

EVALUACION DE DOCE LINEAS DE QUINUA DE GRANO DULCE
(*Chenopodium quinoa Willd*), EN CUATRO MUNICIPIOS TRIGUEROS
DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

DIEGO MARINO NOGUERA
JOSE FELIX ROSERO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
SAN JUAN DE PASTO
2008

EVALUACION DE DOCE LINEAS DE QUINUA DE GRANO DULCE
(*Chenopodium quinoa Willd*), EN CUATRO MUNICIPIOS TRIGUEROS
DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

DIEGO MARINO NOGUERA
JOSE FELIX ROSERO

Trabajo de Tesis Presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agrónomo

PRESIDENTE DE TESIS
GERMAN ARTEAGA MENESE I.A, M.Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
SAN JUAN DE PASTO

2008

“Las ideas y conclusiones aportadas en las tesis de grado, son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1 del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanada del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación

Oscar Checa Coral I.A. Ph.D.
Presidente de jurado

Hernando Criollo Escobar I.A.M Sc
Jurado

Tulio Cesar Lagos I.A.Ph.D.
Jurado

San Juan de Pasto, Enero del 2008

DEDICO A:

Dios, a mis padres Marino Noguera y Olga Ordoñez, por su sacrificio, amor y dedicación; a mis hermanos Mauricio y Carolina, a mi esposa Lida Sofía, a mis hijos Geraldine, Juan Diego y Leidy Manuela, alicientes para seguir adelante, y a todas las personas que me han acompañado en este camino.

DIEGO MARINO NOGUERA ORDOÑEZ

DEDICO A:

Dios, a mis padres Orlando Rosero y Cruz Tapia, por su amor y apoyo incondicional; a mis hermanos Jairo, Harvey y Alexander por su constante compañía; a mi esposa FlorElsy y mis hijos Camilo Andrés y Miguel Ángel quienes han sido aliciente diario para lograr hacer realidad cada paso de mi vida, y a todas las personas que me han acompañado en este camino.

JOSE FELIX ROSERO TAPIA.

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a:

Carlos Betancourth García. Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Director Programa de Ingeniería Agronómica. Universidad de Nariño.

Benjamín Sañudo Sótelo. Ingeniero Agrónomo. Docente jubilado. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Germán Arteaga Meneses. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Programa de Ingeniería Agronómica. Universidad de Nariño.

Hernando Criollo Escobar. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Programa de Ingeniería Agronómica. Universidad de Nariño.

Oscar Checa Coral. Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Programa de Ingeniería Agronómica. Universidad de Nariño.

Tulio Cesar Lagos. Ingeniero Agrónomo. Ph.D. Programa de Ingeniería Agronómica. Universidad de Nariño

Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pag
INTRODUCCION	
1. MARCO TEORI CO	20
1.1 CONDICIONES ECOLOGICAS	20
1.1.1 Altitud	20
1.1.2 Temperatura	20
1.1.3 Precipitación pluvial	21
1.1.4 Suelos	22
1.2 CARATERISTICAS VARIETALES	23
1.2.1 Características morfológicas	23
1.2.2 Tamaño del grano	25
1.2.3 Contenido de Saponina	25
1.3 VARIEDADES	26
1.4 CULTIVO	33
2. DISEÑO METODOLOGICO	34
2.1 LOCALIZACION	34
2.2 GENOTIPOS DE EVALACION	34
2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	34
2.4 AREA EXPERIMENTAL EN CADA LOCALIDAD	34
2.5 DENSIDAD DE SIEMBRA	35
2.6 LABORES DE CULTIVO	35
2.7 VARIABLES EVALUADAS	35
2.7.1 Componentes de Rendimiento	35
2.7.1.1 Altura de planta	35
2.7.1.2 Longitud de panoja central	35
2.7.1.3 Número de panojas secundarias por planta	35
2.7.1.4 Peso de grano por panoja	36
2.7.1.5 Peso de 1000 granos	36
2.7.1.6 Rendimiento Kg./Ha.	36
2.8 ANALISIS ESTADISTICO	36

Pág.	
	3 RESULTADOS Y DISCUSION 38
	3.1 COMPONENTES DE RENDIMIENTO 38
	3.1.1 Altura de planta 38
	3.1.2 Numero de panojas secundarias 42
	3.1.3Peso de granos por panoja 46
	3.1.4 Longitud de panoja 51
	3.1.5 Peso de 1000 granos 55
	3.1.6 Rendimiento 55
	3.1.7 Análisis de Adaptabilidad y estabilidad 61
	4. CONCLUSIONES 67
	5. RECOMENDACIONES 68
	BIBLIOGRAFIA 69
	ANEXOS 73

LISTA DE CUADROS

Pag

Cuadro 1. Escala de calificación para el peso de 1000 granos.

36

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Comparación de promedios para la variable altura de planta (cm) en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño. Prueba de Tukey.	39
Tabla 2. Comparación de promedios de Tukey para la variable altura de planta en evaluación de 12 genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño.	41
Tabla 3. Comparación de promedios para la variable número de panojas secundarias en evaluación de 12 genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño. Prueba de Tukey.	43
Tabla 4. Comparación de promedios de Tukey para la variable número de panojas secundarias en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño.	45
Tabla 5. Comparación de promedios para la variable peso de grano por panoja (gr) en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño. Prueba de Tukey.	48
Tabla 6. Comparación de promedios de Tukey para la variable peso de granos por panoja (gr) en evaluación de 12 genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño.	50

	Pág.
Tabla 7. Comparación de promedios para la variable longitud de panoja (cm) en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño. Prueba de Tukey.	52
Tabla 8. Comparación de promedios para la variable longitud de panoja (cm) en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño. Prueba de Tukey.	54
Tabla 9. Comparación de promedios de Tukey para la variable rendimiento en Kg./Ha. en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño.	56
Tabla 10. Comparación de promedios por localidad para rendimiento en Kg/ha, en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño.	58
Tabla 11. Comparación de promedios en cada una de las localidades para la variable rendimiento (Kg/ha.), en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño.	60
Tabla 12. Parámetros de estabilidad en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño.	62
Tabla 13. Prueba de hipótesis para coeficiente de regresión (bi), Prueba de T Ho: bi=1.	63
Tabla 14. Prueba de las desviaciones de la regresión donde: $S_{2di}=0$	64
Tabla 15. Rendimiento de acuerdo al índice ambiental de las localidades en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño.	65

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Comportamiento de los doce genotipos de quinua dulce en los cuatro ambientes de evaluación.	66

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis de varianza combinado para la variable altura de planta (cm) en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño	74
Anexo B. Análisis de varianza combinado para la variable numero de Panojas secundarias en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño	75
Anexo C. Análisis de varianza combinado para la variable peso de Granos por panoja en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño	76
Anexo D. Análisis de varianza combinado para la variable longitud Panoja (cm) en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño	77
Anexo E. Análisis de varianza combinado para la variable peso de 1000 granos, en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño	78
Anexo F. Análisis de varianza combinado para la variable rendimiento (kg/ha) en evaluación de doce genotipos de quinua de grano dulce (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño	79

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el semestre A de 1999, con el objetivo de evaluar los principales componentes de rendimiento y determinar la adaptabilidad y estabilidad de doce genotipos de quinua de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*), bajo las condiciones de los municipios de Pasto (vereda Mapachico) ubicada a una altura de 2710 msnm., y temperatura promedio de 12 °C; Yacuanquer (vereda San José), con una altura de 2700 m.s.n.m y una temperatura de 12.5°C; Tangua (vereda el Cebadal) a una altura de 2630 m.s.n.m., y temperatura de 13°C e Imúes (vereda Santa Ana), ubicada a 2150 msnm y una temperatura de 14.5°C.

Se trabajó con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y doce tratamientos que corresponden a los genotipos ST49, ST53, ST23, ST26, ST50, P5, ST52, ST15, ST45, ST35, ST6 y SL47 genotipo empleado como testigo regional. Las variables evaluadas fueron altura de planta, longitud de panoja, número de panojas secundarias, peso de grano por panoja, peso de 1000 granos y rendimiento, las cuales se interpretaron por medio de un análisis de varianza combinado y pruebas de significancia de Tukey. Igualmente se realizó un análisis de estabilidad y adaptabilidad de las líneas a cambios ambientales mediante la metodología de Eberhart y Russel (1966).

En cuanto a la variable altura de planta, todos los genotipos presentaron porte bajo con promedios inferiores a 75.96 cm. Las mayores alturas se presentaron en la localidad de Mapachico con un promedio de 91.32 cm y el promedio más bajo lo obtuvo la localidad de Tangua con 60.4 cm.

En relación al número de panojas secundarias, los promedios oscilaron entre 24.39 y 27.99 panojas, sobresaliendo la localidad de Mapachico con 29.56 panojas. En cuanto a peso de granos por panoja el promedio estuvo comprendido entre 9.35 y 14.82 gramos, siendo a localidad de Mapachico la que obtuvo el mayor peso de granos por panoja, con 18.95 gramos, y la localidad de Tangua la que presentó el promedio más bajo con 7.06 gramos.

Con respecto a la variable peso de 1000 gramos el análisis de varianza para el efecto interacción genotipo ambiente no presentó diferencias estadísticas significativas.

Para la variable longitud de panoja el promedio estuvo comprendido entre 20.8 y 24.56 cm. sin presentar diferencias significativas entre los genotipos evaluados.

En cuanto a rendimiento este oscilo entre 1138 y 912.64 kg./ha; siendo el genotipo ST53 uno de los más productivos y el genotipo ST6 el que obtuvo la más bajo producción con 912.64 kg/ha. La localidad que sobresalió por presentar los mayores rendimientos fue Mapachico con una producción en promedio de 2291.13 kg/ha, y la localidad que presentó el promedio más bajo fue Tangua con 316.48 kg/ha.

El análisis de adaptabilidad y estabilidad, determinó que los genotipos ST35, ST49, P5, ST52, ST26 y ST45, presentaron un comportamiento estable en los cuatro ambientes, sin embargo el genotipo ST53 fue uno de los más productivos y de mejor comportamiento en los ambientes de Mapachico e Imúes con 2836.7 kg./ha. y 1138.25 kg./ha., respectivamente.

ABSTRACT

The present work carried out during the semester A, 1999, and its main objective was to evaluate the main components of yield and to determine the adaptability and stability of 12 sweet grain quinoa genotypes (*Chenopodium quinoa Willd*), under the conditions of the municipalities of Pasto (Mapachico rural settlement) located at 2710 m.a.s.l, and with an average temperature of 12 °C; Yacuanquer (San José rural settlement) with an altitude of 2700 m.a.s.l. and temperature of 12.5 °C; Tangua (Cebadal rural settlement), at an altitude of 2630 m.a.s.l and temperature of 13 °C; and Imués (Santa Ana rural settlement) located at 2150 m.a.s.l. and temperature of 14.5 °C.

A design with blocks at random with four repetitions and 12 treatments corresponding to ST49, ST53, ST23, ST26, ST50, P5, ST52, ST15, ST45, ST35, ST6 genotypes, and SL47 genotype used as regional witness was implemented. The evaluated variables were the plant height, corn cob length, number of secondary corn cobs, grain weight per corn cob, 1000 –grain weight and yield, which were interpreted through the analysis of combined variance , and Tukey's significance trial. Equally, an analysis on stability and adaptability of the lines to environmental changes through Eberhart and Russel's (1996) methodology was carried out.

Concerning the variable of plant length, all genotypes presented low height with average measurements under 75.96 cm. The major heights were present in Mapachico locality, with an average of 91.32 cm, and the lowest average was obtained by the locality of Tangua , with 60.4 cm.

In relation to the number of secondary corn cobs, the average values fluctuated between 24.39 and 27.99 corn cobs, being especially important the locality of Mapachico with 29.56 corn cob. Regarding the grain weight per corn cob the average was comprised between 9.35 and 14.82 grs. Being Mapachico the locality that obtained the highest grain weight per corn cob, with 18.95 grs., and Tangua, presenting the lowest average, with 7.06 grs.

Concerning the 1000 grs., weight variable, the variance analysis for the genotype-environment interaction effect did not present significant statistical differences.

For the corn cob length variable, the average was comprised between 20.8 and 24.56 cm., without presenting significant differences among the evaluated genotypes.

Concerning the yield, it fluctuated between 1138 and 912.64 kg/ha, being ST53 genotype one of the most productive ones, and ST6 genotype obtained the lowest yield with 912.64 kg/ha. The locality that stood out for showing the highest yield was Mapachico with an average yield of 2291.13 kg/ha, and the locality that presented the lowest yield was Tangua with 316.48 kg/ha.

The adaptability and stability analysis determined that ST35, ST49, P5, ST52, ST26, and ST45 genotypes presented a stable behavior in the four environments. However, ST53 genotype was one of the most productive and of best behavior in the environment of Mapachico and Imués, with 2836.7 kg/ha, and 1138.25 kga/ha, respectively.

GLOSARIO

FENOTIPO apariencia externa de los caracteres que se perciben en un individuo dentro del medio en el que se desarrolla.

GENOTIPO combinación determinada de genes, cada una de ellas con capacidad mayor a menor grado de expresión, según su condición hereditaria.

PANOJA se refiere a la inflorescencia de la quinua donde se encuentran las flores dispuestas en forma de racimo.

QUINUA DULCE cultivo promisorio andino con alto valor proteínico, pseudocereal cuyos granos carecen o tienen muy bajos contenidos de saponina, sustancia que le imprime un sabor amargo.

SELECCIÓN método de mejoramiento por el cual se escogen los mejores individuos de una población por sus características favorables.

VARIABILIDAD corresponde a la existencia de distintos genotipos dentro de un cultivar o variedad, que le dan heterogeneidad al conjunto y favorecen su persistencia y adaptabilidad a diferentes ambientes.

VARIEDAD cada uno de los grupos en que se dividen algunas especies y que se distinguen entre si por ciertos caracteres muy secundario, aunque permanentes.

