

EVALUACIÓN DE 16 GENOTIPOS DE QUINUA DULCE (*Chenopodium quinoa* Willd) EN EL MUNICIPIO DE ILES, NARIÑO.*

EVALUATION OF 16 GENOTYPES OF SWEET QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) IN THE MUNICIPALITY OF ILES, NARIÑO.

Adriana Ivonn Delgado P.¹ Jaime Palacios Ch.² Carlos Betancourt G.³

RESUMEN

El interés en la quinua se ha incrementado por su reconocimiento al potencial nutritivo y agrícola, convirtiéndose en alternativa de diversificación para la región andina. En la investigación realizada en la vereda San Francisco Municipio de Iles (Nariño), se evaluaron 16 líneas de quinua dulce procedentes de los genotipos SL47, Piartal, Tunkahuan y 4 testigos comerciales (SL47, Piartal, Tunkahuan y Blanca de Jericó) bajo un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones con el objetivo de seleccionar genotipos promisorios de porte bajo, precoces, con tolerancia a mildeo y buenos rendimientos. Se evaluó el ciclo de vida en forma descriptiva; componentes de rendimiento (altura de planta, longitud de panoja, peso de 1000 granos y rendimiento) se analizaron por medio de análisis de varianza, prueba de significancia de Tukey (5%) y grado de asociación con correlaciones de Pearson; además la reacción al mildeo vellosa se analizó con escala de severidad. Los resultados mostraron que las líneas del grupo SL47 fueron precoces (128.75 a 135 días a madurez fisiológica). Comparando las líneas con sus testigos se obtuvo ganancia genética con las selecciones Tunkahuan S20, S39 y S44 en la variable rendimiento (2635,25 – 2699,83 Kg/ha). La correlación mostró asociación significativa entre las variables altura de planta y longitud de panoja (0.739) y rendimiento con peso de granos por panoja (0.647).

* Documento presentado a la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Agrónomo.

¹ Estudiante Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. adrivond@yahoo.es

² Estudiante Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. jaimopalaciosch@yahoo.es

³ Ing. Agrónomo, M. Sc. Profesor asistente, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. cbet70@yahoo.com.

SL47 (T) alcanzó el mayor índice de selección 0.960 siendo superior a las demás líneas. Las variaciones presentadas por las selecciones del grupo Piartal y SL47 se debieron a factores ambientales.

Palabras claves: ganancia genética, índice de selección, componentes de rendimiento, mildew.

ABSTRACT

The interest in the quinoa has been increased by its recognition to the nutritious and agricultural potential, becoming diversification alternative for the Andean region. In the investigation carried out in the sidewalk San Francisco Municipality of Iles (Nariño), where 16 lines of sweet quinoa coming from the genotypes SL47, Piartal, Tunkahuan and four commercial controls (SL47, Piartal, Tunkahuan and Blanca de Jerico) were evaluated under a design of random blocks with four repetitions with the objective of selecting promissory genotypes of low height, precocious, with tolerance to mildew and good yields. The life cycle was evaluated in descriptive form; yield components (plant height, cob longitude, weight of 1000 grains and yield) they were analyzed by means of variance analysis, test of significance of Tukey (5%) and association grade with correlations of Pearson; also the reaction to the hairy mildew was analyzed with scale of severity. The results showed that the lines of the group SL47 were precocious (128.75 to 135 days to physiologic maturity). Comparing the lines with their controls, the genetic gain was obtained with the selections Tunkahuan S20, S39 and S44 in the variable yield (2635,25 - 2699,83 Kg/ha). The correlation showed significant association between the variable plant height and cob longitude (0.739) and yield with grains cop weight (0.647). SL47 (T) reached the biggest selection index 0.960 being superior to the other lines. The variations presented by the selections of the group Piartal and SL47 were due to environmental factors.

Key words: genetic gain, selection index, yield components, mildew.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es una especie originaria de los Andes, domesticada y cultivada por distintas culturas indígenas desde tiempos inmemorables, en la actualidad se presenta como una opción alimentaria importante, especialmente en la nutrición de la población infantil (Sañudo *et al.*, 2005). Según Ayala, Ortega y Moron, 2001 la calidad nutricional del grano de quinua es importante por su contenido y cantidad proteínica, siendo rico en los aminoácidos lisina y azufrados.

La quinua ha desarrollado mecanismos de defensa y evasión morfológica, anatómica, fisiológica, fenológica y bioquímica que le permiten obtener producciones económicamente aceptables en condiciones drásticas (Mujica *et al.*, 1998 citado por Mujica, A., Jacobsen, S. y Izquierdo, J., 2001).

El mildew es la enfermedad más importante de la quinua, existen variedades que sufren infecciones escalonadas o sistémicas, otras evidencian un alto grado de tolerancia o resistencia. La enfermedad se presenta en la mayoría de los lugares donde se cultiva la quinua, por la gran diversidad genética del patógeno y su amplio rango de adaptabilidad. Bajo condiciones de alta presión de enfermedad reduce los rendimientos de 33 a 58% (Danielsen *et al.*, 2000 citado por Ortiz *et al.*, 2001).

