1).

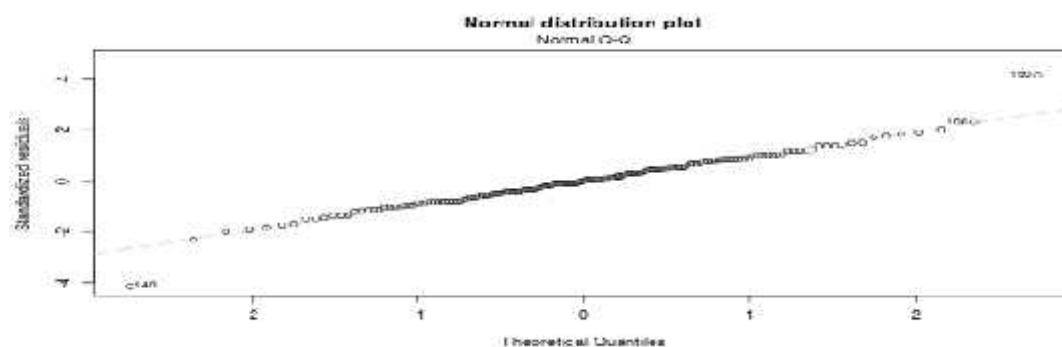


Figura 1. Análisis de normalidad de los genotipos.

Homogeneidad de varianzas

En cuanto al análisis de homogeneidad de varianza de los genotipos existe homogeneidad de los genotipos en cuanto a las localidades, como se observa en la Figura 2 presentado dos grupos



agrupaciones de los datos.

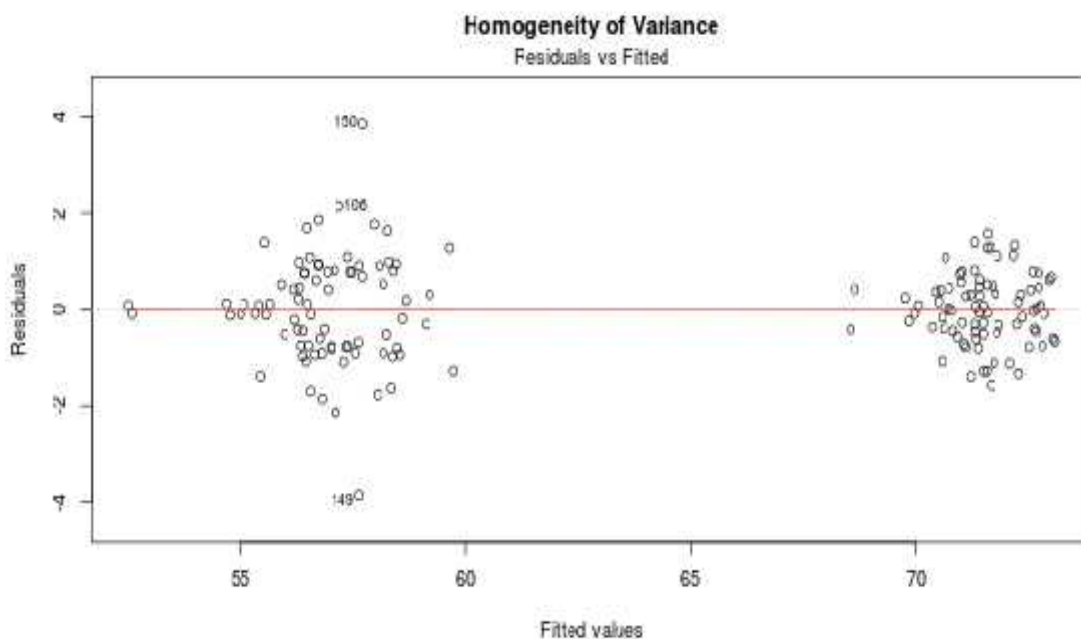


Figura 2. Análisis de homogeneidad de varianza de los genotipos.

Correlacion de Pearson

La matriz de correlación entre cada par de características se presenta en la Figura 3, donde las correlaciones más importantes fueron con rendimiento versus: altura de planta, longitud y diámetro de panoja con 0.95, 0.96 y 0.94 respectivamente, estas correlaciones altas con el rendimiento indican que esta característica tiende a ser mayor a medida que las fases fenológicas son más precoces; y la correlacion negativa precosidad versus: altura de planta, longitud de panoja, diametro de panoja y rendimiento con -0.96, -0.98, -0.96 y -0.96 respectivamente, estas correlaciones negativas con la madurez fisiologica indican que esta característica tiende a ser menor a medida que las líneas son de mayor desarrollo.