INTRODUCCION

Por sus excelentes cualidades nutricionales y el valor agregado que se le puede generar la quinua de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*), ha despertado en los últimos años muchas expectativas e interés entre los agricultores de la zona sur del departamento de Nariño y principalmente en los municipios de Pasto, Ipiales, Córdoba, Puerres y Potosí

La importancia de esta planta tanto en la alimentación humana como animal se debe a que es una de las pocas especies vegetales que por el valor biológico de su proteína (14-22%), por el contenido de lisina y balance adecuado de aminoácidos esenciales es comparable a la de origen animal (leche y carne). Teniendo en la actualidad múltiples usos, utilizándose desde las hojas, tallos tiernos hasta el grano maduro en forma directa siendo esta forma de consumo las más difundida en nuestro medio. Por ser una alternativa más rentable frente a otros cultivos es conveniente evaluar genotipos, en regiones cuyos suelos son de mediana fertilidad, como los correspondientes a las zonas ubicadas entre los 2400 y 3000 msnm, en donde se ha logrado aumentar el cultivo y su consumo. Teniendo en cuenta este criterio el presente trabajo se realizó con el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Evaluar los componentes de rendimiento de doce genotipos de quinua de grano dulce, en los municipios de Pasto, Yacuanquer, Tangua e Imúes.
- Determinar la adaptabilidad y estabilidad de estos genotipos de quinua en los municipios antes mencionados.

1. MARCO TEORICO

1.1 CONDICIONES ECOLOGICAS

1.1.1 Altitud. La quinua es un cereal que se cultiva desde los 2000 msnm (Altiplano peruano-boliviano), hasta alturas de 4000 msnm, en los valles interandinos.¹

Actualmente se cultiva en condiciones marginales y se siembra en Perú y Bolivia sobre los 3500 msnm. En el caso del Ecuador se ha observado que la quinua produce los mejores rendimientos en las zonas trigueras comprendida entre los 2000 y 3300 msnm².

Sañudo et. al. (2005)³ afirman que la quinua dulce muestra un alto rango de adaptación en cuanto a altitud, sembrándose desde los 2000 hasta los 3200 msnm. Sin embargo en alturas comprendidas entre los 2400 a 2900 metros de altura son las ideales para su cultivo y producción.

En Nariño el cultivo de la quinua se encuentra limitado a asentamientos indígenas presentes en regiones frías de los municipios del Contadero, Puerres, Córdoba, Potosí, Ipiales, Aldana y Carlosama, bajo sistemas intercalados con maíz, frijol voluble, haba, calabaza y chocho.⁴

1.1.2 Temperatura. La quinua soporta una amplia gama de temperaturas, que van de 3°C hasta 24 °C. La temperatura mínima para una buena germinación de

¹ MUJICA, Ángel. Cultivo de quinua. Perú, Ministerio de Agricultura (INIA). 1997. P35.

² WAHLI, Christian. Quinua hacia su cultivo comercial. Quito, Nestlé. Latinreco. 1990. 206p.

³ SAÑUDO, et al. Perspectivas de la quinua dulce para la región andina de Nariño. Ministerio de agricultura desarrollo rural. Pasto, UNIGRAF. 2005. 74P.

⁴DELGADO, Mariluz, y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua (*Chenopodium quinua Willd*). En los municipios de Pasto y Córdoba departamento de Nariño. Pasto 87p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño Facultad de Ciencias Agrícolas. P1

es de 5°C. Se ha observado que la planta puede sobrevivir a las heladas con menos de 5°C. Siendo las óptimas las comprendidas entre 10 a 14°C⁵.

1.1.3 Precipitación pluvial. Walhi (1190)⁶ indica que la quinua necesita una precipitación entre 300 y 800 mm anuales, con una precipitación mínima para obtener un buen rendimiento de 400 mm, los cuales deben estar distribuidos a lo largo de su periodo vegetativo, exigiendo mayor cantidad de agua en la época de fructificación, no obstante puede soportar sequias y encharcamientos breves.

La precipitación en las áreas de cultivo de los Andes Ecuatorianos varía de 600 a 800 mm. Las condiciones pluviales varían según la especie o país de origen, así las variedades del sur de Chile necesitan mucha lluvia, mientras que las del altiplano muy poca, 500 a 800 mm en la región del lago Titicaca, hasta 200 y 400 mm en regiones de producción del sur de Bolivia⁷.

La quinua es una planta que se adapta bien en áreas con bajas precipitaciones entre 400 a 500 mm por ciclo de cultivo. Sin embargo en los primeros 15 días después de la siembra es importante una humedad de superficie permanente en los suelos para que haya buena emergencia y rápido desarrollo inicial de las plantas. Posteriormente es necesario un adecuado suministro de agua, principalmente desde el panojamiento hasta el llenado total del grano.⁸

La presencia de abundantes lluvias antes de la cosecha, predispone a la germinación del grano en la planta, con lo que se pierde su valor comercial además de ocurrir volcamientos significativos de plantas, cuando se siembran cultivares de porte mediano y alto.⁹

⁵CARDOZO,A, et al.. El cultivo de la quinua en Colombia y Ecuador. In Convención Internacional de Quenopodiáceas, 2º, Potosí, Bolivia. IICA. 1976. 9p. GOMEZ, M Y LOPEZ,A. Tipo de polinización en la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). *Chapingo, México. 1990. 15p*

⁶ WAHLI, Christian. Quinua hacia su cultivo comercial. Quito, Nestlé. Latinreco. 1990. 206p.

⁷ MUJICA, Angel. Cultivo de quinua. Perú, Ministerio de Agricultura (INIA). 1997. P35.

⁸ SAÑUDO, Benjamín y ARTEAGA, Germán. La quinua un cultivo para el desarrollo de la zona Andina. Manejo técnico del cultivo de quinua dulce. Pasto. UNIGRAF. 2002. P 56.

⁹ SAÑUDO, et al. Op. Cit., p15

1.1.4 Suelo. Por su rusticidad se adapta en cualquier clase de suelo, siempre que estos tengan buen drenaje.¹⁰

Sañudo et. al. (2005).¹¹ Afirman que la quinua de grano dulce muestra buen crecimiento en diferentes tipos de suelos, siempre que estos cuenten con ciertas condiciones físicas y químicas:

Profundidad efectiva. La capa superior debe ser mayor a 10 centímetros y no debe estar sobre un horizonte compactado o arenoso

Estructura. Los suelos con una buena agregación de partículas, que retengan humedad no sean susceptibles a encharcamientos en invierno ni se encostren en verano, pueden ser empleados en el cultivo de la quinua dulce.

Estabilidad. Son convenientes aquellos suelos que no muestren áreas de coloraciones claras, signo de un arrastre de suelo superficial. Allí las plantas de quinua tienen pobre crecimiento.

Suelos superficiales, pesados, susceptibles a compactación, afectan la emergencia y el desarrollo de las plantas. También son desfavorables algunos suelos oscuros, los cuales son muy sueltos con escasa capacidad de retención de agua y nutrientes, deficientes de nitrógeno, fosforo y magnesio además de tener exceso de aluminio.¹²

Los suelos con vocación para el cultivo de cereales de clima templado y frío son aptos para el cultivo de la quinua, con buen drenaje, ricos en nutrientes especialmente nitrógeno, con un pH que debe estar entre 6 – 8.5. Es susceptible al exceso de humedad en sus primeros estadios¹³.

¹⁰ TOMAYQUICHUA, A. Notas sobre el cultivo de la quinua, citado por CHAVEZ, Francisco y PEREZ, Luis. Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro materiales genéticos de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). En tres zonas agroecológicas de Nariño. Pasto 1996. 91p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. p8.

¹¹ SAÑUDO, et al. Op. Cit., p16

¹²SAÑUDO, et al. Op. Cit., p56

¹³ SUQUILANDA, Manuel. Quinua, Manual para la producción orgánica. Quito (Ecuador). Montserrat, 1995. 46p.

La quinua necesita de una buena fertilización para su normal crecimiento y producción para lo cual se recomienda trabajar con 50 a 75 kilos de Fosfato Diamónico (DAP) más 10 kilogramos de Agrimins por hectárea a la siembra, y para el reabono al mes de la siembra, se debe emplear 20 kilos de Urea y 30 kilos de Cloruro de Potasio por hectárea¹⁴.

1.2 CARACTERÍSTICAS VARIETALES

1.2.1 Características morfológicas. La quinua es una planta herbácea, que según la variedad puede tener diferentes colores en su inflorescencia, que va desde el amarillo al anaranjado, rojo vivo, rojo oscuro y verde. La raíz es pivotante con muchas ramificaciones que alcanza una profundidad hasta de 60 cm; el tallo es cilíndrico a la altura del cuello y angular a partir de las ramificaciones. Según la variedad puede alcanzar una altura entre los 80 y los 230 cm; el número de ramificaciones depende del tipo de entrada. Las hojas son lanceoladas, dentadas, el número de dientes es una característica importante para su clasificación. Las hojas se encuentran cubiertas de un polvo farináceo. Las flores son pequeñas y carecen de pétalos; pueden ser hermafroditas o pistiladas. La inflorescencia es una panoja típica que está constituida por un eje central, ejes secundarios, terciarios y pedicelos que sostienen a los glomérulos, esta puede ser glomerulada, amarantiforme e intermedia. Es glomerulada cuando las inflorescencias forman grupos de flores esféricas, con pedicelos cortos y juntos, dando un aspecto apretado y compacto (racimo). Es amarantiforme cuando los glomérulos son alargados y el eje central tiene numerosas ramas secundarias y terciarias y en ellas se agrupan las flores. Se designan con este nombre por el parecido que tienen con la inflorescencia del género *Amaranthus*. Las intermedias presentan características de transición entre los dos grupos¹⁵.

Alpala (1997)¹⁶ indica que la quinua es una planta anual, que en Nariño tiene un ciclo de vida entre 210 a 270 días, de acuerdo con los cultivares y zonas de

¹⁴ SAÑUDO, et al. Op. Cit., p19

¹⁵ MUJICA, Ángel. Cultivo de quinua. Perú, Ministerio de Agricultura (INIA). 1997. P35.

¹⁶ ALPALA, Francisco. Comportamiento de doce variedades de quinua dulce (*Chenopodium quinoa Willd*). En dos municipios del departamento de Nariño. Pasto. 1997. 76p Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

cultivo. Por su parte Suquilanda (1995)¹⁷ afirma que el periodo de vida de las variedades de quinua cultivadas en Bolivia fluctúa entre 120 y 240 días, de acuerdo con la altura en que se siembre y con las características genéticas en cuanto a precocidad.

La altura de la planta es una variable que depende de la variedad y del medio ambiente en que se desarrolla, clima y lugar de origen. La longitud de la panoja varía entre 15 a 70 cm, dependiendo de los ecotipos y zonas de cultivo. En la panoja se ha determinado que el número de glomérulos por panoja varía de 80 a 120¹⁸.

Igualmente afirman que la flor de la quina es incompleta (carece de pétalos), sésiles, de coloración semejante a los pétalos, tienen distinto sexo, pudiendo ser: hermafroditas, pistiladas o andro estériles y las aberraciones florales dependen de la temperatura, humedad del suelo y otros factores ambientales. La floración empieza del ápice hacia la base de los glomérulos. En cuanto a la polinización se considera una planta de polinización o planta alógama¹⁹.

Mujica (1997)²⁰, afirma que el sistema de cruzamiento es eminentemente autógeno, dándosele solo un 2 a 9% de alogamia, por lo tanto la selección panoja-surco, es la principal técnica de mejoramiento, reconociendo que existe una amplia variabilidad con materiales (ecotipo), precoces, tolerantes a las principales enfermedades.

Según Gómez y López (1990)²¹ quienes estudiaron el tipo de polinización en quinua, en donde utilizaron dos variedades, una de grano blanco y otra de grano rojo encontraron que se presenta alta variación, en el número de

¹⁷ SUQUILANDA, Manuel. Quinua, Manual para la producción orgánica. Quito (Ecuador). Montserrat, 1995. P 26.

¹⁸ GOMEZ, M y LOPEZ, A. Tipo de polinización en la quina (*Chenopodium quinoa Willd*) Chapingo. México. 1990. P15.

¹⁹ GOMEZ, M y LOPEZ, A. Op. Cit. P 71.

²⁰ MUJICA, Ángel. Cultivo de quinua. Perú, Ministerio de Agricultura (INIA). 1997. P35.

²¹ GOMEZ, M y LOPEZ, A. Op. Cit., p156.

glomérulos y porcentaje de autogamia y alogamia, lo cual es explicado ya que la quinua se ha desarrollado como una especie casi silvestre.

1.2.2 Tamaño del grano. Al igual que las quinuas amargas de los cultivos dulces generalmente están entre 2 mm de diámetro y 1 mm de espesor. Hasta el momento, el grano de las quinuas dulces ha sido de color blanco opaco, que difiere en forma perceptible de la tonalidad crema de los granos amargos²².

El tamaño del grano es variable dependiendo de la variedad; incluso dentro de la misma panoja varía, siendo general encontrar el tamaño más grande en la parte central del glomérulo²³.

Mujica (1997)²⁴, afirma que existen cuatro formas de grano: lenticular, elipsoidal, cónica y esferoidal. El color de la semilla varía ofreciendo una gama de tonos que van desde el blanco, rojo, amarillo y púrpura.

Desde el punto de vista comercial se debe procurar que el grano tenga las siguientes características: libre de saponina (dulce), de color blanco uniforme, de tamaño grande mayor de 3 mm, libre de impurezas, libre de granos negros o plomos²⁵

1.2.3 Contenido de saponina. Gonzales citado por Alpala (1997)²⁶, fue el primero en descubrir la presencia de saponinas en quinua, los cuales son contenidos tóxicos de compuestos de dos glúcidos, el primero del tipo triterpenoide de reacción ligeramente ácida y el otro un esteroide derivado del perhidro 1,2 ciclopentano-fenantreno, que se encuentra en unos 500 géneros de plantas.