La quinua es una alternativa importante de diversificación para las regiones cerealeras. La mayoría de los materiales cultivados son tardíos, de porte alto, muy ramificados y de grano amargo (Delgado y Benavides, 2000). Conjuntamente con los ecotipos de grano amargo, se han desarrollado los de semilla con bajos contenidos de saponina, denominados quinuas dulces y con variabilidad evidenciada en porte, coloración, ramificación y ciclo de vida, sirviendo de base para programas de mejoramiento por selección, en busca de materiales precoces, para buscar mejores condiciones en el establecimiento de monocultivo, con altas densidades de población. (Sañudo *et al.*, 2005).

Como germoplasma de quinua dulce se destacan las variedades Tunkahuan y Piartal originarias del Ecuador, Blanca de Jericó procedente de Boyacá y SL47 cultivar seleccionado por la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño – Pasto. (Sañudo *et al.*, 2005).

Los objetivos del mejoramiento en quinua están centrados, en encontrar materiales con alto rendimiento, libre de saponinas, grano grande, resistencia a plagas y enfermedades, plantas uniformes, erectas y cortas, de panoja única terminal y glomérulos concentrados. (Mujica y Jacobsen, 2000 citado por Bonifacio *et al.*, 2001).

Sañudo y Betancourt, (2005). Determinaron que al encontrar plantas sobresalientes en poblaciones heterogéneas y en un solo ambiente, se selecciona individualmente, para ser evaluadas en distintos ambientes, con la posibilidad de encontrar un individuo superior.

La Facultad de Ciencias Agrícolas ha venido trabajando en el mejoramiento de la quinua dulce, siendo de gran interés encontrar por medio de evaluación distintos genotipos que puedan formar parte de sistemas productivos en la región. Bajo este criterio, el presente trabajo tuvo como objetivo: Evaluar 16 líneas de quinua dulce y 4 testigos comerciales, determinando las características fenológicas, componentes de rendimiento y reacción al mildew veloso (*Peronospora farinosa*).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Vereda San Francisco del municipio de Iles, departamento de Nariño, localizado a una altura de 2985 msnm, una temperatura media anual de 11 °C y una precipitación promedio de 850 mm anuales.

Los genotipos estudiados estuvieron compuestos por 16 selecciones de quinua dulce: Piartal S16, Piartal S36, Piartal S48, Piartal S50, Piartal S51, Piartal S81, Tunkahuan S20, Tunkahuan S39, Tunkahuan S44, y las selecciones SL47 S90, SL47 S95, SL47 S100, SL47

S105, SL47 S112, SL47 S133, SL47 S164 y 4 testigos comerciales (SL47, Piartal, Tunkahuan y Blanca de Jericó) coleccionadas por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

El lote experimental para el ensayo fue de 9.4 m x 67 m para un área total de 629.8 m² dividido en 4 bloques de 9.4 m x 16 m para un área de bloque de 150.4 m², con una distancia entre bloques de 1 m. Cada bloque compuesto por 20 parcelas de 2.4 m x 1.6 m separado a 1m entre calles. La parcela útil ocupó un área de 2.10 m x 0.8 m para un total de 1.68 m². En cada parcela se trazaron cuatro surcos de 2.4 metros separados a 0.40 m; en cada surco se dispuso 7 sitios a una distancia de 0,30 m para colocar el fertilizante 13 – 26-6 en dosis de 100 Kg/ha. Tapando ligeramente y depositando la semilla 0.1 g / sitio, a razón de 8 Kg/ha. En la emergencia se aplicó Previcur (Propamocarb hidrocloreuro) en dosis de 40cc/bomba para el control de Damping off. La primera desyerba se realizó un mes después de la siembra de forma manual y una segunda desyerba y aporque a los dos meses.

Variables evaluadas

Ciclo de vida. Se evaluó en forma descriptiva con las siguientes variables: días a emergencia (desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas emergieron), días a panojamiento (desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas formaron panoja), días a floración (desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas tenían florecidas las panojas), días a grano formado (desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas presentaban granos con cierta resistencia) y días a madurez de cosecha (desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas presentaban el grano harinoso). Según Wahli (1990) los materiales de quinua se pueden clasificar por madurez fisiológica de la siguiente manera: materiales tardíos (>180 días), materiales semitardíos (150 – 180 días), materiales semiprecoces (130 – 150 días) materiales precoces (<130 días).