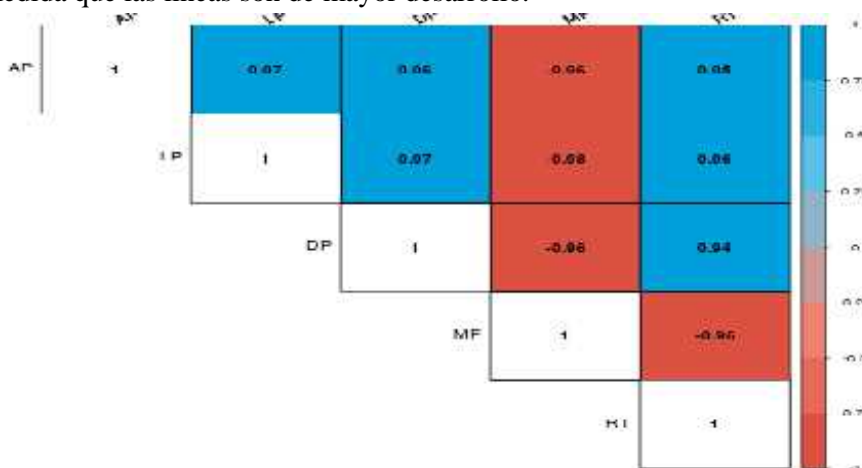


Figura 3. Correlacion de Pearson para las variables.



Analisis de varianza (ANOVA)

El análisis de variancia para toda las variables (Tabla 1), existe diferencias significativas al 1 % para localidades y genotipos, y no significativas para repeticiones y localidades x genotipos (Loc*Gen) en toda las variables, el bajo coeficiente de variación se debe a la cantidad de datos del trabajo, eso explica que dentro de la cruza simple no existe mucha variabilidad entre líneas y los coeficiente de determinacion son bastantes altos, en base a la significancia existente entre genotipos se realizo la comparación de media.

Tabla 1. Análisis de varianza de las variables.

CUADRADOS MEDIOS										
FV	GL	Altura de planta (cm)		Longitud de panoja (cm)		Diámetro de panoja (cm)		Madurez fisiológica (días)		Rendimiento (T.ha ⁻¹)
Repeticiones	1	0.00		0.20		0.01		0.00		0.90
Genotipos	39	4.00 ***		0.30 **		0.02		2.00 **		1.40 ***
Localidades	1	8444.00 ***		2845.60 ***		58.02 ***		4522.00 ***		1609.10 ***
Loc*Gen	39	1.00		0.20		0.02		2.00 ***		1.20 ***
Error	79	2.00		0.20		0.02		1.00		0.50
Total	159									
Promedio		64.23		21.19		5.12		183.00		4.10
Cv (%)		2.07		1.97		2.88		0.46		5.23
R ²		0.98		0.99		0.97		0.98		0.97

Altura de planta

Muestra cuatro rangos de significancia de acuerdo a sus medias (Figura 4), donde se observa que las líneas L31, L3 y L6 fueron las que presentaron mayor altura de planta con medias de 73.05, 73.00 y 72.81 cm respectivamente a los que se clasifico en el primer rango de significancia superior a los testigos; el genitor femenino (Huariponcho) tuvo una media de 52.57 cm y se clasifico en el cuarto rango; mientras tanto el genitor masculino (Kcancolla) presento una media de 55.07 cm de altura de planta clasificandose en el tercer rango de significancia.