²² MUJICA, Ángel. Op. Cit., p 24.

²³ MUJICA, Ángel. Op. Cit., p 24.

²⁴ MUJICA, Ángel. Op. Cit., p 25.

²⁵ MUJICA, Ángel. Op. Cit., p 25.

²⁶ ALPALA, Francisco. Comportamiento de doce variedades de quinua dulce (*Chenopodium quinoa Willd*). En dos municipios del departamento de Nariño. Pasto. 1997. 76p Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

La presencia de saponina en el grano de la quinua le confiere un sabor amargo, lo cual constituye uno de los limitantes primordiales para la expansión de su consumo, razón por la cual la selección de variedades dulces o al menos que contengan bajo contenido de saponinas se considera como uno de los principales objetivos en los trabajos que se puedan realizar²⁷.

El carácter dulce no está ligado a ningún tipo de planta en particular; pues ha sido encontrado en plantas de color verde, rojo y purpura, precoces y tardías. No obstante hasta el momento el grano de las quinuas dulces ha sido de color blanco opaco que difiere en forma perceptible de la tonalidad crema de los granos amargos²⁸.

1.3 VARIEDADES

Suquilanda (1995)²⁹, afirma que a nivel de parcelas de indígenas y campesinos asentados a lo largo del callejón interandino, comprendido desde el sur de Colombia hasta el norte de Argentina, desde tiempos inmemoriales se ha manejado una elevada variabilidad de ecotipos de quinua.

Mujica (1997)³⁰, afirma que la quinua presenta una gran variabilidad y diversidad de forma de planta e inflorescencia, su clasificación se ha hecho con base a ecotipos reconociendo cinco categorías básicas:

- **Quinuas de Valle:** crece en los valles comprendidos entre los 2000 y 3000 metros de altura, estas quinuas son de gran tamaño y tienen un largo periodo de crecimiento.
- **Quinuas de altiplano:** encontradas alrededor del lago Titicaca, son resistentes a las heladas, de poca altura, carecen de ramas y tienen un corto periodo de crecimiento.

²⁷ WAHLI, Christian. Quinua hacia su cultivo comercial. Quito, Nestlé. Latinreco. 1990. 206p.

²⁸ ALVAREZ, M. VON RUTTE, S. Quinua hacia el cultivo comercial: Genética. Quito: Latinreco, 1990. P75.

²⁹SUQILANDA, M. Op. Cti., p9.

³⁰MUJICA, A. Op. Cit., p27.

- **Quinuas de terrenos salinos:** crecen en las llanuras del altiplano Boliviano, soportando terrenos salinos y alcalinos.
- **Quinuas del nivel del mar:** encontradas en el sur de Chile, planta de tamaño mediano, generalmente sin ramas y con semillas de color amarillo y amargo.
- **Quinuas subtropicales:** encontradas en los valles interandinos de Bolivia, la planta tiene una coloración verde oscura a la floración, y en la madurez se torna naranja.

Mujica (1997)³¹, afirma que Perú y Bolivia, tienen la más extensa variabilidad de ecotipos y entradas, teniendo 20000 muestras de ecotipos. Existen también entradas de Chile, Argentina, Ecuador, Colombia, Inglaterra y Rusia.

La investigación durante décadas ha producido especies selectas, las más difundidas son Kancolla y Blanca de Junín (seleccionadas en el Perú 1950), y Sajama (seleccionada en Bolivia 1960). A principios de los años 80 se obtuvo una nueva variedad dulce denominada Nariño en el Cusco³².

Walhi (1990)³³, afirma que la obtención de variedades de quinua en Ecuador se encuentra en su fase inicial, sin embargo, la búsqueda de genotipos con características agronómicas deseables ha hecho posible que ya se pueda contar con cultivares de alto rendimiento, aptos para una explotación comercial, paralelamente se ha introducido variedades de otros países para determinar el comportamiento agronómico como tamaño de grano, panoja uniforme, los cuales podrían ser aprovechados y mediante hibridación ser transferidos a los tipos autóctonos para la formación de nuevas variedades.

El programa de Cultivos Andinos del INIAP desde 1982 ha venido formando el banco de germoplasma de quinua, que hasta el momento dispone de una

³¹ MUJICA, A. Op. Cit., p28.

³² SUQUILANDA, M. Op. Cit., p12.

³³ WAHLI, Christian. Quinua hacia su cultivo comercial. Quito, Nestlé. Latinreco. 1990. 206p.

colección de 428 entradas, de cuyas características se ha evidenciado una gran variabilidad genética, expresándose tanto en caracteres morfológicos, agronómicos así como bromatológicos, Por otro lado se ha tenido caracteres comunes ya que la mayoría de entradas pertenecen a tipos de Valle, es decir de porte alto, con gran capacidad de producción de biomasa y alto potencial de rendimiento de grano³⁴.

Actualmente la investigación está dirigida a determinar las características y comportamiento del germoplasma de quinua dulce, este carácter no está ligado a ningún tipo de planta en particular, y ha sido encontrado en plantas de color verde, rojo y purpura³⁵.

El programa de cultivos andinos del INIAP (Ecuador), ha lanzado dos variedades de grano dulce, que son Ingapirka y Tunkahuan, las cuales presentan las siguientes características.

Ingapirka: tiene crecimiento erecto, raíz pivotante desarrollada, tallo color amarillento, panoja glomerulada de color purpura, pero el grano es blanco opaco, redondo y con un contenido de saponina de 0.07 a 1.9%. Presenta hojas pequeñas de forma romboidal y con borde entero. La altura de la planta es de 85 cm, con un rendimiento promedio de 1551 kg/ha³⁶.

Tunkahuan: posee crecimiento erecto, raíz sencilla o semifurcada, tallo verde claro, hojas triangulares; panoja de color rosado o purpura, con glomérulos; granos blancos, redondo aplanados y contenido de saponina de 0.6%. La altura de la planta es de 144 cm, con un rendimiento promedio de 2244 kg/ha³⁷

Walhi (1990)³⁸, en el centro de investigación del INIAP (Ecuador), ha destacado algunos cultivares promisorios de quina dulce entre los que se destacan:

³⁴ GANDARILLAS, H.; NIETO, C. Y CASTILLO, R. Razas de quinua en Ecuador, variabilidad del grano. Quito. Estación Experimental "Santa Catalina", boletín técnico, No 67.1989.19p.

³⁵ NIETO, C. *et al* "INIAP-INGAPIRCA E INIAPTUNKAHUAN" Dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina. Quito. Centro experimental Santa Catalina. Boletín divulgativo No 228. 1992.23p.

³⁶ NIETO, C. *et al*. Op. Cit.,p2

³⁷ NIETO, C. *et al*. Op. Cit.,p2

³⁸ WAHLI, Christian. Quinua hacia su cultivo comercial. Quito, Nestlé. Latinreco. 1990. 206p

Piartal: cultivar originario de la provincia del Carchi y actualmente es único genotipo dulce cultivado en forma extensa, llegando a ocupar casi el 40% de la superficie comercial de quinua. La planta típica de esta variedad es de color purpura, puede alcanzar hasta 240 cm de altura, el grano es de color blanco opaco de aproximadamente 2 mm de diámetro.

Chaucha de Saquisili: es un genotipo de color rojo, de ciclo vegetativo tardío, puede alcanzar hasta 250 cm de altura. El grano es de color blanco opaco de aproximadamente 1.9 mm de diámetro. Es de carácter dulce pero contaminado con diversas plantas amargas por lo que no se la utiliza en siembras extensivas.

Tanlahua: es un genotipo de carácter dulce escasamente difundido; la planta es de color verde en el ápice y ligeramente rosado, sin axilas pigmentadas y de ciclo tardío; llegando a medir hasta 200 cm de altura. El grano es de color blanco opaco de 1.9 mm de diámetro.

Por otro lado en el departamento de Nariño la zona sur oriental es la que muestra mayor variabilidad de quinuas dulces, encontrándose quinuas tardías con un periodo mayor de 10 meses entre la siembra y la cosecha; semitardías, con periodos entre 7 y 10 meses; precoces con 5 a 7 meses de ciclo de vida. En cuanto a altura de plantas se tienen quinuas de porte alto con más de dos metros de altura; de porte medio con 1.50 a 2 metros de altura y de porte bajo con menos de 1.50 metros de altura³⁹.

Según Sañudo et. al. (2005)⁴⁰, en la región andina de Nariño se observa mayor distribución de los siguientes ecotipos:

Dulce de Nariño: es un cultivar regional tardío, de porte alto, con panoja y tallo blanco amarillentos, mostrando una ramificación abierta de la mitad del tallo hacia arriba.

³⁹ SAÑUDO. B. et al., Op. Cit. P12.

⁴⁰ SAÑUDO. B. et al., Op. Cit. P13.

Grupo Piartal: corresponde a una mezcla de quinuas semitardías de porte medio con ramificación no basal y panojas de diferentes tonalidades: blanco amarillentas, blanco rosadas, anaranjadas, anaranjadas rojizas y purpuras rosadas, dicho grupo es procedente de la provincia del Carchi, Ecuador.

Blanca de Jericó: Procedente de Boyacá, Colombia, es de porte alto, semitardía con ramificación abierta desde la base y panoja de color blanco rosado.

Tunkahuan: Originaria de Ecuador, semitardía de porte medio, con ramificación no basal y panoja de color púrpura rosado.

SL47: Cultivar seleccionado por la Facultad de Ciencias Agrícolas, precoz de porte bajo, ramas comprimidas y panoja de color blanco rosado.

Dulce de Quitopamba: Cultivar regional precoz, de porte bajo, panoja de color blanco amarillento y ramificación comprimida, con menor potencial productivo que la anterior⁴¹.

Facianar Aurora: variedad proveniente de la línea SL47 obtenida a partir de selecciones individuales por precocidad, porte bajo y granos sin saponina, que se realizaron a partir de cultivares regionales a cargo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño⁴².

Tiene una adaptación entre 2300 a 3000 m.s.n.m. ciclo de vida entre 85 y 140 días porte bajo con alturas entre 85 y 130 centímetros, panoja con glomérulos unidos y de escaza ramificación lateral, presentando longitudes entre 25 y 32 centímetros, peso de granos por panoja de 16 a 20 gramos, peso de 1000 granos de 3.1 a 3.4 gramos y un rendimiento de grano seco de 1800 a 2400 kilogramos por hectárea⁴³

⁴¹ SAÑUDO. B. et. al., Op. Cit. P14.

⁴² UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Variedad Mejorada de Quinoa Dulce para la Región Andina para el Departamento de Nariño: Facianar Aurora, Pasto junio 2007 plegable 8p.

⁴³ UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Variedad Mejorada de Quinoa Dulce para la Región Andina para el Departamento de Nariño: Facianar Aurora, Pasto junio 2007 plegable 8p.

De igual forma en el departamento de Nariño se han hecho algunos trabajos para evaluar el comportamiento de algunas variedades de quinua dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) entre los que se tiene:

Puenguenan y Viteri (1996)⁴⁴, realizaron el estudio fenológico de 10 variedades de quinua en la zona de Obonuco, municipio de Pasto a 2710 m.s.n.m., encontrando que la variedad Nariño fue la más productiva con 4033kg/ha. La variedad menos productiva fue Camacani 1 con 1233 kg/ha. La variedad Nariño, Quitopamba y Camacani 1 tuvieron los más bajos porcentajes de saponina, considerándose del tipo dulce.

QUITOPAMBA: variedad de grano dulce proviene de una selección individual realizada en la vereda de Quitopamba, corregimiento de Villa Moreno, municipio de Buesaco. Fue descubierta en 1958 y tiene un contenido bajo de saponina (0.02)⁴⁵.

NARIÑO: originaria del sur del departamento de Nariño; plantas con alturas entre 1.70- 2.10 metros, con un ciclo mayor de 180 días y un diámetro de grano entre 1.10 y 1.35 mm.⁴⁶

A si mismo Chávez y Pérez (1996)⁴⁷, evaluaron el comportamiento agronómico de cuatro materiales, de los cuales la variedad con mayor rendimiento fue Tunkahuan con un promedio de 1954,4 kg/ha, en Buesaco, Yacuanquer y Pasto. La variedad Ingapirka presento la producción en promedio de 1219,6 kg/ha, mientras que Camacani 1 en las tres localidades fue la menos productiva.

⁴⁴ PENGUENAN, J. y VITERI, J. Estudio fenológico de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), en Obonuco, municipio de Pasto Nariño.. Pasto 1996. 48p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁴⁵ MONTENEGRO, V. Citado por BENAVIDES, A. y RODRIGUEZ, M. Evaluación y selección de 16 selecciones promisorias de quinua dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en el municipio de Pasto departamento de Nariño. Pasto. 2007. 76p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁴⁶ TAPIA, M. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación: agronomía los cultivos andinos subexplotados. Bogotá: s.n., 1990. P 4858

⁴⁷ CHAVEZ, J. y PEREZ, L. Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro materiales genéticos de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), en tres zonas agroecológicas de Nariño. Pasto. 1996. 91p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

Por su parte Alpala (1997)⁴⁸, evaluó el comportamiento de doce variedades de quinua entre las que tiene: Ecu 612, Quitopamba Precoz, Ecu 630, Inagrofa, Nariño, Tunkahuan, Camacani 1, Ingapirka y Colorado. Las variedades más productivas fueron Ecu 631, Colorado Y Ecu 612, mientras que las de más baja producción fue Quitopamba con rendimientos que oscilan entre 1088 a 4267 para Cumbal y de 1137 a 2467 kg/ha para Guachucal. Las variedades con mejor peso de 1000 granos fueron: Inagrofa y Colorado. Sin embargo el índice de cosecha fue mayor en Quitopamba, Camacani 1 e Ingapirka, con 0.38- 0.42; las cuales se consideran de porte bajo y panoja pequeña.