Componentes de rendimiento. Se evaluaron las variables: altura de plantas, longitud de panoja central, número de ramas secundarias, peso de granos por panoja, peso de 1000 granos y rendimiento de grano seco por hectárea determinado con la siguiente fórmula:

$$Kg / ha = \frac{\text{peso parcela útil} \times 10000 \text{ m}^2}{\text{área parcela útil m}^2}$$

Evaluación de Mildeo Velloso. Se realizó tomando 10 plantas al azar en época de floración de cada tratamiento y se evaluó la severidad del ataque midiendo el porcentaje de tejido afectado de cada planta, teniendo en cuenta la escala propuesta por Inguilan y Pantoja (2007) se clasifica la severidad de la siguiente manera: grado 0 (0%) inmune, grado 1 (1 – 10%) resistente, grado 2 (11- 25%) tolerante, grado 3 (26 – 50%) moderadamente susceptible, grado 4 (51 – 70%) susceptible y grado 5 (71 – 100%) altamente susceptible.

Diseño estadístico. Se trabajó bajo un diseño estadístico de bloques al azar con 16 selecciones y 4 testigos comerciales con cuatro repeticiones. Los datos para los componentes de rendimiento se interpretaron estadísticamente por medio de análisis de varianza y la prueba de significancia de Tukey al 5%. Además se realizó un análisis de correlación de Pearson para los componentes de rendimiento: altura de plantas, longitud de panoja, peso de granos por panoja, peso de mil granos y rendimiento.

Selección de genotipos promisorios. Se realizó mediante la ecuación índice de selección (I.S.) usando las variables altura de plantas, precocidad, rendimiento y reacción a mildeo.

$$I.S = \text{rendimiento} (0.45) - \text{altura} (0.20) - \text{precocidad} (0.20) - \text{reacción a mildeo} (0.15)$$

Donde: I.S. = índice de selección, rendimiento: expresado en Kg/ha., altura: expresada en centímetros (cm), precocidad: expresada en días a madurez fisiológica, reacción a mildeo: expresado en porcentaje (%). Las variables altura, precocidad y reacción a mildeo se

expresan en forma negativa, puesto que se buscan aquellos genotipos de menor altura, más precoces y más tolerantes. Los promedios de significancia de Tukey fueron normalizados utilizando la fórmula:

$$\text{Dato normalizado} = \frac{\bar{x} - \bar{x}_{\text{general}}}{\delta}$$

Donde: \bar{X} = Promedio de los datos obtenidos en una línea para una variable, \bar{X} general = Promedio de los promedios en una variable, δ = Desviación de los promedios de cada línea en una variable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características fenológicas. Los resultados de las 16 líneas de quinua dulce y los 4 testigos comerciales oscilaron entre 128,75 – 187,75 días (Tabla 1). Con base en el criterio de Wahli para la clasificación por madurez fisiológica, la línea SL47 S133 con 128.75 días se clasifica como material precoz, Piartal S36 y las selecciones procedentes del material SL47 como materiales semiprecoces con resultados entre 130 – 133 días, las selecciones del grupo Tunkahuan y las selecciones del grupo Piartal como materiales semitardíos y como material tardío Blanca de Jericó (T).

Delgado y Benavides (2000) en la evaluación de diez selecciones de la variedad Piartal clasificaron siete selecciones como semitardías (150 - 180 días) y tres tardías con promedios mayores a 180 días. Chaves y Pérez (1996) clasificaron como material semitardío a la variedad Tunkahuan con 171.25 días a madurez de cosecha. Inguilán y Pantoja (2007) quienes evaluaron los mismos materiales en el municipio de Córdoba a 2800 msnm con una temperatura de 12 °C reportan un ciclo de vida entre 116 – 185 días similares a los encontrados en este estudio.

Componentes de rendimiento. El análisis de varianza (Tabla 2) mostró diferencias significativas para los componentes de rendimiento: altura de plantas, longitud de panoja, peso de granos por panoja, peso de mil granos y rendimiento. La variable número de ramas secundarias no mostró diferencias significativas.

TABLA 1. Ciclo de vida para 16 genotipos y 4 testigos comerciales de quinua dulce.

GENOTIPOS	Días a Emergencia	Días a panojamiento	Días a floración	Días a grano formado	Días a madurez de Cosecha
Piartal S16	8,00	72,00	84,00	140,00	165,75
Piartal S36	5,00	60,00	72,00	112,50	133,00
Piartal S48	8,50	64,00	78,00	136,00	155,25
Piartal S50	6,75	64,50	78,00	136,00	150,25
Piartal S51	6,25	63,50	78,00	130,25	150,50
Piartal S81	8,00	70,00	82,00	130,25	170,00
Tunkahuan S20	6,75	64,25	78,00	130,00	150,25
Tunkahuan S39	6,75	70,00	84,00	142,25	160,50
Tunkahuan S44	8,00	67,50	83,00	142,50	166,00
SL47 S90	5,00	58,00	71,50	108,25	130,50
SL47 S95	5,00	55,50	70,00	108,00	130,00
SL47 S100	5,00	58,00	70,75	108,00	130,25
SL47 S105	5,00	56,25	70,25	107,25	130,00
SL47 S112	5,00	54,75	71,50	107,50	135,00
SL47 S133	5,00	54,00	68,00	104,75	128,75
SL47 S164	5,00	55,50	70,25	108,25	132,75
SL47 (T)	5,00	55,75	68,50	108,00	130,00
Piartal (T)	7,75	64,00	75,00	137,00	166,00
Blanca de Jericó (T)	8,50	77,50	93,25	154,25	187,75
Tunkahuan (T)	7,75	72,00	83,50	150,25	176,25

Fuente: Esta investigación.