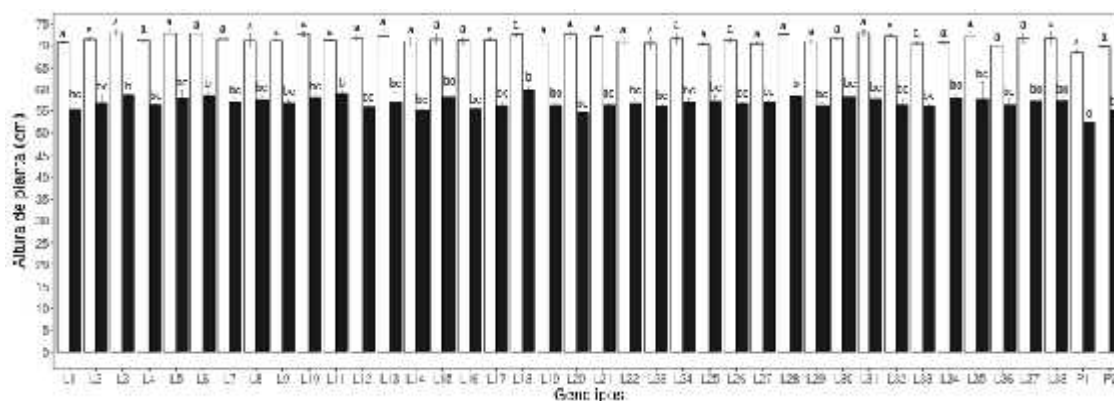


Figura 4. Prueba de Tukey al 5% para altura de planta.

Sañudo *et al.* (2005), afirman que una variedad puede mostrar variaciones en la altura de planta, de acuerdo con la época de siembra, la fertilidad del suelo y las condiciones climáticas, de lo anterior se deduce que la altura además de ser una característica propia de cada genotipo, su expresión también está condicionada por el entorno. Al respecto Tapia (2000), afirma que de





acuerdo con la variedad la quinua alcanza diferentes alturas, afirmando lo que dice Mujica *et al.* (2013), donde señala que uno de los objetivos de mejoramiento genético en quinua deber ser precisamente mejorar la arquitectura de planta con una alta eficiencia productiva con panojas grandes y anchas, tallos gruesos y plantas de alturas medianas.

En cuanto a esta variable lo que se pretende es obtener una variedad de porte mediano que facilite la cosecha mecanizada. Los resultados obtenidos en este estudio se corroboran con Benavides y Rodríguez (2007), quienes trabajaron con líneas de cruza simples de quinua en el municipio de Pasto (2450 m.s.n.m), encontraron líneas con mayor altura de planta respecto a sus genitores, considerándolos también los de porte mediano como ideal para la selección. También Peralta *et al.* (2012), trabajaron con líneas de cruza simples buscando obtener cultivares de porte mediano, ya que esto facilita la cosecha mecanizada cuando se tiene grandes extensiones de siembra.

Longitud de panoja

Muestra cuatro rangos de significancia de acuerdo a sus medias (Figura 4), donde se observa que las líneas L2, L9 y L27 fueron las que presentaron mayor longitud de panoja con medias de 25.92, 25.86 y 25.71 cm respectivamente a los que se clasifico en el primer rango de significancia superior a los testigos; el genitor femenino (Huariponcho) tuvo una media de 16.19 cm y se clasifico en el tercer rango; mientras tanto el genitor masculino (Kcancolla) presento una media de 16.82 cm clasificándose también en el tercer rango de significancia.