Delgado y Benavides (2000)⁴⁹, evaluaron el comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba, departamento de Nariño, manifestando que en Pasto se obtuvieron alturas de plantas de 96 centímetros en promedio, la selección más alta fue la S10 con 134 centímetro y la más baja S2 con 63 centímetros. La mayor longitud de panoja en Pasto se obtuvo en la selección S10 con 38 centímetros y la menor fue para las selecciones S1, S2, S3, S4, S5 y S8 con 19 a 24 centímetros.

Delgado y Benavides (2000)⁵⁰, observaron que el peso de 1000 granos oscilo entre 3.94 y 2.85 gramos y concluyen que este no depende de la duración del ciclo de vida ya que en variedades precoces o tardías se presentan diferentes pesos de grano. En cuanto a rendimiento las producciones en kilogramos por hectárea oscilaron entre 985 y 2274, siendo las de menor producción S2 y S4 con 985 y 1345 kg/ha., y las de mayor producción S6 y S7 con 2229 y 2274 kg/ha respectivamente.

Benavides y Rodríguez (2007)⁵¹, en el trabajo de evaluación y selección de 16 selecciones promisorias de quinua dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en el

⁴⁸ALPALA, Francisco. Comportamiento de doce variedades de quinua dulce (*Chenopodium quinoa Willd*). En dos municipios del departamento de Nariño. Pasto. 1997. 76p Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁴⁹DELGADO, M. y BENAVIDES, C. Comportamiento de 10 selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba en el departamento de Nariño. Pasto. 2000. 77p. Tesis de grado (ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁵⁰ DELGADO, M. y BENAVIDES, C. Op.cit. p55.

⁵¹ BENAVIDES, A. y RODRIGUEZ, M. Op.cit. p57.

municipio de Pasto, departamento de Nariño concluyen que la altura de planta oscilo entre 138 y 71.36 centímetros, el testigo regional Blanca de Jericó con 138 centímetros presento la mayor altura, superando a todos los demás materiales evaluados, cuyas alturas oscilaron entre 127 a 71 centímetros. Las mayores longitudes de panoja se obtuvieron con Blanca de Jericó, Tunkahuan S44, Piartal S50, SL47, SL47 S133, SL47 testigo, Tunkahuan S39, con promedios que oscilaron entre 45 a 40 centímetros y superando a las selecciones SL47 S95, SL 47 S100, Piartal S36 y SL 47 S 112 con promedios entre 33 a 32 centímetros quienes presentaron la menor longitud de panoja.

En la misma investigación Benavides y Rodríguez (2007)⁵² afirman que el peso de granos por panoja oscilo entre 28 y 12 gramos, sobresaliendo el material Piartal S50 con el mayor peso de granos por panoja y SL 47 –S112 con el menor peso de granos por panoja. En cuanto a rendimiento estuvo comprendido entre 1433 a 3483 kilogramos por hectárea, la selección más productiva fue Tunkahuan S44 y la de menor producción fue SL4 S112.

1.4 CULTIVO

La preparación del suelo es importante, dado el tamaño pequeño de las semillas, es imprescindible llegar hasta un mullido o desmenuzado del suelo para facilitar la geminación. La densidad de siembra puede variar de 8 a 14 kg/ha, dependiendo de la calidad de la semilla, del sistema de siembra y de la preparación del suelo⁵³.

Los mismos autores afirman que ante la presencia de plagas, se debe hacer un control oportuno para evitar bajas en los rendimientos; de la misma manera ante la presencia de enfermedades (mildiu y mancha circular de la hoja), se debe hacer un control con la utilización de productos químicos cuando la infección sea muy severa⁵⁴

⁵²BENAVIDES, A. y RODRIGUEZ, M. Op.cit. p63.

⁵³NIETO, C. *et al* . “INIAP –IMBAYA” E “INIAP-COCHASQI” Primeras variedades de quinua para la sierra ecuatoriana. Quito. Estación Experimental Santa Catalina. Boletín Divulgativo No 187. 1986.p5.

⁵⁴ NIETO, C. *et al* . Op.cit., p8.

1. DISEÑO METODOLOGICO

2.1 LOCALIZACION

El presente trabajo se realizó en los municipios de Pasto (Vereda Mapachico) ubicado a una altura de 2710 m.s.n.m, con una precipitación anual de 800 mm, una temperatura de 12 °C y con una humedad relativa de 70%. Yacuanquer (Vereda San José), con una altura sobre el nivel del mar de 2700 m.s.n.m, con una precipitación anual de 710 mm, temperatura de 12.5°C. Tangua (vereda el Cebadal), con una altura de 2630 m.s.n.m, una precipitación de 710 mm y una temperatura de 13°C, e Imués (vereda Santa Ana), ubicado 2150 m.s.n.m, una precipitación promedio de 304 mm y una temperatura de 14.5°C.

2.2 GENOTIPOS EVALUADOS

Se evaluaron 12 genotipos de quinua dulce ST49, ST53, ST23, ST26, ST50, P5, ST52, ST15, ST45, ST53, ST6, y SL47, empleada como testigo regional, cuyo origen corresponde a selecciones individuales logradas a partir de materiales de grano dulce y sin identificación, establecidos en el sur del departamento de Nariño y distribuidos en los municipios de Ipiales, Contadero y Córdoba.

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

En cada localidad se trabajó con un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones y doce tratamientos correspondientes a los materiales de quinua.

2.4 AREA EXPERIMENTAL EN CADA LOCALIDAD

En cada una de las cuatro regiones se preparó un lote de 20 m x 19,60 m (372.4 m²), dividido en cuatro bloques de 4,00 m x 19.60 m, con una separación entre ellos por calles de 1 metro.

La parcela experimental consta de 4 bloques cada uno con 48 surcos de 4 m y 0,40 m, en cada uno de los bloques se bordea con un surco de SL47. Cada tratamiento tuvo un área de 4 x 1,60 m, mientras que la parcela útil fue de 4,0 x 0,80 m correspondiente a dos surcos centrales.

2.5 DENSIDAD DE SIEMBRA

Se trabajó con una densidad de siembra de 10 kg/ha, previamente a la siembra se realizó la aplicación de abono 13-26-6 en dosis de 100kg/ha mezclándolo con 10 kg de Agrimins, tapando con un poco de tierra, para luego depositar la semilla.

2.6 LABORES DE CULTIVO

La preparación del terreno se realizó con azadón haciendo dos pases y una rastrillada, el surcado se realizó manualmente.

En cada región se hizo un control de malezas manual haciendo tres desyerbas, la primera después de la emergencia de las plantas, la segunda al inicio de panojamiento y la tercera en el panojamiento.

En cuanto al control de enfermedades, se aplicó el producto químico Propamocarb Hidrocloruro (Previcur) en dosis de 40 c.c por bomba o 2 c.c por litro de agua, especialmente en la época de emergencia para prevenir problemas de Damping off.

2.7 VARIABLES EVALUADAS

2.7.1 Componentes de rendimiento.

2.7.1.1 Altura de planta. En la época de cosecha se tomarán 10 plantas al azar de cada genotipo de la parcela útil y se midió desde el ápice de la panoja hasta la base de la planta expresada en centímetros.

2.7.1.2 Longitud de la panoja central. Se tomaron 10 plantas al azar de cada genotipo de la parcela útil y se mide desde la base del tallo, donde se insertan las panojas basales hasta el ápice de la panoja principal.

2.7.1.3 Numero de panojas secundarias por planta. Se tomaron 10 plantas al azar y se contaron el número de panojas secundarias por planta.

2.7.1.4 **Peso de granos por panoja.** Se determinó el peso total de la panoja y una vez hecha la trilla el peso de los granos.

2.7.1.5 **Peso de 1000 granos.** De las anteriores plantas se tomaron 1000 granos, al azar, se pesaron para obtener el tamaño de grano considerando los tres rangos para determinar el tamaño del grano a partir del peso según Wahli (1990) Cuadro1.

Cuadro1. Escala calificación para el peso de 1000 granos.

<i>Peso de 1000 granos (gramos)</i>	<i>Tamaño</i>
1.5-2.5	Pequeño
2.5-3.0	Mediano
Mayor de 3	Grande

Fuente: WALHI, Christian. Quinoa hacia su cultivo comercial. Quito. Nestle, Latinreco.1990

2.7.1.6 **Rendimiento en Kg/ha.** Se realizó el corte de las plantas de cada parcela útil, las cuales se amarraron y se secaron por espacio de 7 días, luego se trilló manualmente y se eliminó impurezas. Se limpió el grano, se pesó y se obtuvo el dato para la parcela útil. El rendimiento por hectárea se determinó de acuerdo con la siguiente formula.

$$\text{Kg./ha} = \frac{\text{peso parcela principal} \times 10000 \text{ m}^2}{\text{Área parcela m}^2}$$

2.8 ANALISIS ESTADISTICO

Los diferentes datos de componente de rendimiento se interpretaron estadísticamente por medio de un análisis de varianza combinado con el fin de verificar la interacción de los genotipos evaluados con el ambiente.

Para la variable rendimiento, después de establecer en el análisis combinado la significancia de la interacción genotipo ambiente, se aplicó la metodología propuesta por Eberthart y Russell (1966), para analizar la adaptabilidad de los genotipos a diferentes ambientes. Siendo un genotipo estable aquel que presente

una media alta en rendimiento un coeficiente de regresión igual a uno ($b_i=1$) y una desviación de la regresión igual a cero ($S_{di}=0$).

3 RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 COMPONENTES DE RENDIMIENTO

3.1.1 Altura de planta. El análisis de varianza combinado para la variable altura de planta (ANEXO A) muestra diferencias altamente significativas entre localidades y genotipo, al igual que para la interacción localidad por genotipo.

Mapachico. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 1) se observó que en la localidad de Mapachico la altura de planta estuvo comprendida entre 86.567 y 98.5 cm. Los genotipos P5, ST23, SL47, ST35, ST15, ST50 y ST45 obtuvieron promedios de 98.5, 97.445, 93.375, 92.711, 90.85, 90.68, y 90.24 cm., respectivamente sin presentar diferencias significativas entre ellos. El genotipo P5 presenta diferencias significativas frente a los genotipos ST26, ST52, ST53, ST49 y ST6 cuyos promedios oscilaron entre 86.567 y 89.64 cm, presentando los promedios más bajos para esta localidad.

Imués. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 1) se observó que en la localidad de Imués la altura de planta oscilo entre 66.67 y 75.97 cm. El genotipo P5 presentó el promedio más alto con 75.97 cm, mostrando diferencias significativas frente al resto de genotipos evaluados ST23, ST35, ST50, SL47, ST15, ST45, ST53, ST49, ST6, ST26, y ST52 cuyos promedios oscilaron entre 66.675 y 75.475 cm.

Yacuanquer. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 1) se observó que en la localidad de Yacuanquer los promedios para la variable altura de planta oscilaron entre 55.5 y 68.15 cm. Los genotipos ST35, SL47, ST23, P5, ST6, y ST50, con promedios de 68.15, 64.4, 62.72, 61.6, 61.6, y 60.7 cm. respectivamente, no presentaron diferencias significativas entre ellos. Siendo el genotipo ST35 el que con un promedio de 68.15 cm., presenta diferencias estadísticas significativas frente a los genotipos ST26, ST53, ST45, ST49, ST52 y ST15, cuyos promedios oscilaron entre 55.55 y 60.05 cm.

Tangua. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 1) se observó que en la localidad de Tangua los promedios para la variable altura de planta oscilaron entre 54.42 y 73.55 cm. Los genotipos ST15, ST45, ST52, y ST49 alcanzaron los más altos promedios con 73.55, 69.72, 69.35 y 69.22 cm respectivamente,

Tabla 1. Comparación de promedios para la variable altura de planta (cm) en la evaluación de 12 genotipos de quinua de grano dulce (*Chenopodium quinoa* Willd) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño. Prueba de Tukey

MAPACHICO			IMUES			YACUANQUER			TANGUA		
GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY	GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY	GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY	GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY
P5	98.5	A	P5	75.975	A	ST35	68.15	A	ST15	73.55	A
ST23	97.445	AB	ST23	75.475	B	SL47	64.4	AB	ST45	69.72	AB
SL47	93.375	AB	ST35	74.475	B	ST23	62.72	AB	ST52	68.35	ABC
ST35	92.711	AB	ST50	74.375	B	P5	61.6	AB	ST49	69.22	ABC
ST15	90.85	AB	SL47	74.35	B	ST6	61.6	AB	ST53	68.53	D
ST50	90.68	AB	ST15	73.2	B	ST50	60.7	AB	P5	67.7	D
ST45	90.24	AB	ST45	72.5	B	ST26	60.05	B	ST6	66.52	D
ST26	89.64	B	ST53	71.8	B	ST53	58.65	B	ST23	66.22	D
ST52	88.952	B	ST49	71.62	B	ST45	57.65	B	SL47	65.27	D
ST53	88.472	B	ST6	71.575	B	ST49	57.4	B	ST26	63.7	D
ST49	88.28	B	ST26	70.95	B	ST52	56.65	B	ST35	63.62	D
ST6	86.567	B	ST52	66.675	B	ST15	55.55	B	ST52	54.42	D
<i>PROMEDIO LOCALIDAD</i>	91.32	A		72.7	B		66.48	C		60.4	D

Fuente: Esta investigación.

Comparador Tukey al 5%

Promedios con la misma letra son estadísticamente similares.

sin presentar diferencias significativas entre ellos. Cabe destacar que en esta localidad el genotipo ST 15 es el único que presenta diferencias significativas frente a los genotipos ST53, P5, ST6, ST23, SL47, ST26, ST35 y ST52 cuyos promedios oscilaron entre 54.42 y 68.53 cm.

En la comparación de promedios de Tukey (Tabla1) para las localidades se encontró que la localidad de Mapachico es la que presentó el mayor promedio en canto a la variable altura de planta con 91.32cm presentando diferencias significativas con respecto a las localidades de Imués, Yacuanquer y Tangua, donde se obtuvieron promedios de 72.7, 66.48 y 60.4 cm., respectivamente.