Altura de plantas. Los resultados oscilaron entre 176,65 y 111,23 cm. La prueba de Tukey (Tabla 4) mostró diferencias significativas para esta variable. Los mayores valores los presentaron Blanca de Jericó (T), Piartal S81, Piartal (T), Piartal S16, Tunkahuan S20, (176,650 - 160,300 cm); superando estadísticamente a las selecciones del grupo SL 47 como SL47 S105, SL 47 S133, SL47S 100, SL47 S95, SL47 S112, SL47 S164, SL47 S90,

SL47 (T) y Piartal S36 con promedios que oscilaron entre 118,85 y 111, 23 cm de altura. Teniendo en cuenta el criterio de Sañudo, *et al* (2005), se clasifica como porte alto (> 2 m.), porte medio (1.50 – 2.0 m.) y porte bajo (< 1.50 m). Según lo anterior las selecciones Blanca de Jericó (T), Piartal S81, Piartal (T), Piartal S16, Tunkahuan S20, Piartal S51 y Tunkahuan (T) con promedios entre 176.65 a 152.85cm, se consideran de porte medio, correspondiendo a un 35 % de los materiales evaluados; las selecciones Piartal S50, Tunkahuan S39, Piartal S48, Tunkahuan S44, Piartal S36, SL47 S105, SL47 S133, SL47 S100, SL47 S95, SL47 S112, SL47 S164, SL47 S90 y SL47 (T) con promedios entre 144.90 a 111.23cm, se clasifican como de porte bajo con un 65% de los materiales evaluados.

Inguilan y Pantoja (2007) al evaluar los mismos materiales en Córdoba a una altura de 2800 m. s. n .m. y T° promedio de 12 °C registraron alturas de plantas entre 170,85 y 107,17 cm siendo similares a los encontrados. Las selecciones del grupo Piartal y su testigo mostraron resultados similares a los reportados por Delgado y Benavides (2000) con alturas entre 171 – 84 cm. El testigo Blanca de Jericó presentó la mayor altura con 176,650 cm, siendo corroborado por Sañudo *et al.*, (2005) que reporta este material como de porte alto. En el grupo SL 47, las selecciones y su material original no presentan diferencias significativas entre si, por lo que no se reconoce ganancia genética para este componente de rendimiento según los propósitos de esta investigación.

Longitud de panoja. Las selecciones tuvieron resultados entre 23,40 y 37,25 cm. La prueba de Tukey (Tabla 4) mostró diferencias significativas para esta variable. Blanca de Jericó (T), Piartal S51, Tunkahuan (T), Piartal (T), Tunkahuan S20, Tunkahuan S44, Piartal S48, Piartal S81 y Tunkahuan S39 tuvieron una mayor longitud de panoja, sin diferencias significativas entre ellas. Sin embargo, este grupo superó a SL 47 S105 que presentó la menor longitud. Las selecciones del grupo Piartal, Tunkahuan y SL 47 respecto a sus testigos no muestran diferencia estadística, por tanto se determina que la selección para esta característica no fue exitosa para todos los grupos.

TABLA 2. Análisis de varianza para componentes de rendimiento de 16 genotipos y 4 testigos de quinua dulce.

Fuentes de Variación	GL	Cuadrados medios					
		Altura de plantas (cm)	Longitud de panoja (cm)	No. de ramas secundarias	Peso de granos por panoja (g)	Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento (Kg/ha)
Genotipos	19	1874,85*	72,81*	21,54NS	11,41*	0,32*	312751,98*
Error	57	46,76	7,18	12,41	1,45	0,03	36518,90
C.V		4,99	9,13	10,96	6,54	6,83	8,16
R²		0,93	0,78	0,40	0,73	0,59	0,74

GL: Grados de libertad. C.V: Coeficiente de variación. R²: Coeficiente de determinación

*: Diferencia significativa (5%) NS: no significativo.

Fuente: esta investigación

La correlación de Pearson (Tabla 5) muestra que la longitud de panoja con relación a la altura de planta es positiva (0.739) indicando que el aumento en altura de planta contribuye al aumento de longitud de panoja, siendo Blanca de Jericó (T) la más alta con 176, 650 cm y con una longitud de panoja de 37, 25 cm, Tunkahuan S20 con una altura de 160, 3 cm y una longitud de panoja de 33 cm entre otros resultados que lo corroboran. Delgado y Benavides (2000) reportan longitudes de panoja entre 22 y 40 cm y relacionan este componente con la altura de las plantas, a mayor altura de planta, mayor longitud de panoja.