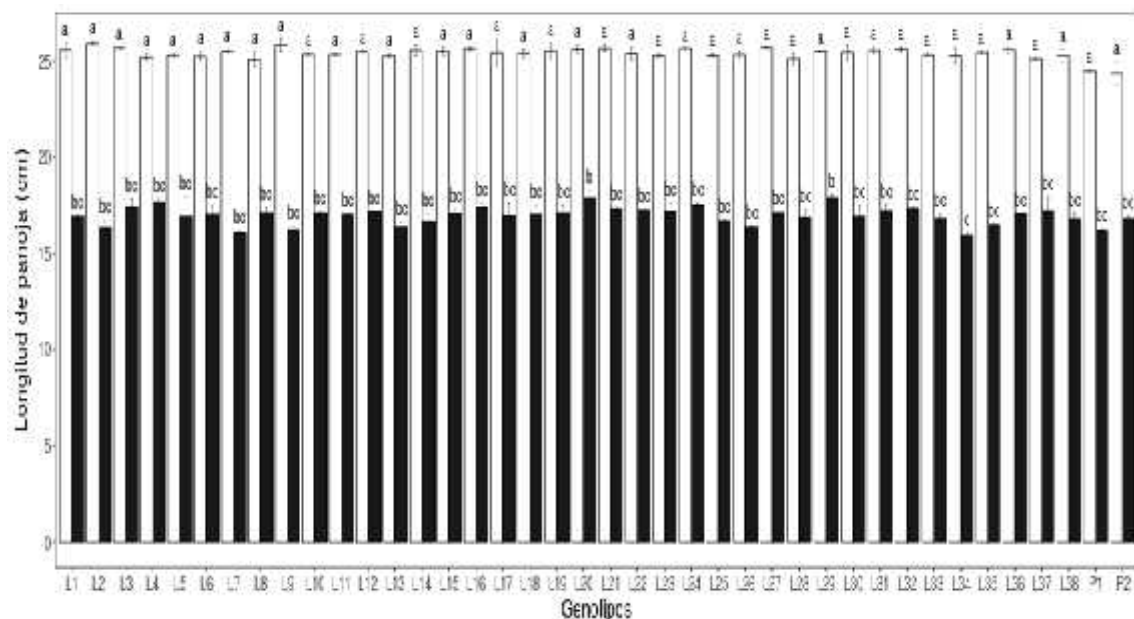


Figura 5. Prueba de Tukey al 5% para longitud de panoja.

La longitud de panoja es uno de los principales componentes, directamente relacionado con el rendimiento en grano de la quinua, ya que a partir de esta variable se podrá determinar la productividad de una determinada variedad, los promedios en longitud de panoja registrados en el presente estudio clasifican a las líneas entre grandes a medianas de acuerdo al rango (Bonifacio *et al.*, 2004) que agrupan la longitud de panoja en pequeñas de 15 cm, medianas y grandes hasta 70 cm. Estos resultados se pueden atribuir al potencial genético de la variedad y las líneas mejoradas, así mismo a las condiciones climáticas del lugar.





Similares resultados fueron encontrados por Ingulán y Pantoja (2007), en su estudio con las cruza simples en el municipio de Córdoba (2800 msnm), quienes obtuvieron para las líneas de las cruza simples panojas con mayor longitud, y menor longitud; superando casi todos a sus genitores.

Diámetro de panoja

Muestra dos rangos de significancia de acuerdo a sus medias (Figura 4), donde se observa que las líneas L6, L21 y L11 fueron las que presentaron mayor diámetro de panoja con medias de 5.92, 5.90 y 5.89 cm respectivamente a los que se clasifico en el primer rango de significancia superior a los testigos; el genitor femenino (Huariponcho) tuvo una media de 4.44 cm y se clasifico en el segundo rango; mientras tanto el genitor masculino (Kcancolla) presento una media de 4.45 cm clasificándose también en el segundo rango de significancia.

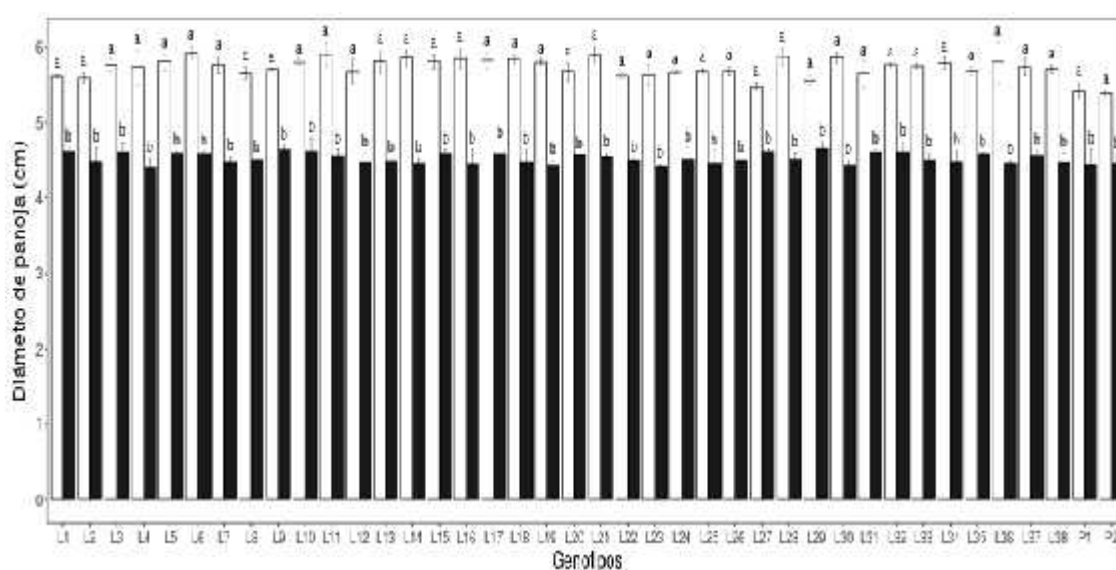


Figura 6. Prueba de Tukey al 5% para diámetro de panoja.