En la prueba de comparación de medias de Tukey para genotipos (Tabla 2) se encontró que los promedios oscilaron entre 66.66 y 75.96 cm; los genotipos P5, ST23, ST35, SL47, ST50, ST15, ST45, ST53, ST49, ST6 y ST26 con promedios de alturas de planta entre 75.96 y 71.07cm., no presentan diferencias significativas entre ellos. Sin embargo los genotipos P5, ST23, ST35, SL47, ST50, ST15 y ST45 con promedios que oscilaron entre 75.96 y 72.52 cm., superan estadísticamente al genotipo ST52, el cual presenta el promedio más bajo con 66.66 cm.

Si se tiene en cuenta que Sañudo et. al. (2002)⁵⁵, califica como plantas de porte alto aquellas con alturas superiores a 2 metros, plantas de porte medio aquellas con alturas entre 1.5 a 2 metros y de porte bajo aquellas con alturas menores a 1.5 metros, todos los genotipos evaluados en el presente estudio son de porte bajo, característica sobresaliente ya que este factor es importante para este cultivo para evitar problemas de volcamiento y aumentar así el rendimiento.

Sañudo et. al. (2002)⁵⁶, afirma que una variedad puede mostrar variaciones en el porte, de acuerdo con la época de siembra y la fertilidad del suelo, deduciendo así que la altura de la planta además de ser una característica propia de cada genotipo su expresión también está condicionada por las condiciones ambientales.

⁵⁵ Sañudo et. al. Op. Cit. p.12

⁵⁶ Sañudo et. Al. p.17.

Tabla 2. Comparación de promedios de Tukey para la variable altura de planta en evaluación de 12 genotipos de quinua de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño

GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY
P5	75.96	A
ST23	75.46	A
ST35	74.73	A
SL47	74.35	A
ST50	73.78	A
ST15	73.27	A
ST45	72.52	A
ST53	71.86	AB
ST49	71.63	AB
ST6	71.57	AB
ST26	71.07	AB
ST52	66.66	B

Tukey al 5%

Genotipos con la misma letra no presentan diferencias significativas.

Delgado y Benavides, (2000)⁵⁷, afirman que la altura de la planta es una característica que se ve favorecida por las condiciones del suelo, obteniéndose en suelos con alta fertilidad plantas con mayor altura, lo cual es reconfirmado cuando evalúan el comportamiento de 10 selecciones de grano dulce de quinua y en encuentran que es en el municipio de Córdoba donde se obtienen las mayores alturas con 170 cm en promedio con respecto a Pasto donde el promedio de altura fue de 96 cm., debido a las mejores condiciones de fertilidad de los suelos del municipio de Córdoba, al cual las plantas responden con un buen vigor produciendo un mayor tamaño de la misma.

3.1.2 Número de panojas secundarias. El análisis de varianza combinado (ANEXO B) para la variable número de panojas secundarias muestra diferencias significativas entre localidades, entre genotipos y localidad por genotipo.

Mapachico. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 3) se observó que en la localidad de Mapachico el número de panojas secundarias estuvo comprendido entre 27.3 y 32.5. Los genotipos ST50, ST45, SL47 y ST53, alcanzaron los más altos promedios con 32.5, 31.4, 30.8 y 30.8 respectivamente, presentando diferencias significativas frente al resto de genotipos evaluados, P5, ST23, ST6, ST15, ST26, ST35, ST49 y ST52 cuyos promedios oscilaron entre 27.3 y 30.5.

Imués. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 3) se observó que en la localidad de Imués el número de panojas secundarias osciló entre 24.02 y 27.78 sin presentar diferencias significativas entre los genotipos evaluados.

Yacuanquer. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 3) se observó que en la localidad de Yacuanquer los promedios para la variable número de panojas secundarias osciló entre 24.6 y 31.8. Los genotipos ST35 y SL47 alcanzaron promedios de 31.8 y 30.3 respectivamente, sin presentar diferencias estadísticas entre sí. Sin embargo el genotipo ST35 con un promedio

⁵⁷ DELGADO, Mariluz y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). En el municipio de Pasto y Córdoba departamento de Nariño. Pasto 87p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. P 26

Tabla 3. Comparación de promedios para la variable número de panojas secundarias en evaluación de 12 genotipos de quinua de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño. Prueba de Tukey.

MAPACHICO			IMUES			YACUANQUER			TANGUA		
GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY	GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY	GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY	GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY
ST50	32.5	A	ST23	27.78	A	ST35	31.8	A	ST52	22.6	A
ST45	31.4	A	ST50	26.47	A	SL47	30.3	AB	ST50	21.46	AB
SL47	30.8	A	ST35	26.32	A	ST6	29.8	B	ST23	21.4	ABC
ST53	30.8	A	P5	26.19	A	ST23	28.25	BC	ST6	21.3	ABCD
P5	30.5	B	ST53	26.18	A	ST45	29	D	ST26	21.14	D
ST23	29.5	B	ST6	26.12	A	ST52	28.55	D	ST53	19.85	EF
ST6	29.4	B	ST52	25.89	A	ST53	28.45	DE	P5	19.6	G
ST15	28.9	B	SL47	22.32	A	P5	28.1	E	ST35	18.65	G
ST26	28.5	B	ST15	25.24	A	ST15	28.1	E	ST49	18.32	G
ST35	27.8	B	ST26	24.14	A	ST49	27.45	E	ST15	18.06	G
ST49	27.4	B	ST49	24.38	A	ST26	25.85	E	ST45	15.5	G
ST52	27.3	B	ST45	24.02	A	ST50	24.6	E	SL47	14.55	G
<i>PROMEDIO LOCALIDAD</i>	29.56	A		25.75	B		28.43	A		19.37	C

de 31.8 supera estadísticamente a los genotipos ST45, ST52, ST53, P5, ST15, ST49, ST26 y ST50 con promedios que oscilaron entre 29 y 24.6 panojas secundarias.

Tangua. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 3) se observó que en la localidad de Tangua los promedios para la variable número de panojas secundarias oscilaron entre 14.55 y 22.6. Los genotipos que alcanzaron los promedios más altos son ST52, ST50, ST23, y ST6 con promedios de 22.6, 21.46, 21.4 y 21.3 respectivamente, valores no significativos entre ellos.

En esta localidad se encontró un grupo de menor número de panojas secundarias, conformado por los genotipos ST26, ST53, P5, ST35, ST49, ST15, ST45 y SL47, presentando unos promedios comprendidos entre 21.14 y 14.55, valores con diferencias significativas frente al genotipo ST52 que presenta un promedio de 22.6 panojas secundarias.

En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 3) para los ambientes se encontró que Mapachico y Yacuanquer son los que presentaron el mayor promedio en cuanto a la variable número de panojas secundarias con 29.56 y 28.43 respectivamente, presentando diferencias significativas con respecto a las localidades de Imués y Tangua, donde se obtuvieron promedios de 25.75 y 19.37 panojas secundarias respectivamente.

En la comparación de promedios de Tukey para genotipos (Tabla 4) se encontró que el genotipo ST23 obtuvo el mayor número de panojas secundarias con 27.99, sin embargo, este número no es significativo en comparación con el resto de genotipos, salvo con el genotipo ST49 con un promedio de 24.39 panojas secundarias y que corresponde al genotipo con el promedio más bajo.

La variación en el número de panojas secundarias puede deberse a una mejor adaptación del genotipo a los distintos ambientes y a condiciones genéticas que inciden en el mayor número de estas, factor importante de mejoramiento para aumentar la productividad, ya que hay una relación directa entre el número de panojas secundarias y el rendimiento.

Tabla 4. Comparación de promedios de Tukey para la variable número de panojas secundarias en evaluación de 12 genotipos de quinua de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño

GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY
ST23	27.99	A
ST6	26.66	AB
ST50	26.46	AB
ST53	26.32	AB
ST35	26.14	AB
P5	26.10	AB
ST52	26.08	AB
SL47	25.24	AB
ST26	25.16	AB
ST15	25.07	AB
ST45	24.98	AB
ST49	24.39	B

Tukey al 5%

Genotipos con la misma letra no presentan diferencias significativas

Benavides y Rodríguez (2007)⁵⁸ quienes al evaluar 16 selecciones promisorias de quinua dulce en el municipio de Pasto, encontraron que el número de ramas secundarias de los diferentes materiales evaluados varía en un rango de 30 a 43.75, valores que están dentro de los promedios encontrados en el presente trabajo para esta localidad donde el número de panojas secundarias varió entre 27.3 y 32.5.

Por su parte Delgado y Benavides (2000)⁵⁹ en la evaluación de 10 selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba en el departamento de Nariño, encontraron que el número de panojas laterales en el Municipio de Córdoba es mayor con 8 panojas promedio en relación a las de Pasto que presentaron 7 panojas en promedio. La selección S10 presentó un promedio de 10 panojas, mientras que S2 presentó 14 panojas laterales. Valores relativamente inferiores a los encontrados en el presente trabajo en donde los promedios oscilaron en un rango de 27.99 a 24.39 ramas laterales.

De igual forma que para la variable altura de planta se puede concluir que esta variable se ve directamente afectada por las condiciones ambientales y de fertilidad de los suelos.

3.1.3 Peso de granos por panoja: para esta variable el análisis de varianza combinado (ANEXO C), muestra diferencias estadísticas entre localidades, genotipos y entre localidad por genotipo.

Mapachico. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 5) se observó que en la localidad de Mapachico el peso de granos por panoja estuvo comprendido entre 14.23 y 23.24 gramos. Los genotipos ST53, ST15, SL47 y ST49 obtuvieron los más altos promedios con 23.4, 21.35, 20.23, 19.54 y 19.54 gramos respectivamente, valores no significativos entre ellos. Cabe destacar que el genotipo ST53 presenta diferencias significativas frente a los genotipos ST35,

⁵⁸ BENAVIDES, A y RODRIGUEZ, M. C. Op. cit. p.59.

⁵⁹ DELGADO, M. y BENAVIDES, C. Op. Cit. p51.

ST52, ST23, P5, ST50, ST45, ST26 y ST6 cuyos promedios estuvieron comprendidos entre 19.54 y 14.23 gramos.

Imués. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 5) se observó que en la localidad de Imués el peso de granos por panoja osciló entre 4.5 y 19.45 gramos. Los genotipos ST35, ST53, ST23, SL47, ST50, ST26, ST52 y ST6 alcanzaron los promedios de 19.45, 19.44, 17.62, 16.7, 15, 14.9, 13.83 y 8.3 gramos respectivamente, sin presentar diferencias significativas entre ellos, sin embargo el genotipo ST35, con un promedio de 19.45 gramos, presenta diferencias significativas frente a los genotipos ST15, ST49 y P5, con promedios de 6.11, 6.9 y 4.5 respectivamente.

Yacuanquer. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 5) se observó que en la localidad de Yacuanquer los promedios para la variable peso de granos por panoja osciló entre 6.91 y 11.79 gramos. Los genotipos ST50 y ST35 alcanzaron los más altos promedios con 11.9 y 10.8 gramos respectivamente valores no significativos entre ellos, pero superando significativamente a los genotipos ST26, ST52, ST23, ST53, ST49, SL47, P5, ST45 y ST6 cuyos promedios oscilaron entre 9.86 y 6.91 gramos, presentando los promedios más bajos para esta localidad.

Tangua. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 5) se observó que en la localidad de Tangua los promedios para la variable peso de granos por panoja estuvo comprendido entre 6.182 y 8.378gramos, sin presentar diferencias estadísticas entre los materiales evaluados

En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 5) para las localidades se encontró que la localidad de Mapachico es la que presentó el mayor promedio en canto a la variable peso de granos por panoja con 18.95 gramos presentando diferencias significativas con respecto a las localidades de Imués, Yacuanquer y Tangua, donde se obtuvieron promedios de 12.51, 9.41 y 7.06 gramos respectivamente.

Tabla 5. Comparación de promedios para la variable peso de granos por panoja (gr) en evaluación de 12 genotipos de quinua de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño. Prueba de Tukey

MAPACHICO			IMUES			YACUANQUER			TANGUA		
GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY	GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY	GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY	GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY
ST53	23.4	A	ST35	19.45	A	ST50	11.9	A	ST50	8.378	A
ST15	21.35	AB	ST53	19.44	AB	ST35	10.8	AB	ST6	8.365	A
SL47	20.23	ABC	ST23	17.62	ABC	ST15	10.745	BC	ST23	7.983	A
ST49	19.54	ABCD	SL47	16.7	ABCD	ST26	9.86	C	SL47	7.94	A
ST35	19.54	E	ST50	15	ABCDE	ST52	9.73	C	ST52	6.98	A
ST52	19.45	E	ST26	14.9	ABCDE	ST23	9.56	C	ST53	6.97	A
ST23	19.34	E	ST52	13.83	ABCDE	ST53	9.48	C	ST15	6.65	A
P5	18.28	E	ST6	8.3	ABCDEF	ST49	8.83	C	P5	6.334	A
ST50	17.58	E	ST45	7.45	BEFG	SL47	8.57	C	ST6	6.33	A
ST45	17.46	E	ST15	6.11	FG	P5	8.5	C	ST35	6.32	A
ST26	16.54	E	ST49	6.9	H	ST45	8.2	C	ST45	6.25	A
ST6	14.23	E	P5	4.5	H	ST6	6.91	C	ST49	6.182	A
PROMEDIO LOCALIDAD	18.95	A		12.51	B		9.41	C		7.06	D

Fuente: Esta investigación.

Comparador Tukey al 5%

Promedios con la misma letra son estadísticamente similares.

En la comparación de promedios de Tukey para genotipos (Tabla 6) se encontró que los promedios oscilaron entre 9.35 14.82 gramos. Los genotipos ST53, ST15, SL47, ST49, ST35, ST52 y ST23 con promedios de peso de granos por panoja entre 14.82 y 11.9 gramos no presentan diferencias significativas entre ellos. Sin embargo los genotipos ST53, ST15, SL47 y ST49 con promedios de 14.82, 14.03, 13.62 y 13.34 respectivamente superan estadísticamente a los genotipos ST45, ST26 y ST6 los cuales presentan los promedios más bajos con 9.84, 9.45 y 9.35 gramos respectivamente.