Peso de granos por panoja. Se obtuvo resultados entre 15,18 y 21,48 g/ panoja. La prueba de Tukey (Tabla 4) mostró diferencias significativas para esta variable. Se encontró un grupo con mayor peso de granos / panoja formado por los materiales Tunkahuan S44, Tunkahuan S20, Tunkahuan S39, SL47 (T), SL47 S100, Piartal S50, SL47 S133, SL47 S90, Piartal S16 y SL47 S105 y sin diferencias estadísticas entre ellos. Además, fueron

superiores a los genotipos Blanca de Jericó (T) y Piartal S36. Las selecciones Tunkahuan S44 y Tunkahuan S20 superaron estadísticamente al testigo encontrando ganancia genética para esta característica a diferencia de los otros grupos. Los datos anteriores concuerdan con los obtenidos por Chávez y Pérez (1996) de 17.8 - 19.05 g en la variedad Tunkahuan.

Peso de 1000 granos. Los resultados obtenidos oscilan entre 3,45 - 2,52 g. La prueba de Tukey (Tabla 4) mostró diferencias significativas para esta variable. De acuerdo a la escala propuesta por Wahli (1990) los materiales evaluados se clasifican así: grano grande (>3 g) Piartal (T), Piartal S51, SL47 S95, Piartal S50, SL47 S105, Piartal S16, Piartal S81, SL47 S90, SL47 (T), Tunkahuan S39 y Blanca de Jericó (T) con pesos entre 3.45 a 3.01g que corresponden a un 55% de los materiales evaluados; grano mediano (2,5 – 3 g) Piartal S36, Tunkahuan S20, Tunkahuan S44, SL47 S100, Piartal S48, SL47 S133, SL47 S112, SL47 S164 y Tunkahuan (T) con 2.99 – 2.52g que corresponden al 45 % de los materiales. La selección Piartal (T) y Piartal S51 con 3,45 y 3,37 g fueron diferentes estadísticamente de SL 47 S164 y Tunkahuan (T) con promedios de 2,64 y 2,52 g. respectivamente. Al comparar las selecciones de los grupos Tunkahuan, Piartal y SL 47 con sus testigos no se encontraron diferencias significativas por tanto no hubo ganancia genética en esta variable. Resultados similares fueron obtenidos por Inguilan y Pantoja (2007) con valores de 3,87 – 2,97 g. y Benavides y Rodríguez (2007) con valores que oscilaron entre 3,67 – 3,20 g. quienes evaluaron estos mismos materiales en Córdoba y Pasto a una altura de 2800 m. s. n. m. y 2710 m. s. n. m. respectivamente.

Rendimiento de grano seco por hectárea. Esta variable presentó promedios entre 1705.2 y 2699.83 Kg/ha. La prueba de Tukey (Tabla 4) mostró diferencias significativas para esta variable encontrando mayores promedios en las selecciones del grupo Tunkahuan S20 y S39 (2699,83 – 2678,059 Kg/ha) diferentes estadísticamente con los genotipos SL47 S164, Tunkahuan (T), Blanca de Jericó (T), SL47 S112 y Piartal S36 (2157,68 – 1705,2 Kg/ha.). Las selecciones del grupo Tunkahuan S20, S39 y S44 son diferentes estadísticamente respecto a su material original encontrándose ganancia genética para este grupo. Alpala (1997) encontró un rendimiento de 2175Kg/ha. para Tunkahuan, resultado similar al

obtenido en este estudio para el testigo Tunkahuan con 2090.83 Kg/ha. Las selecciones del grupo Piartal y SL 47 fueron estadísticamente iguales a sus materiales originales, por tanto no hubo ganancia genética en esta variable. Delgado y Benavides (2000) en la evaluación de Piartal obtuvo producciones entre 1376 y 2456 Kg/ha similares al estudio realizado. Cerón (2002) considera como bajos rendimientos (<1 ton/ ha.); los regulares (1 – 1.5 ton/ha), medio buenos (1.5 – 2 ton/ ha.), buenos (2 – 3 ton/ha.) y excelentes (>3 ton /ha). De acuerdo a la anterior escala el 15 % de los materiales estudiados presentan rendimientos medio buenos correspondientes a las selecciones Blanca de Jericó (T), SL47 S112 y Piartal S36 con promedios entre 1901.75 – 1705.2 Kg/ha; las demás selecciones del grupo Tunkahuan, Piartal, SL 47 y sus testigos corresponden a un 85 % con valores entre 2699.83 – 2090.83 Kg/ha presentando rendimientos buenos. La correlación de Pearson mostró una relación significativa entre rendimiento y el peso de granos por panoja (Tabla 5) con un coeficiente de 0.647, un incremento en el peso de granos por panoja se reflejará en una mayor producción lo cual se corrobora con los resultados obtenidos de las selecciones del grupo Tunkahuan con promedios de rendimiento entre 2699,83 – 2635,25 Kg/ha. y con peso de granos/panoja entre 21,48 – 20,4 g. destacándose entre los demás materiales.