La estructura y constitución de la planta son de mucha importancia, ya que son características que se traducirán directamente en un buen o mal rendimiento, dependiendo de cuál sea el caso, además de que una planta bien constituida será menos propensa al ataque de factores bióticos como insectos, enfermedades, pájaros, etc. y a factores abióticos como viento, heladas y demás condiciones adversas que puedan provocar un acame en las plantas (Álvarez y Von, 1990).

Al respecto de la panoja, Tapia (2000), señala que, para la clasificación del material genético de quinua, se debe considerar el tamaño de la panoja (diámetro y longitud), aunque por la existencia de muchos genotipos, puede variar y crear un sistema muy complejo de clasificación.

Mujica *et al.* (2013), donde señala que uno de los objetivos de mejoramiento genético en quinua deber ser precisamente mejorar la arquitectura de planta con una alta eficiencia productiva con panojas grandes y anchas, tallos gruesos y plantas de alturas medianas.

Madurez fisiológica

Muestra cinco rangos de significancia de acuerdo a sus medias (Figura 4), donde se observa que las líneas L20, L28 y L23 fueron las más tardías con medias de 5.92, 5.90 y 5.89 días





respectivamente a los que se clasifico en el primer rango de significancia por encima de los testigos; el genitor femenino (Huariponcho) tuvo una media de 182 días y se clasifico en el segundo rango; mientras tanto el genitor masculino (Kcancolla) presento una media de 181 días clasificándose en el tercer rango de significancia; las líneas más precoces L18, L11 y L19 con 177, 177 y 176 días respecto a los testigos.

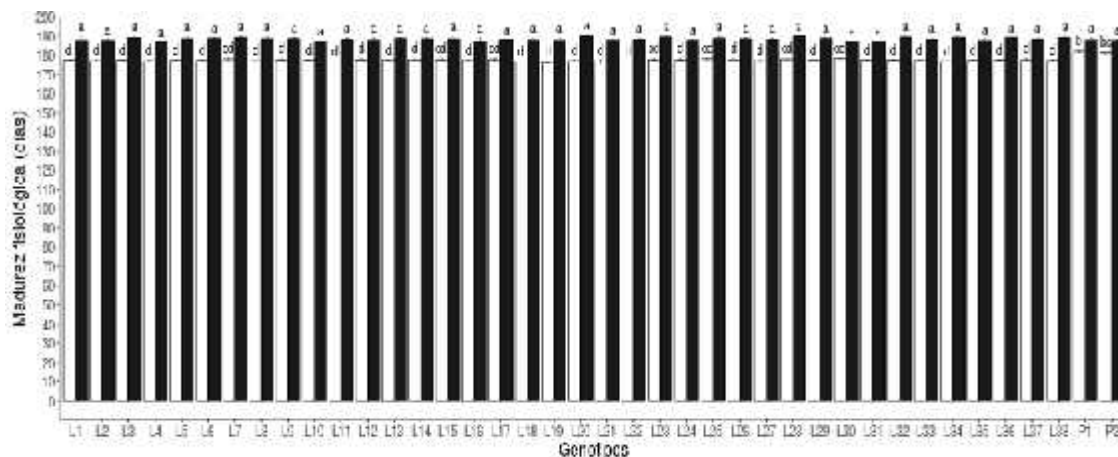


Figura 7. Prueba de Tukey al 5% para madurez fisiológica.

Según Inguilán y Pantoja (2007) y Benavides y Rodríguez (2007), quienes evaluaron las líneas de cruza en los municipios de Córdoba a 2800 msnm y Pasto a 2454 msnm, respectivamente, reportaron que existen líneas más precoces y tardías en comparación a sus genitores (Delgado *et al.*, 2009). Es interesante notar que todas las líneas evaluadas mostraron un ciclo de cultivo intermedio entre las cultivares testigos, pero las líneas élites se pueden considerar como precoces en vista a que su periodo vegetativo es menor a sus genitores.