Singh (1985)⁶⁰ manifiesta que es posible que el resultado anterior se deba a características genéticas de cada uno de los materiales estudiados, los cuales aprovecharon en su medida las condiciones de precipitación y temperatura, factores que permiten trasladar nutrientes y acumular energía trasportándolos a los órganos reproductores para formar el grano.

Es importante tener en cuenta que el peso de la semilla está relacionado con el tamaño de la misma y que su expresión depende en alto grado de los genes mayores que gobiernan este carácter, pero también influyen las condiciones ambientales en la época de llenado de grano y a la adaptación que el material presente en la región de estudio⁶¹.

De la misma forma se puede afirmar que los materiales evaluados tienen distinta capacidad de transformar la luz captada en energía y transmitirla a los órganos reproductores para formar el grano, este proceso de transformación depende del genotipo a sembrar, y a las condiciones de clima.⁶²

⁶⁰ SINGH, S.P. Conceptos básicos para el mejoramiento de frijol. In frijol. Investigación y producción. Cali. Colombia, CIAT. 1985. Pp 109-127.

⁶¹ ENRIQUEZ, C. y RAMOS, M. Comportamiento productivo de 12 variedades de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*) en cuatro localidades fiqueras del municipio de la florida departamento de Nariño. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 2008

⁶² SINGH, S.P. Op. Cit. p 45.

Tabla 6. Comparación de promedios de Tukey para la variable peso de granos por panoja (gr) en evaluación de 12 genotipos de quinua de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño

GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY
ST53	14.82	A
ST15	14.03	A
SL47	13.62	A
ST49	13.34	A
ST35	13.2	AB
ST52	12.5	AB
ST23	11.9	ABC
P5	11.213	BCD
ST50	10.363	CD
ST45	9.84	D
ST26	9.45	D
ST6	9.35	D

Tukey al 5%

Genotipos con la misma letra no presentan diferencias significativas

Al respecto Benavides y Rodríguez (2007)⁶³, encontraron que para esta variable peso el promedio de grano por panoja oscilo entre 28 y 12.8 gramos. Sobresaliendo los materiales Piartal S50, Tunkahuan S44, Tunkahuan S39, SL47, S164, Tunkahuan S20, SL47 (t) y SL47S105 con promedios que están entre 28 a 21.13 gramos y un grupo con conformado por Piartal S51, Piartal S48, Piartal S16 y Piartal S36 que presentaron los promedios más bajos comprendidos entre 17.5 y 13.3 gramos.

3.1.4 Longitud de panoja: Para esta variable el análisis de varianza combinado muestra que no se presentaron diferencias significativas entre genotipos, pero si hay diferencias significativas entre localidades y localidad por genotipo (Anexo D).

Mapachico. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 7) se observó que en la localidad de Mapachico para la variable longitud de panoja (cm) los promedios oscilaron entre 20.16 y 39.3cm. Los genotipos ST53, ST35, SL47, ST23, ST15 y ST52 obtuvieron promedios de 39.3, 35.5, 35.16, 34.7, 34.1, y 34.1 cm respectivamente, sin presentar diferencias estadísticas entre ellos, sin embargo es el genotipo ST53 que con un promedio de 39.3 cm., presenta diferencias significativas frente a los genotipos ST50, ST45, ST49, ST26 y ST6 cuyos promedios oscilaron entre 33.8 y 20.16 centímetros, presentando los promedios más bajos para esta localidad.

Imués. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 7) se observó que en la localidad de Imués para la variable longitud de panoja (cm) los promedios oscilaron entre 20.2 y 27.4 cm. Los genotipos P5, ST35, ST53, ST50, ST45 y SL47 alcanzaron los promedios más altos con 27.4, 24.4, 24, 23.3, 23.2, 23.1 cm respectivamente, presentando diferencias significativas frente al resto de genotipos evaluados ST15, ST52, ST6, ST49, ST23 y ST26 cuyos promedios oscilaron entre 20.2 y 22.06 cm.

⁶³ BENAVIDES A. y RODRIGUEZ C. Op. Cit. p 59.

Tabla 7. Comparación de promedios para la variable longitud de panoja (cm) en evaluación de 12 genotipos de quinua de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño. Prueba de Tukey

MAPACHICO			IMUES			YACUANQUER			TANGUA		
GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY	GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY	GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY	GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY
ST53	39.3	A	P5	27.4	A	ST6	22.76	A	ST50	19.2	A
ST35	35.5	AB	ST35	24.4	A	SL47	22.15	A	ST6	19.1	AB
SL47	35.16	AB	ST53	24	A	P5	21.5	A	P5	18.26	ABC
ST23	34.7	ACD	ST50	23.3	A	ST35	21.35	A	ST35	17	ABCD
ST15	34.1	ACD	ST45	23.2	A	ST23	21.02	A	ST23	16.45	D
ST52	34.1	ACD	SL47	23.1	A	ST15	20.6	A	ST45	15.3	D
ST50	33.8	D	ST15	22.06	B	ST45	20.5	A	ST53	15.3	D
ST45	33.76	D	ST52	22	B	ST50	19.4	A	ST49	14.05	D
ST49	33.1	D	ST6	21.35	B	ST53	19	A	SL47	13.07	D
ST26	32.44	D	ST49	20.43	B	ST49	19	A	ST52	13.03	D
ST6	24.1	E	ST23	20.3	B	ST52	18.8	A	ST26	12.3	D
P5	20.16	E	ST26	20.2	B	ST26	18.2	A	ST15	11.4	D
PROMEDIO LOCALIDAD	32.51	A		22.64	B		20.40	C		15.37	D

Fuente: Esta investigación.

Comparador Tukey al 5%

Promedios con la misma letra son estadísticamente similares.

Yacuanquer. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 7) se observó que en la localidad de Yacuanquer los promedios para la variable longitud de panoja oscilaron entre 18.2 y 22.76 cm. sin presentar diferencias significativas entre los genotipos evaluados.

Tangua. En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 7) se observó que en la localidad de Tangua los promedios para la variable longitud de panoja estuvo comprendido entre 11.4 y 19.2cm. Los genotipos ST50, ST6, P5 y ST35 presentaron los más altos promedios, con 19.2, 19.1, 18.26 y 17cm respectivamente, valores no significativos entre ellos. Por otra parte se destaca un grupo formado por los genotipos ST23, ST45, ST53, ST49, SL47, ST52, ST26 y ST15, con promedios que oscilaron entre 16.45 y 11.4, valores estadísticamente diferentes con respecto al genotipo ST50 que tiene un promedio de 19.2 cm.

En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 7) para las localidades se encontró que la localidad de Mapachico es la que presentó el mayor promedio en canto a la variable longitud de panoja (cm) con 32.51 cm presentando diferencias significativas con respecto a las localidades de Imués, Yacuanquer y Tangua, donde se obtuvieron promedios de 22.64, 20.40 y 15,37cm. respectivamente.

En la comparación de promedios de Tukey para genotipos (Tabla 8) se encontró que el promedio para la variable longitud de panoja está comprendido entre 20.08 y 24.56 cm., siendo todos los genotipos estadísticamente similares.

Delgado y Benavidez (2000)⁶⁴ para esta variable encontraron diferencias en las dos localidades de evaluación Pasto y Córdoba. En Pasto la selección S10 presenta la mayor longitud de panoja con 38 cm y la menor longitud de fue para S1, S2, S3, S4, S5 y S8 con 19 a 24 cm, en Córdoba S6 presentó la mayor longitud de panoja con 44 cm, S10 también presentó panoja larga con 43 cm de longitud, la panoja más corta la presentó S2, S3 y S5 con 24 a 26 cm.

⁶⁴ DELGADO, M. y BENAVIDS, C. Op. Cit. p. 48

Tabla8. Comparación de promedios de Tukey para la variable longitud de panoja (cm) evaluación de 12 genotipos de quinua de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño

GENOTIPO	PROMEDIO	TUKEY
ST35	24.56	A
ST53	24.4	A
ST50	23.92	A
SL47	23.37	A
ST45	23.19	A
ST23	23.11	A
ST15	22.04	A
ST52	21.9	A
P5	21.83	A
ST6	21.8	A
ST49	21.645	A
ST26	20.8	A

Tukey al 5%

Genotipos con la misma letra no presentan diferencias significativas

Comparando las selecciones por localidades de siembra Delgado y Benavides (2000)⁶⁵ también encuentran que en Córdoba se dieron las mayores longitudes de panoja con un promedio de 33 cm con relación a Pasto donde las longitudes fueron de 26 cm en promedio, debido a las condiciones de fertilidad siendo más favorables en Córdoba.

Esto también se pueden reconfirmar con los valores encontrados por Benavides y Rodríguez (2007) ⁶⁶, en la evaluación y selección de 16 selecciones promisorias de quinua, quienes encontraron que el promedio de longitud de panoja está entre 45.25 y 32.58 cm. Las mayores longitudes se obtuvieron en Blanca de Jericó, Tunkahuan S44, Piartal S50, SL47 S164, SL47 S133, Tunkahuan S39, con promedios que oscilaron entre 45.25 a 40.47 cm superando a las selecciones SL47 S95, SL47 S100, Piartal S36 y SL47 S112 con promedios entre 33.9 a 32.58 cm .

Si se tiene en cuenta estas conclusiones los datos del presente trabajo también coinciden al tener los promedios más altos para la variable longitud de panoja en las dos zonas con mejores condiciones de suelo en este caso Pasto e Imués, con 32.51 y 22.64 cm respectivamente, con lo cual se puede concluir que esta variable también se ve directamente afectada por las condiciones ambientales y de fertilidad de los suelos.

3.1.5 Peso de 1000 granos. El análisis de varianza combinado para la variable peso de 1000 granos mostró diferencias significativas entre localidades, **sin** embargo para el factor genotipo y la interacción localidad por genotipo no se presentaron diferencias significativas (Anexo E).

3.1.6 Rendimiento. El análisis de varianza combinado para la variable rendimiento, muestra diferencias altamente significativas entre localidades y para la interacción localidad por genotipo, para el factor genotipo se presentan diferencias significativas. (Anexo F)

La Tabla 9 de promedios de Tukey para genotipos se encontró que los rendimientos de los genotipos evaluadas oscilaron entre 1138 kg/ha y 912.64

⁶⁵ DELGADO, M. y BENAVIDS, C. Op. Cit. p. 48.

⁶⁶ BENAVIDES, A. y RODRIGUEZ, M. Op. Cit. p 57.

kg/ha Igualmente se establece que los genotipos ST53, ST50, SL47, ST35, ST15, ST49, P5, ST23 y ST52, con rendimientos promedios que oscilaron entre 1138 y 973.1 kg/ha, no presentan diferencias significativas entre ellos. Sin embargo el genotipo ST53 es el que presenta diferencias significativas con respecto a los genotipos ST26, ST45 y ST6 los cuales presentaron los promedios más bajos con 966.87, 948.19 y 912.64 kg/ha., respectivamente.

Tabla 9: Comparación de promedios de Tukey para la variable rendimiento en (Kg./ha.) en evaluación de doce genotipos de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño.

GENOTIPOS	RENDIMIENTO EN (Kg./ha.)	SIGNIFICANCIA	
ST53	1138.28	A	
ST50	1069.94	A	B
SL47	1062.01	A	B
ST35	1028.52	A	B
ST15	1024.15	A	B
ST49	1010.21	A	B
P5	1009.75	A	B
ST23	984.96	A	B
ST52	973.18	A	B
ST26	966.87		B
ST45	948.19		B
ST6	912.64		B

Fuente: Esta investigación
 Comparador de Tukey al 5%
 Promedios con la misma letra son estadísticamente similares

Cruz (1992)⁶⁷ afirma que cuando los genotipos difieren en su constitución genética estos pueden ser afectados por los factores ambientales (altitud, temperatura, fotoperiodo etc.) lo cual podría explicar el mejor rendimiento de los genotipos con mejor producción.

A si mismo Guerrero (1983)⁶⁸ menciona que entre los factores que inciden en la productividad de los cultivos se encuentra el potencial genético, condiciones de suelo y condiciones climáticas (precipitación, temperatura e intensidad y duración lumínica) y otros subfactores presentes en el suelo como densidad y drenaje.

También es importante considerar que el rendimiento es un carácter complejo que es gobernado por muchos genes y que interactúa con el ambiente lo cual hace que el carácter presente entre intermedia y baja heredabilidad en la mayor parte de los casos. Lo anterior sugiere la necesidad de probar los genotipos en distintos ambientes, porque es posible que muchos genes para rendimiento que no se manifestaron en una determinada zona de estudio puedan expresarse en otras localidades y se pueda conseguir algún genotipo que constituya una nueva alternativa de producción. CIAT (1989)⁶⁹

Al respecto Vásquez y Lepiz (1981)⁷⁰ afirman que los materiales con menores rendimientos puede ser una respuesta a la menor capacidad competitiva por agua, luz y nutrientes o por la influencia de los factores ambientales.

En la comparación de promedios de Tukey para ambientes (Tabla 10) se encontró que Mapachico es el ambiente con mayor producción con un promedio de 2291 kg/ha, presentando diferencias significativas con respecto a las

⁶⁷ Cruz, R. Métodos alternativos en la interacción genotipo ambiente. In. Memorias simposio interacción genotipo ambiente en geotecnia vegetal. Sociedad mejicana de fitogenética. Guadalajara, México. 1992. 128p.

⁶⁸ GUERRERO, A. El cultivo de las leguminosas de grano. Madrid: Mundi-prensa,1983. 359p.

⁶⁹ CIAT. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Enfermedades bacterianas de frijol: Introducción y control. Cali, Colombia. CIAT, 1989. Pp 25-37

⁷⁰ VASQUEZ, N. y LEPIZ, I. Adaptación, evaluación y selección de genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones críticas en temporal en el norte de Guanajuato. Chapingo (México) 31-34. 1981.

localidades de Imués con 1011.54 kg/ha, Yacuanquer con 423.76 kg./ha. y Tangua con un promedio de 316.48 kg/ha.