En las selecciones individuales que se realizaron en SL47, no se observan diferencias estadísticas positivas en cuanto a capacidad productiva, debido a que la variación mostrada en las selecciones se debió a la influencia de las condiciones ambientales y no por factores genéticos. Según Bonifacio *et al.*, (2001), el rendimiento es el resultado de los componentes de tipo genético, ambiental y la interacción genético-ambiental, donde la parte genética, que es heredable, es la más importante desde el punto de vista del mejoramiento.

Evaluación de mildew veloso. Los porcentajes de severidad oscilan entre 12.88 y 45 %. (Tabla 3). Según la escala de calificación propuesta por Inguilan y Pantoja, 2007 el 55 % de los materiales evaluados se clasifican como selecciones tolerantes Grado 2 (11 – 25 %) correspondientes a las líneas SL 47 S112, SL 47 S133, SL 47 S105, SL 47 S100, SL 47 S90, SL 47 S164, SL47 (T), SL 47 S95, Piartal S36, Tunkahuan S39 y Tunkahuan S20 con porcentajes de ataque entre 22.44 y 12.88 %; y el 45 % de los materiales se clasificaron

como moderadamente susceptibles Grado 3 (26 – 50 %) correspondiendo a las líneas Tunkahuan S44, Piartal S48, Piartal S16, Piartal S50, Tunkahuan (T), Piartal S81, Piartal (T), Piartal S51 y Blanca de Jericó (T) con porcentajes entre 26,3 y 45 %. La tolerancia al ataque de mildew veloso del grupo SL47 es una característica agronómica importante, ya que en épocas prolongadas de lluvia este patógeno puede llegar a elevar los costos de producción y a bajar el rendimiento. Resultados similares fueron reportados por Benavides y Rodríguez (2007) con clasificaciones tolerantes y moderadamente susceptibles para los materiales evaluados con valores que oscilan entre 12,52 – 37,56 %.

TABLA 3. Reacción a mildew veloso (*Peronospora farinosa*) de 16 selecciones y 4 testigos de quinua dulce.

GENOTIPOS	% SEVERIDAD
Blanca de Jericó (T)	45
Piartal S51	41,12
Piartal (T)	39
Piartal S81	35,32
Tunkahuan (T)	33,29
Piartal S50	29,28
Piartal S16	28,2
Piartal S48	27,66
Tunkahuan S44	26,3
Tunkahuan S20	22,44
Tunkahuan S39	17,41
Piartal S36	17,2
SL47 S95	17,16
SL47 (T)	17,12
SL47 S164	16,03
SL47 S90	14,67
SL47 S100	13,79
SL47 S105	13,25
SL47 S133	13,15
SL47 S112	12,88

Fuente: Esta investigación.

Selección de genotipos. El índice de selección (IS) calculado (Figura 1) muestra valores comprendidos entre 0,960 para SL 47 (T) y - 1, 793 para Blanca de Jericó (T). Las selecciones SL 47 (T), SL 47 S90, SL 47 S95, SL 47 S105, SL 47 S133 y SL 47 S100 presentaron un alto I.S. estos resultados son similares a los obtenidos por Inguilán y Pantoja (2007) en el municipio de Córdoba con valores que oscilan entre 0,809 y -2,038; además Benavides y Rodríguez (2007) en el municipio de Pasto reportan un I.S entre -1,418 y 0,988 demostrando una amplia adaptabilidad a diferentes ambientes.

No se detectó ganancia genética significativa en las selecciones realizadas a partir del material original SL47 y Piartal lo que indica que la selección es nula porque estuvo influenciada por factores ambientales y no por factores genéticos catalogándolas como líneas puras. Según Johanssen (1903) en su teoría de la línea pura establece que la variabilidad que aparece en cada línea no tiene una causa genética, sino que se debe a la distinta influencia que ejerce el ambiente sobre cada línea; la variabilidad fenotípica expresada en la mayor parte de los caracteres cuantitativos tiene un componente ambiental relativamente grande en comparación con el componente genético correspondiente.

CONCLUSIONES

El material más sobresaliente en cuanto a rendimiento, precocidad, altura de planta y tolerancia al mildeo es SL47 (T) por presentar el mayor índice de selección (0.960).

Se comprobó que los materiales Piartal y SL 47 son líneas puras debido a que las selecciones realizadas de ellos tuvieron el mismo comportamiento que sus testigos en las variables evaluadas.

Se encontró que las selecciones Tunkahuan S20, S39 y S44 sobresalieron en las diferentes formas de evaluación con respecto al material original, lo que amerita seguir realizando investigaciones para estas selecciones.