Rendimiento

Muestra cinco rangos de significancia de acuerdo a sus medias (Figura 4), donde se observa que las líneas L22, L38 y L5 fueron las más tardías con medias de 5.67, 5.56 y 5.47 T.ha⁻² respectivamente a los que se clasifico en el primer rango de significancia superior a los testigos; el genitor femenino (Huariponcho) tuvo una media de 3.10 T.ha⁻² y se clasifico en el quinto rango; mientras tanto el genitor masculino (Kcancolla) presento una media de 2.83 T.ha⁻² clasificándose también en el quinto rango de significancia.



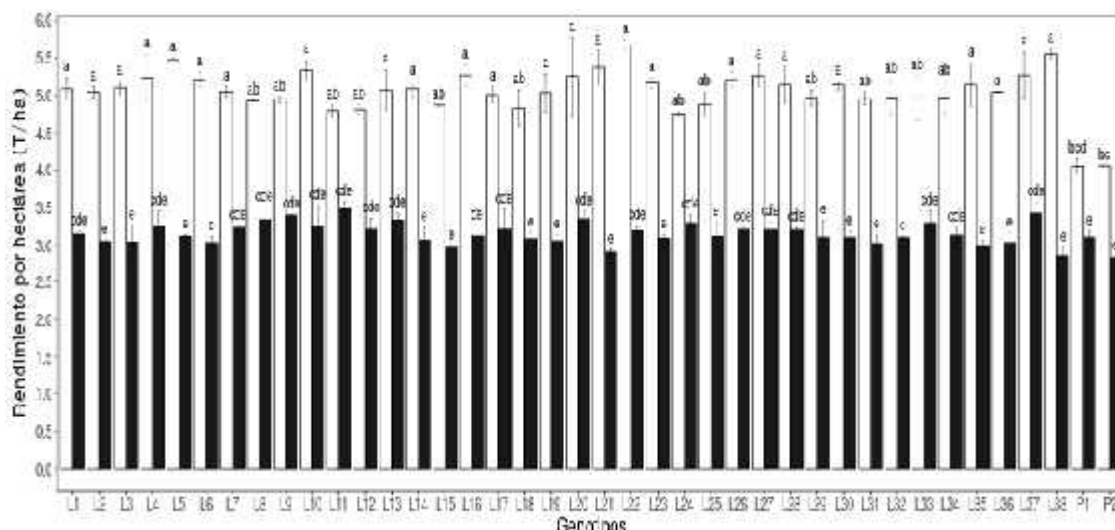


Figura 8. Prueba de Tukey al 5% para rendimiento.

Los rendimientos de grano obtenidos en $T\cdot ha^{-1}$ en este estudio son similares a los reportados por (Mujica *et al.*, 20013); los mismos indican producciones desde 2.21 a 3.50 $T\cdot ha^{-1}$, además es necesario señalar que los rendimientos de grano por hectárea son muy variables y en ella se tiene que considerar el tipo de suelo, humedad, variedad estudiada, fertilización y labores culturales imprimidas durante el periodo de crecimiento de las plantas. Estos resultados se deben principalmente a las condiciones edáficas y otros medioambientales (Delgado *et al.*, 2009).

Los resultados concuerdan con Benavides y Rodríguez (2007), quienes en su trabajo con líneas de cruza simples de quinua en el municipio de Pasto reportan a las líneas como las más productivos en comparación a sus genitores. Así mismo Cerón (2002), considera que la quinua se clasifica en tres respecto al rendimiento alto, regular y bajo: la mayoría de las líneas evaluadas presentaron altos rendimientos (Hena *et al.*, 2016). De igual manera (Mazón *et al.*, 2013), obtuvieron que algunas líneas con alto rendimiento individual superior al rendimiento promedio de los testigos comerciales.

CONCLUSIONES

La cruza simples por hibridación de Huariponcho y Kcancolla presento un periodo vegetative de 183 días, con una altura de planta 64.23 cm y con un rendimiento de 4.10 $T\cdot ha^{-1}$. Las líneas sobresalientes son L22, L38, L5, L21, L10, L16 y L37 son las variantes que presentaron las características anheladas por agricultores y mejoradores, precoces y de alto rendimiento superando a sus genitores.