Tabla 10: Comparación de promedios por localidades para rendimiento en (Kg./ha.) en evaluación de doce genotipos de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño.

LOCALIDAD	RENDIMIENTO EN (Kg./ha.)	SIGNIFICANCIA
MAPACHICO	2291.13	A
IMUES	1011.54	B
YACUANQUER	423.76	C
TANGUA	316.48	D

Fuente: Esta investigación
 Comparador de Tukey al 5%
 Promedios con la misma letra son estadísticamente similares

Promedios que concuerdan con los resultados obtenidos por Delgado y Benavides (2000)⁷¹ quienes encontraron que en Pasto los rendimientos oscilaron entre 985 y 2274 kg/ha, mientras que en Córdoba los promedios oscilaron entre 1376 y 2456 kg/ha.

Igualmente Benavides y Rodríguez (2007)⁷² encontraron que el promedio de producción estuvo comprendido entre 3483 y 1433.56 kg/ha. Las selecciones más productivas son Tunkahuan S44, SL47 S164, SL47 S133, SL47 (t), Piartal S50 y Tunkahuan S39 con rendimientos promedios que oscilaron entre 3483.65 y 3021.93 kg/ha. Mientras que Piartal S48, SL47 S105, Piartal S16, Tunkahuan (t),

⁷¹ DELGADO, M. y BENAVIDES, C. Op. Cit. p. 57.

⁷² BENAVIDES, A. y RODRIGUEZ, M. Op. Cit. p 63.

Blanca de Jericó , Piartal S81, Piartal (t), SL47 S100, Piartal S36, SL47 S95, SL47 S90 y SL47 S112 presentan los promedios más bajos con 2696.79 a 1433.56 kg/ha.

Mapachico. En la prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 11) se observó que es la localidad de Mapachico donde se obtienen los mayores rendimientos, oscilando sus producciones entre 2836 kg/ha. y 1916 kg/ha. Los genotipos ST53, SL47, ST15, ST35, ST49, ST23 y P5, obtuvieron promedios que oscilaron entre 2836.7 kg/ha y 2258.1 kg/ha, valores estadísticamente similares entre si. De igual forma cabe destacar que el genotipo ST53 con un promedio de 2836.7 kg/ha., presentó diferencias significativas frente a los genotipos ST45, ST52 ST50, ST26 Y ST6 con promedios entre 2164.2 y 1916.1 kg/ha.

Imués. En la prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 11) se observó que en la localidad de Imués, los rendimientos oscilaron entre 1138 y 912 kg./ha. sin presentar diferencias estadísticas significativas entre los genotipos evaluados.

Yacuanquer. En la prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 11) se observó que en la localidad de Yacuanquer la producción de los genotipos evaluados, oscilo entre 579 y 297 kg./ha., sin presentar diferencias estadísticas significativas entre ellos.

Tangua. En la prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 11) se observó que en la localidad de Tangua los rendimientos oscilaron entre 661.3 y 190.8 kg./ha. El genotipo ST50 fue el más productivo con 661.3 kg/ha., presentando diferencias significativas con respecto al resto de genotipos evaluados.

Las diferencias encontradas en cuanto a rendimiento en los distintos ambientes se debe posiblemente a las diferentes condiciones edafoclimáticas de cada una de las zonas en estudio. Igualmente podemos afirmar que el mayor rendimientos de los genotipos evaluados en este trabajo está relacionado con su adaptación a cada zona que permitió una mejor expresión de los genes que controlan esta característica.

CIAT (1989)⁷³ sostiene que un genotipo alcanza su mejor comportamiento en un ambiente determinado y no necesariamente en todos los ambientes.

⁷³ CIAT. Op. Cit. p. 2.

Tabla 11: Comparación de promedios en cada una de las localidades para la variable rendimiento (Kg./ha.) en evaluación de doce genotipos de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño.

GENOTIPOS	MAPACHICO	IMUES	YACUANQUER	TANGUA
ST53	2836.7 A	1138.25 A	329.7 A	248.5 B C
SL47	2580.6 A B	1062 A	377.1 A	228.4 B C
ST15	2512.3 A B	1024.08 A	297.4 A	262.9 B C
ST35	2331.5 A B C	1028.45 A	507.3 A	246.8 B C
ST49	2326.5 A B C	1010.15 A	513.5 A	190.8 C
ST23	2307.0 A B C	984.95 A	382.8 A	265.2 B C
P5	2258.1 A B C	1007.83 A	416.2 A	356.9 B C
ST45	2164.2 B C	954.33 A	326.6 A	347.7 B C
ST52	2129.5 B C	973.18 A	399.8 A	390.3 B
ST50	2087.0 B C	1075.75 A	455.7 A	661.3 A
ST26	2044.2 B C	966.85 A	579.2 A	277.3 B C
ST6	1916.1 C	912.63 A	500.0 A	321.9 B C
C.V.	10.39	6.77	28.59	24.61
DMS	591.51	170.26	300.85	193.42

Fuente: Esta investigación
 Comparador de Tukey al 5%
 Promedios con la misma letra son estadísticamente similares

De acuerdo con Delgado y Benavides (2000)⁷⁴, los rendimientos son mayores a una tonelada, debido a una mayor longitud de panoja, a una mayor altura de planta y posiblemente a un mayor número de plantas altamente productivas por unidad de superficie, debido a las condiciones de clima y suelo favorables para el desarrollo de la planta.

Por lo tanto se puede establecer que en las localidades de Tangua y Yacuanquer no se cumplió con las condiciones principalmente de precipitación y de suelos que el cultivo requiere para obtener altos rendimientos.

⁷⁴ DELGADO, M. y BENAVIDES, C. Op. Cit. p57

3.1.7 Análisis de Adaptabilidad y Estabilidad. Con base en la metodología propuesta por Eberthart y Russell (1966), el análisis de varianza para la variable rendimiento, mostró diferencias altamente significativas para la interacción localidad por genotipo, se considera que se cumple las condiciones requeridas para realizar el cálculo de parámetros de estabilidad (Anexo K)

En la Tabla 12 se observa el resultado de los rendimientos y parámetros de estabilidad obtenidos por la metodología de Eberthart y Russell (1966), igualmente en la Tabla 13 y 14 se observan las pruebas de hipótesis para establecer la significancia de los parámetros de estabilidad donde un material es estable si su coeficiente de regresión (b_i), es igual a 1 (uno) y la desviación de la regresión (S_{2di}), es igual a 0 (cero). Entonces un genotipo ideal será aquel que cumpla el punto anterior, además de tener una media alta en el comportamiento del rendimiento.

Vásquez y Lepiz (1981)⁷⁵, mencionan que un valor de 1 o cercano a 1 en el coeficiente de regresión y desviación igual a cero, determinan las características ideales para las condiciones del cultivo en las zonas de estudio y así poder determinar si un genotipo es o no estable.

Sañudo y Betancourth (2005)⁷⁶ indica que la metodología de Eberthart y Russell mide estadísticamente la estabilidad fenotípica, determinando el comportamiento uniforme y predecible de uno o más genotipos evaluados a través del tiempo y localidades, es decir en distintos ambientes. La estabilidad puede ser biológica o agronómica. La primera se considera como el comportamiento constante si variación de un genotipo en todos los ambientes donde es avaluado, independientemente de que se las condiciones ambientales son favorables o no para el cultivo. En cambio, la estabilidad agronómica es la capacidad de un genotipo de responder al potencial productivo ofrecido por cada ambiente en donde es evaluado.

Los genotipos ST35, ST49, P5, ST52, ST26 y ST45 presentan un coeficiente de regresión ($b_i=1$), y la desviación de la regresión ($S_{2di}=0$), (Tabla 12), por lo tanto

⁷⁵ VASQUEZ, N. y LEPIZ, I. Adaptación, evaluación y selección de genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones críticas en temporal en el norte de Guanajuato. Chapingo (México) 31-34. 1981.

⁷⁶ SAÑUDO, Benjamín. y BETANCOURTH, Carlos. Fundamentos de fitomejoramiento. Pasto. Universidad de Nariño. UNIGRAF. 2005.P150.

estos genotipos cumplen con los criterios de adaptabilidad y estabilidad para los cuatro ambientes. Cabe destacar que el genotipo ST53 presenta un coeficiente de correlación ($b_i \neq 1$), superior a 1, pero la desviación de la regresión ($S_{2di}=0$), (Tabla12). Lo cual significa que este genotipo es específico para ciertos ambientes, además podemos afirmar que este es uno de los materiales más productivos con 1138.28 kg./ha.

La Tabla 12 igualmente indica que el genotipo ST50, con un coeficiente de regresión ($b_i=1$) y una desviación de la regresión $S_{2di}= 15981.3$ superior a cero, a pesar de ser un genotipo que presenta los mejores promedios en cuanto a producción en localidades desfavorables como Yacuanquer y Tangua, es un genotipo cuya respuesta a cambios ambientales no se ajusta a un modelo de regresión lineal, es decir $S_{2di} \neq 0$, además los rendimientos obtenidos en estas localidades son relativamente bajos (inferiores a 661.3 kg./ha.), lo cual hace pensar en la necesidad de explorar para estos ambientes nuevos genotipos que obtengan rendimientos más elevados.

Tabla 12: Parámetros de estabilidad en evaluación de doce genotipos de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño.

GENOTIPOS	PROMEDIO		Bi	Ho: b=1	S2di	Ho:s2di=0
ST53	1138.28	a	1.325	*	-4239.2	NS
ST50	1069.94	ab	0.789	NS	15981.3	*
SL47	1062.01	ab	1.186	*	-5047.2	NS
ST35	1028.52	ab	1.021	NS	556.6	NS
ST15	1024.15	ab	1.160	*	-3132.2	NS
ST49	1010.21	ab	1.032	NS	6094.3	NS
P5	1009.75	ab	0.973	NS	-4642.4	NS
ST23	984.96	ab	1.032	*	-5146.9	NS
P552	973.18	ab	0.901	NS	-3252.2	NS
ST26	966.87	b	0.846	NS	6018.6	NS
ST45	948.19	b	0.948	NS	-1357.6	NS
ST6	912.64	b	0.786	*	-2945.9	NS
DMS	168.7 Kg./ha.					

Fuente: Esta investigación

*: $b_i \neq 1$, $S_{2di} \neq 0$

NS: $b_i=1$, $S_{2di}=0$

De acuerdo a lo anterior CIAT (1989)⁷⁷ sostiene que los materiales adaptados con respecto a los que no lo están presentan menor rendimiento cuando el grupo de los genes adaptativos no responden al ambiente debido a las características del material y del ambiente.

**Tabla 13. Prueba de hipótesis para coeficiente de regresión (b_i),
Prueba de T $H_0: b_i=1$
Regla de decisión si $T_c < T_t$ ab. Se acepta $H_0=b_i=1$**

Genotipo	b_i	Sb_i	T_c	T_{tab}
ST53	1.325	0.019	17.011	4.30
ST50	0.789	0.093	2.276	4.30
SL47	1.186	0.006	30.567	4.30
ST35	1.021	0.048	0.431	4.30
ST15	1.160	0.029	5.610	4.30
ST49	1.032	0.067	0.480	4.30
P5	0.973	0.014	1.884	4.30
ST23	1.032	0.002	17.865	4.30
ST52	0.901	0.028	3.578	4.30
ST26	0.846	0.067	2.292	4.30
ST45	0.98	0.039	1.317	4.30
ST6	0.786	0.030	7.191	4.30

⁷⁷ CIAT. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Enfermedades bacterianas de frijol: Introducción y control. Cali, Colombia. CIAT, 1989. Pp 25-37

Tabla 14. Prueba de las desviaciones de la regresión donde

Ho: $S_{2di}=0$

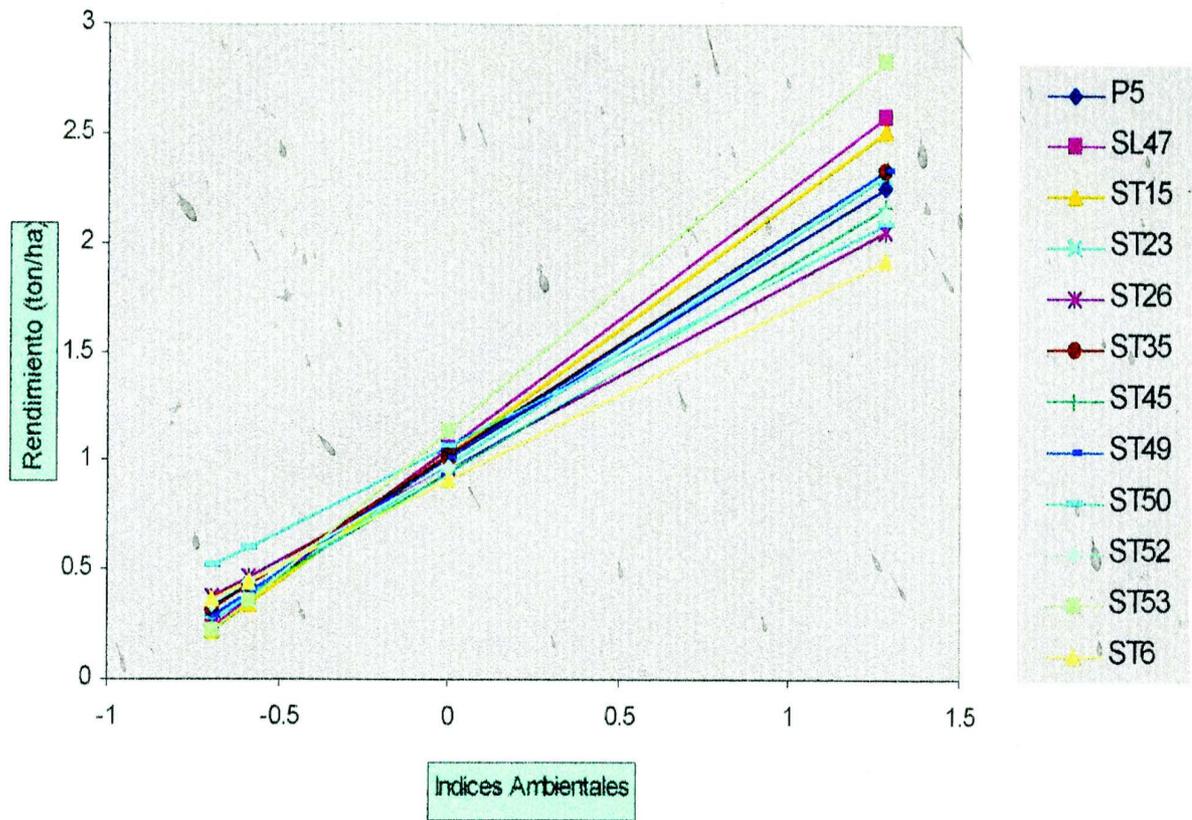
Regla de decisión: Si $F_c < F_t$ se acepta Ho= $S_{2di}=0$

Genotipo	S_{2di}	F_c	F_t
ST53	-4239.2	0.175	3.92
ST50	15981.3	4.110	3.92
SL47	-5047.2	0.018	3.92
ST35	556.6	1.108	3.92
ST15	-3132.2	0.390	3.92
ST49	6094.3	2.186	3.92
P5	-4642.4	0.097	3.92
ST23	-5146.9	0.002	3.92
ST52	-3252.2	0.367	3.92
ST26	6018.6	2.171	3.92
ST45	-1357.6	0.736	3.92
ST6	-2945.9	0.427	3.92

El índice ambiental (Tabla 15 y Figura 1.) que es una estimación del potencial de rendimiento en cada localidad, indica que es la localidad de Mapachico donde se presenta los más altos rendimientos, presentando un índice ambiental de 1.2 ton/ha., igualmente determina que las localidades de Tangua y Yacuanquer es donde se presentan las producciones más bajas.