TABLA 4. Componentes de rendimiento para 16 genotipos y 4 testigos comerciales de quinua dulce

Genotipos	Altura (cm)	Longitud panoja(cm)	Peso granos/ panoja (g)	Peso mil granos (g)	Rendimiento (Kg/ha)
Blanca de Jericó (T)	176,65 a	37,25 a	15,40 f	3,01 abcd	1901,75 de
Piartal S81	164,00 ab	31,80 abcde	17,75 bcdef	3,07 abc	2262,93 abcd
Piartal (T)	160,98 abc	33,50 abc	17,70 bcdef	3,45 a	2360,83 abcd
Piartal S16	160,65 abc	29,23 bcdefg	18,70 abcde	3,08 abc	2563,08 abc
Tunkahuan S20	160,30 abc	33,00 abc	20,78 ab	2,92 abcd	2699,83 a
Piartal S51	155,48 bcd	35,33 ab	18,08 bcdef	3,37 ab	2324,23 abcd
Tunkahuan (T)	152,85 bcd	34,10 ab	17,40 cdef	2,52 d	2090,83 cde
Piartal S50	144,90 cd	29,80 bcdefg	19,48 abcde	3,12 abc	2432,88 abc
Tunkahuan S39	142,18 d	30,83 abcdef	20,40 abc	3,01 abcd	2678,05 a
Piartal S48	142,08 de	32,23 abcd	17,53 cdef	2,87 bcd	2246,20 abcd
Tunkahuan S44	138,98 de	32,83 abc	21,48 a	2,88 bcd	2635,25 ab
Piartal S36	124,20 ef	26,50 cdefg	15,18 f	2,99 abcd	1705,20 e
SL 47 S105	118,85 f	23,40 g	18,58 abcde	3,12 abc	2436,68 abc
SL 47 S133	117,40 f	25,33 defg	19,45 abcde	2,87 bcd	2408,13 abc
SL 47 S100	114,98 f	25,10 efg	19,73 abcde	2,87 bcd	2335,18 abcd
SL 47 S95	113,78 f	25,03 efg	17,98 bcdef	3,14 abc	2527,20 abc
SL 47 S112	113,78 f	27,05 cdefg	16,58 ef	2,85 bcd	1875,18 de
SL 47 S164	113,50 f	24,73 fg	17,10 def	2,64 cd	2157,68 bcde
SL 47 S90	113,43 f	24,05 fg	19,43 abcde	3,07 abc	2578,85 abc
SL 47 (T)	111,23 f	25,53 defg	20,00 abcde	3,06 abc	2601,40 ab
DMS	17,98	7,044	3,17	0,54	502,49

Valores con diferente letra son significativos (Tukey 5%)

Fuente: Esta investigación.

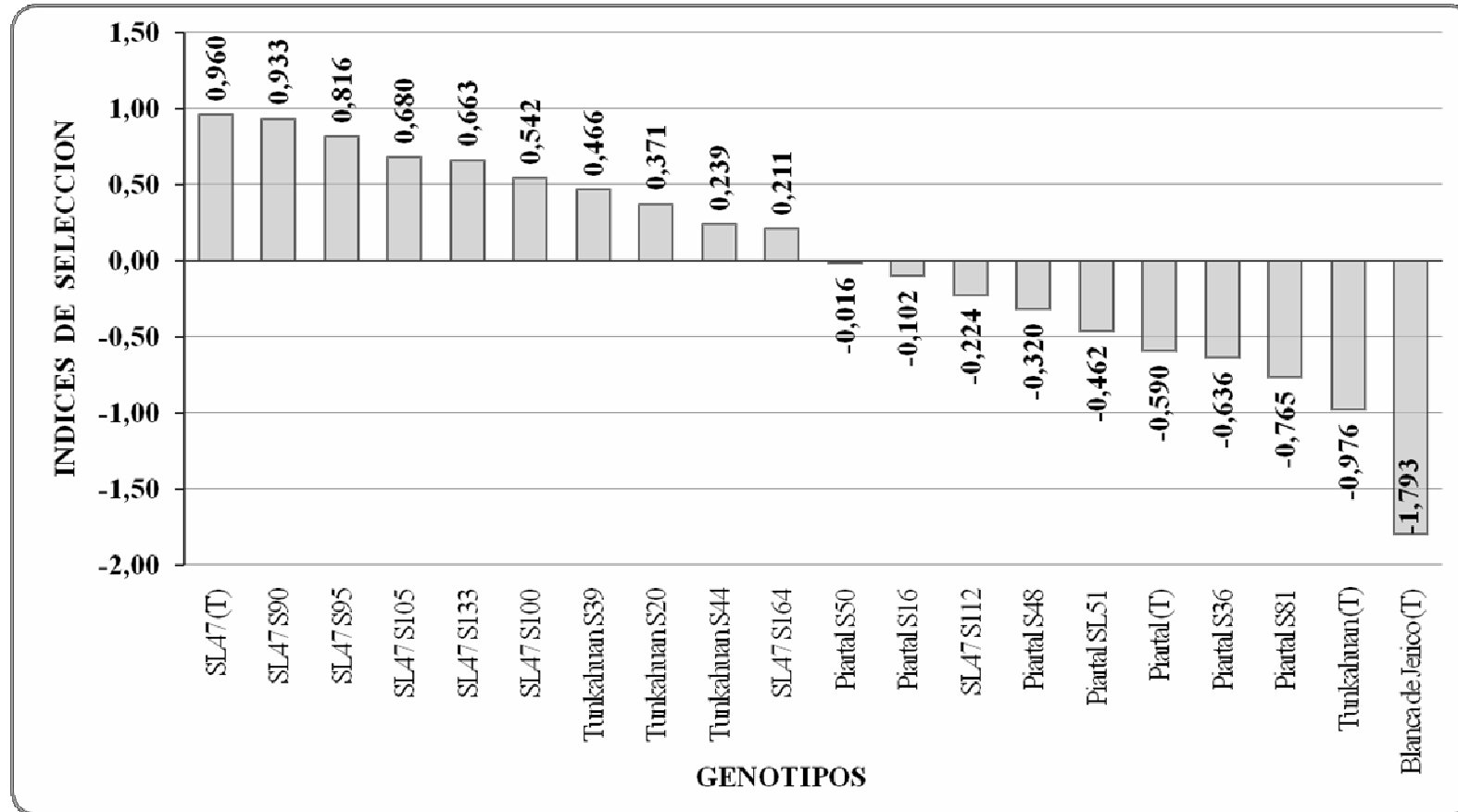
TABLA 5. Correlación de Pearson entre componentes de rendimiento.