LITERATURA CITADA

- Alanoca, C. (2014). Diversidad morfológica, fenológica y calidad de semilla en ecotipos de quinua, conservadas en comunidad Irpani Altiplano sur. Cochabamba, Bolivia.
- Alvarez, M. y Von S. (1990). Genética y Purificación de la Quinua. In Wahli, C. *Quinoa* hacia su cultivo comercial. Quito, EC, LANTINRECO. 33-60 p.
- Benavides, A. y Rodríguez, M. (2007). Evaluación y selección de 16 líneas promisorias de quinua dulce en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 87 p.
- Bonifacio, A.; Gómez, L. y Rojas, W. 2014. Mejoramiento genético de la quinua y el desarrollo de cultivares





- modernas. Capítulo 2.5: ed. Bazile S. et al. Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): pp. 203-226.
- Cerón, E. (2002). La quinua, un cultivo para el desarrollo de la zona andina. Unigraf, Pasto, Colombia.
- Delgado, P.; Adriana, I.; Palacios, C.; y Jaime, H. (2009). Evaluation of 16 genotypes of sweet quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the municipality of Iles. Nariño, Colombia. *Agronomía*.
- Glenn, S.; Jones, C.; Twardowski, M.; Bowers, L. y Kerfoot J. (2008). Glider observations of sediment resuspension in a Mid-Atlantic Bight fall transition storm. *Limnol Oceanogr.* 53 (5.2): 2180–2196.
- Hena, A.; Daniel, H.; Choukr, R.; Rao, N.; Hirich, A.; Shahid, M. y Rahman, K. (2016). Quinoa for Marginal Environments: Toward Future Food and Nutritional Security in MENA and Central Asia Regions. *Plant Sci*, 7(7).
- Inguilán, J. y C. Pantoja. (2007). Evaluación y selección de 16 selecciones promisorias de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el municipio de Córdoba, departamento de Nariño. (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.
- Kole, C. (2007). Genome mapping and molecular breeding in plants: Pulses, sugar and tuber crops. Vol 3. Springer. USA. 306 pp.
- Mazón, N.; Peralta, E.; Monar, C.; Subia, C. y Rivera, M. (2013). INIAP Pata de Venado (Taruka Chaki). 2 ed. Quito, EC. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Plegable N° 261. 6 p.
- Mujica, A.; Suquilanda, M.; Chura, E.; Ruiz, E.; León, A.; Cutipa, S. y Ponce C. (2013). Producción orgánica de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Primera Edición. Universidad Nacional del Altiplano – FINCAGRO. 118 p.
- Peralta, E.; Mazón, N.; Murillo, A.; Villacrés, E.; Rivera, M. y Subia, C. (2012). Catálogo de cultivares mejoradas de granos andinos: chocho, quinua y amaranto, para la Sierra ecuatoriana. Quito, EC. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Publicación Miscelánea 151; 24.
- Ramírez, V.; Guerrero, R. y Piedras, G. (2016). Morphoagronomic response and protein quality of three accessions of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the northern Sabana Of Bogota. *AACT. Y Div. Cient.* 19(2), 325–332.
- Rodríguez, J.; Sahagún, J.; Villaseñor, H.; Molina, J. y Martínez, A. (2002). Estabilidad de siete cultivares comerciales de trigo (*Triticum aestivum* L.) de temporal. *Rev. Fitotec. Mex.*, 25: 143-151.
- Rojas, W. y Padulosi, S. (2013). Descriptores para quinua y sus parientes silvestres. Bioersity International, FAO, La Fundación PROINPA, INIAF y el FIDA.Z. Roma, Italia. 31-39 pp.
- Sañudo, B.; Arteaga, G.; Betancourth, C.; Zambrano, J. y Burbano, E. (2005). Perspectivas de la quinua dulce para la región andina de Nariño. Pasto: Unigraf, 74 p.
- Tapia, M. (2000). Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación: Agronomía de los cultivos andinos. Cultivos Andinos. FAO [CD – ROM] Chile.
- Zurita, A.; Fuentes, F.; Zamora, P.; Jacobsen, S. y Schwember, A. (2014) Breeding quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): potential and perspectives. *Molecular Breeding*, 34(1), p.13-3