Tabla 15. Rendimiento de acuerdo al índice ambiental de las localidades en evaluación de doce genotipos de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño

GENOTIPO	RENDIMIENTO PROMEDIO (ha.)	Localidad	TANGUA	YACUANQUER	IMUES	MAPACHICO
		Índice ambiental	-0.69424	-0.58696	0.00082	1.2804
		B	Rendimiento(Ton/Ha) según índice ambiental			
ST53	1.138	1.325	0.218	0.361	1.139	2.835
ST50	1.070	0.789	0.522	0.607	1.079	2.081
SL47	1.062	1.186	0.238	0.366	1.063	2.581
ST35	1.029	1.021	0.320	0.429	1.029	2.335
ST15	1.024	1.160	0.219	0.343	1.025	2.509
P5	1.010	0.973	0.334	0.438	1.011	2.256
ST49	1.010	1.032	0.293	0.404	1.011	2.332
ST23	0.985	1.032	0.268	0.379	0.986	2.307
ST52	0.973	0.901	0.348	0.444	0.974	2.127
ST26	0.967	0.846	0.380	0.470	0.968	2.050
ST45	0.948	0.948	0.290	0.391	0.949	2.163
ST6	0.913	0.786	0.365	0.452	0.913	1.918



Comportamiento de las 12 líneas de quinua en los cuatro ambientes de evaluación

Figura 2. Comportamiento de los doce genotipos de quinua dulce en los cuatro ambientes de evaluación

4. CONCLUSIONES

- Los ambientes más favorables para los doce genotipos de quinua de grano dulce evaluadas, fueron Mapachico e Imués, con rendimientos entre 2291.13 y 1011.54 kg./ha. Las localidades de Yacuanquer y Tangua se consideran ambientes desfavorables al presentar rendimientos promedios inferiores a 500kg./ha.
- Las líneas ST35, ST49, P5, ST52, ST26, ST45, presentan un comportamiento estable en los cuatro ambientes evaluados al obtener un coeficiente de regresión igual a uno ($b_i=1$) y la desviación de la regresión igual a cero ($S_{2di}=0$).
- La línea ST53 con un coeficiente de regresión mayor a uno ($b>1$) fue el genotipo que mejor se adaptó a los ambientes más favorables correspondiente a las localidades de Mapachico e Imués, además este genotipo muestra una respuesta consistente al presentar una desviación de la regresión igual a cero ($S_{2di}=0$).

RECOMENDACIONES

- Fomentar el cultivo de las líneas ST53, ST35, ST49, P5, ST52, por presentar un buen potencial productivo en localidades aptas para el cultivo del departamento de Nariño.
- Capacitar a los agricultores de las diferentes zonas trigueras del departamento de Nariño en el manejo técnico del cultivo de la quinua y así lograr posesionarlo como una alternativa de producción.

BIBLIOGRAFIA

ALPALA, Francisco. Comportamiento de Doce Variedades de Quinoa Dulce (*Chenopodium quinoa Willd*). En dos municipios del Departamento de Nariño. Pasto 1997, 70 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

ALVAREZ, M y VON RUTTE, S. Quinoa hacia su cultivo comercial. Genética. Quito: Latinreco, 1990. P. 5-19.

BENAVIDES, A. y RODRIGUEZ, M. Evaluación y selección de 16 selecciones promisorias de quinoa dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en el municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto. 2007. 76p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

BURGOS, L Y ZUÑIGA, J. Contribución al estudio de la quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*). Pasto 1966, 66 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

CARDOZO, A. et al. El cultivo de la quinoa en Colombia y Ecuador. In convención Internacional de Quenopodiaceas, 2^a , Potosí, Bolivia. IICA. 1976. 9p.

CIAT. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Enfermedades bacterianas de frijol: Introducción y control. Cali, Colombia. CIAT, 1989

CHAVEZ, José y PEREZ, Luis. Evaluación del Comportamiento Agronómico de cuatro Materiales Genéticos de Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) en tres zonas agroecológicas de Nariño. Pasto 1996, 91 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

CRUZ, R. Métodos alternativos en la interacción genotipo ambiente. In. Memorias simposio interacción genotipo ambiente en geotécnica vegetal. Sociedad mejicana de fitomejoramiento. Guadalajara. México. 1992. 128p.

DELGADO, Mariluz, y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). En los municipios de Pasto y Córdoba departamento de Nariño. Pasto.2000. 87p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño Facultad de Ciencias Agrícolas.

ENRIQUEZ, C. y RAMOS, M. Comportamiento productivo de 12 variedades de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*) en cuatro localidades figueras del municipio de la florida departamento de Nariño. Tesis. Ingeniero Agrónomo, Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 2008. 141p.

GANADARILLAS, H; NIETO, C y CASTILLO, R. Razas de quina en Ecuador, variabilidad del grano. Quito, Estación Experimental Santa Catalina. Boletín técnico, No 67. 1989. 16p.

GANDARILLAS, G y NIETO, C. La quina y la Kañiva: cultivos andinos. Bogotá, IICA, 1979, 227p.

GOMEZ, M y LOPEZ, A. Tipo de polinización en la quina (*Chenopodium quinoa Willd*) Chapingo. México. 1990. P15.

GUERRERO, A. El cultivo de las leguminosas de grano. Madrid: Mundi-prensa, 1983. 359p.

MUJICA, Ángel. Cultivo de quinua. Perú, Ministerio de Agricultura (INIAP), 1997. 130p.

NIETO, C; VIMOS, C.; MONTEROS, C.; CAICEDO, C y RIVERA, M. "INIAP-INGAPIRCA E INIAP-TUNKAHUAN". Dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina. Quito, Centro Experimental Santa Catalina. Boletín divulgativo No 288. 1992. 23p.

NIETO, C; CASTILLO, R Y PERALTA, E. Guía para la producción de semilla de quinua. Quito, Centro Experimental Santa Catalina. Boletín divulgativo No 186.1986. 8p.

NIETO, C CASTILLO, R y PERALTA, “INIAP- IMBALL A E INIAP-COCHASQUI”. Primeras variedades de quinua para la sierra ecuatoriana. Quito. Centro Experimental Santa Catalina. Boletín divulgativo No 187. 1986.16p.

PENGUENAN, J. y VITERI, J. Estudio fenológico de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en Obonuco Municipio de Pasto. Pasto, 1996, 48 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

TAPIA, M. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación: agronomía los cultivos andinos subexplotados. Bogotá: s.n.,1990. P 4858

SAÑUDO, Benjamín y ARTEAGA, Germán. La quinua un cultivo para el desarrollo de la zona Andina. Manejo técnico del cultivo de quinua dulce. Pasto. UNIGRAF.2002. p 56-70.

SAÑUDO, et al. Perspectivas de la quinua dulce para la región andina de Nariño. Ministerio de agricultura desarrollo rural. Pasto, UNIGRAF. 2005. 74P.

SAÑUDO, Benjamín. y BETANCOURTH, Carlos. Fundamentos de fitomejoramiento. Pasto. Universidad de Nariño. Editorial Universitaria. 2005. P150.

SINGH, S.P Conceptos básicos para el mejoramiento de frijol. In frijol. Investigación y producción. Cali, Colombia, CIAT, 1985. 32 p.

SUQUILANDA, Manuel. Quinua para la producción orgánica. Quito, Monserrat. 1995. 44p.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Variedad Mejorada de Quinua Dulce para la Región Andina para el Departamento de Nariño: Facianar Aurora, Pasto junio 2007. plegable 8p.

VASQUEZ, N. y LEPIZ, I. Adaptación, evaluación y selección de genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones críticas en temporal en el norte de Guanajuato. Chapingo (México) 31-34. 1981.

WAHLI, Christian. Quinoa hacia el cultivo comercial. Quito: Latinreco, 1990. 206p.

ANEXOS

ANEXO A. Análisis de varianza combinado para la variable altura de planta (cm) en evaluación de doce genotipos de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Tab.	Pr>F
LOCALIDAD	3	25746.085	8582.028	362.90	0.0001**
REP/LOCALIDAD	12	707.547	58.962	2.49	0.0056*
GENOTIPO	11	1101.095	100.099	4.23	0.0001**
LOCALIDAD*GENOTIPO	33	1462.855	44.328	1.87	0.0068*
ERROR	132	3121.6252	23.6486		
TOTAL	191	32139.209			
COEF. VARIACION		6.685			

Fuente: esta investigación

NS: No hay diferencias

*: Diferencias significativas

** :Diferencias altamente significativas

ANEXO B. Análisis de varianza combinado para la variable numero de panojas secundarias en evaluación de doce genotipos de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Tab.	Pr>F
LOCALIDAD	3	2730.408	910.136	15.39	0.0001**
REP/LOCALIDAD	12	170.228	14.185	2.11	0.0202*
GENOTIPO	11	165.276	15.025	2.24	0.0160*
LOCALIDAD*GENOTIPO	33	344.177	10.4296	1.55	0.0433*
ERROR	132	887.315	6.722		
TOTAL	191	4297.405			
COEF. VARIACION		10.015			

Fuente: esta investigación

NS: No hay diferencias

*: Diferencias significativas

** :Diferencias altamente significativas

ANEXO C. Análisis de varianza combinado para la variable peso de granos por panoja en evaluación de doce genotipos de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Tab.	Pr>F
LOCALIDAD	3	4001.1341	1333.71	339.24	0.0001**
REP/LOCALIDAD	12	92.204	7.683	1.95	0.0334NS
GENOTIPO	11	665.3891	60.489	15.39	0.0001**
LOCALIDAD*GENOTIPO	33	819.269	24.8263	6.31	0.0001**
ERROR	132	518.95	3.91		
TOTAL	191	6096.95			
COEF. VARIACION		16.56			

Fuente: esta investigación

NS: No hay diferencias

*: Diferencias significativas

** :Diferencias altamente significativas

ANEXO D. Análisis de varianza combinado para la variable longitud de panoja en evaluación de doce genotipos de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Tab.	Pr>F
LOCALIDAD	3	7296.677	2432.225	237.14	0.0001**
REP/LOCALIDAD	12	221.6845	18.473	1.80	0.0540NS
GENOTIPO	11	195.97	17.815	1.74	0.0719NS
LOCALIDAD*GENOTIPO	33	848.601353.84	25.715	2.51	0.0001**
ERROR	32	153.84	10.25637		
TOTAL	191	9916.778			
COEF. VARIACION		14.100			

Fuente: esta investigación

NS: No hay diferencias

*: Diferencias significativas

** :Diferencias altamente significativas

ANEXO E. Análisis de varianza combinado para la variable peso de 1000 granos en evaluación de doce genotipos de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Tab.	Pr>F
LOCALIDAD	3	32.344	10.781	224.51	0.0001**
REP/LOCALIDAD	12	1.2835	0.10696	2.23	0.0137NS
GENOTIPO	11	0.21307	0.01937	0.40	0.9525NS
LOCALIDAD*GENOTIPO	33	1.3188	0.03996	0.83	0.7249NS
ERROR	132	6.3389	0.0480		
TOTAL	191	41.4986			
COEF. VARIACION		6.4089			

Fuente: esta investigación

NS: No hay diferencias

*: Diferencias significativas

** :Diferencias altamente significativas

ANEXO F. Análisis de varianza combinado para la variable rendimiento (Kg/Ha) en evaluación de doce genotipos de grano dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en cuatro municipios trigueros del departamento de Nariño.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Tab.	Pr>F
LOCALIDAD	3	118364990.40	3954996.8	1919.49	0.0001**
REP/LOCALIDAD	12	666490.37	55540.864	2.70	0.0027*
GENOTIPO	11	646925.1789	58811.379	2.86	0.0021*
LOCALIDAD*GENOTIPO	33	3402707.861	103112.35	5.02	0.0001**
ERROR	132	2713256.172	20554.97		
TOTAL	191	125794369.98			
COEF. VARIACION		14.18489			

Fuente: esta investigación

NS: No hay diferencias

*: Diferencias significativas

** :Diferencias altamente significativas