	Altura de plantas	Longitud de panoja	Peso de granos por panoja	peso de mil granos	Rendimiento
Altura de plantas	1	0,739** <0,0001	-0,102 ns 0,366	0,189 ns 0,092	0,004 ns 0,974
Longitud de panoja		1	-0,079 ns 0,489	0,022 ns 0,846	-0,089 ns 0,435
Peso de granos por panoja			1	0,071 ns 0,534	0,647 ** <0,0001
peso de mil granos				1	0,230 ns 0,040
Rendimiento					1

ns = no significativo ** = significativo

Fuente: Esta investigación.

FIGURA 1. Selección de genotipos por la ecuación índice de selección.



Fuente: Esta investigación.

BIBLIOGRAFIA

Alpala, F. 1997. Comportamiento de doce variedades de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd) en dos municipios del departamento de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto. 81p.

Ayala, G.; L. Ortega y C. Moron. 2001. Valor nutritivo y usos de la quinua. En: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro, <http://www.rcl.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro3/home03.htm>. Consulta: julio 2007.

Benavides, A. y M. Rodríguez. 2007. Evaluación y selección de 16 selecciones promisorias de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd) en el municipio de Pasto, departamento de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto. 68 p.

Bonifacio, A.; A. Mujica; A. Álvarez y W. Roca. 2001. Mejoramiento genético, germoplasma y producción de semilla. En: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro, <http://www.rcl.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro3/home03.htm>. Consulta: septiembre 2007.

Cerón, E. 2002. La quinua un cultivo para el desarrollo de la zona andina: Manejo técnico del cultivo de quinua dulce. Pasto: Unigraf., p. 48.

Chávez, J. y L. Pérez. 1996. Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro materiales genéticos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en tres zonas agroecológicas de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto. 91p.

Delgado, M. y C. Benavides. 2000. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de

quinua en los municipios de Pasto y Córdoba, departamento de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto.87p.

Inguilan, J. y C. Pantoja. 2007. Evaluación y selección de 16 selecciones promisorias de quinua dulce (*Chenopodium quinua* Willd) en el municipio de Córdoba, departamento de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto. 72 p.

Johannsen, W. L. 1903. Teoría de las líneas puras. En: Genética Cuantitativa, <http://www.unavarra.es/> 1p.; consulta: julio 2008.

Mujica, A.; S. Jacobsen, y J. Izquierdo. 2001. Resistencia a factores adversos de la quinua. En: Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) Ancestral andino, alimento del presente y futuro, <http://www.rcl.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro3/home03.htm>. Consulta: julio 2007.

Ortiz, R.; S. Danielsen; T. Ames y A. Castro. 2001. Plagas y enfermedades. En: Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro, <http://www.rcl.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro3/home03.htm>. Consulta: julio 2007.

Sañudo, B y C. Betancourth. 2005. Fundamentos de Fitomejoramiento. Editorial Universitaria, Pasto. 150 p.

Sañudo, B.; G. Arteaga; C. Betancourth; J. Zambrano y J. Burbano. 2005. Perspectivas de la quinua dulce para la región andina de Nariño. Unigraf, Pasto.74 p.

Wahli, C. 1990. Quinua hacia su cultivo comercial. Latinreco, Quito, 206 p.