

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE 16 SELECCIONES PROMISORIAS DE  
QUINUA DULCE (*Chenopodium quinua Willd*) EN EL MUNICIPIO DE PASTO,  
DEPARTAMENTO DE NARIÑO

ALEXANDRA BENAVIDES HERNÁNDEZ  
MARIAN JULIETH RODRÍGUEZ BOLAÑOS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
SAN JUAN DE PASTO  
2007

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE 16 SELECCIONES PROMISORIAS DE  
QUINUA DULCE (*Chenopodium quinua Willd*) EN EL MUNICIPIO DE PASTO,  
DEPARTAMENTO DE NARIÑO

ALEXANDRA BENAVIDES HERNÁNDEZ  
MARIAN JULIETH RODRÍGUEZ BOLAÑOS

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

PRESIDENTE DE TESIS  
CARLOS BETANCOURTH GARCIA I.A, M.Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
SAN JUAN DE PASTO  
2007

“Las ideas y conclusiones aportadas en la 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

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

Germán Arteaga Meneses I.A, M.Sc  
Presidente del Jurado

Benjamín Sañudo Sotelo I.A.  
Jurado

Néstor Angulo Ramos I.A MSc.  
Jurado

San Juan de Pasto, Noviembre del 2007

## DEDICACIÓN

*Dios, a la memoria de mi padre Jaime Benavides, a mi madre Graciela Hernández, a Mariana Bastidas y Franco Hernández mis segundos padres; a mis hermanos Miller y Víctor; a mis primos Daniel, Andrés, Carlos y Mario; a mis sobrinos Natalia y Adrián; mis tíos Javier, Miguel, Jael, a Edwin Mora a mis queridos amigos y demás familiares.*

*ALEXANDRA BENAVIDES HERNÁNDEZ*

*DEDICO A:*

*Dios, a mis padres Carlos Rodríguez y Judith Bolaños, por su sacrificio, amor y comprensión; a mis hermanos Katherin y Carlos Mario, aliciente para seguir adelante, a mis abuelos, tíos, amigos y a todas las personas que me han acompañado en este camino .*

*MARIAN JULIETH RODRIGUEZ BOLANOS*

## 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 Sotelo. Ingeniero Agrónomo Docente jubilado Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Germán Arteaga Meneses. Ingeniero Agrónomo M.Sc. Decano Facultad de ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Néstor Ángulo Ramos. Ingeniero Agrónomo M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Marino Rodríguez Rodríguez. Ingeniero Agrónomo M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Álvaro Castillo Marín. Ingeniero Agrónomo. Esp. Secretario Facultad de Ciencias Agrícolas. 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

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1. MARCO TEÓRICO	22
1.1 GENERALIDADES	22
1.1.1 Origen y distribución	22
1.1.2 Problemática	23
1.2 CLIMA Y SUELO	23
1.2.1 Aspectos climáticos	23
1.2.2 Suelos	24
1.3 CULTIVO	25
1.3.1 Época de siembra	25
1.3.2 Preparación del terreno	25
1.3.3 Siembra	25
1.3.4 Desyerbas	26
1.3.5 Fertilización	26
1.3.6 Cosecha	27
1.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES	27
1.4.1 Plagas	27
1.4.2 Enfermedades	28
1.5 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS VARIETALES.	30
1.5.1 Características morfológicas	30



1.5.2	Ciclo de vida.	31
1.5.3	Tamaño de grano	32
1.6	MEJORAMIENTO EN QUINUA	32
1.6.1	Técnicas de mejoramiento.	32
1.6.2	Selección individual panoja- surco	32
1.6.3	Selección individual en mejoramiento de especies autogamas	33
1.6.4	Teoría de la línea pura	34
1.7	GERMOPLASMA DE GRANO DULCE	34
2.	DISEÑO METODOLÓGICO	39
2.1	LOCALIZACIÓN	39
2.2	GENOTIPOS DE EVALUACIÓN	39
2.3	DISEÑO EXPERIMENTAL	39
2.4	ÁREA EXPERIMENTAL.	39
2.5	LABORES DE CULTIVO	39
2.6	VARIABLES EVALUADAS	42
2.6.1	Características fenológicas	42
2.6.1.1	Días a emergencia	42
2.6.1.2	Días a panojamiento	42
2.6.1.3	Días a floración	42
2.6.1.4	Días a grano formado	42
2.6.1.5	Días a madurez de cosecha	42
2.6.2	Evaluación de mildew veloso	42

2.6.3	Componentes de rendimiento	43
2.6.3.1	Altura de plantas	43
2.6.3.2	Longitud de la panoja central	43
2.6.3.3	Número de ramas secundarias	43
2.6.3.4	Peso de granos por panoja	43
2.6.3.5	Peso de 1000 granos	43
2.6.3.6	Rendimiento en Kg./ha	44
2.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	44
2.8	SELECCIÓN DE GENOTIPOS	46
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
3.1	CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS	47
3.1.1	Días a emergencia	47
3.1.2	Días a panojamiento	48
3.1.3	Días a floración	49
3.1.4	Días a grano formado	49
3.1.5	Días a madurez de cosecha	52
3.2	EVALUACIÓN DE MILDEO VELLOSO	53
3.3	COMPONENTES DE RENDIMIENTO	55
3.3.1	Altura de plantas	55
3.3.2	Longitud de la panoja central	57
3.3.3	Número de ramas secundarias	59
3.3.4	Peso de granos por panoja	59

3.3.5	Peso de 1000 granos	61
3.3.6	Rendimiento	63
3.3.7	Correlaciones para componentes de rendimiento	65
3.4	SELECCIÓN DE GENOTIPOS	67
4.	CONCLUSIONES	69
5.	RECOMENDACIONES	70
	BIBLIOGRAFÍA	71
	ANEXOS	73

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Selecciones promisorios de quinua dulce	40
Cuadro 2. Escala de calificación del grado de ataque de mildew velloso ( <i>Peronospora farinosa</i> )	43
Cuadro 3. Escala calificatoria para el peso de 1000 granos.	44
Cuadro 4. Correlaciones entre componentes de rendimiento para 16 selecciones y cuatro testigos regionales de quinua dulce.	66

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resultados promedio de 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce para las características días a emergencia, días a panojamiento, días a floración, días a grano formado y días a madurez de cosecha.	50
Tabla 2. Comportamiento de 16 selecciones y cuatro testigos regionales de quinua dulce frente al ataque de mildew veloso. Prueba de Tukey.	54
Tabla 3. Comparación de promedios para altura de plantas para 16 selecciones y cuatro testigos regionales de quinua dulce. Prueba de Tukey.	56
Tabla 4. Comparación de promedios para longitud de la panoja para 16 selecciones y cuatro testigos regionales de quinua dulce. Prueba de Tukey.	58
Tabla 5. Comparación de promedios para peso de granos por panoja para 16 selecciones y cuatro testigos regionales de quinua dulce. Prueba de Tukey.	60
Tabla 6. Comparación de promedios para peso de 1000 granos para 16 selecciones y cuatro testigos regionales de quinua dulce. Prueba de Tukey.	62
Tabla 7. Comparación de promedios para rendimiento para 16 selecciones y cuatro testigos regionales de quinua dulce. Prueba de Tukey.	64
Tabla 8. Índice de selección para 16 selecciones y cuatro testigos regionales de quinua dulce.	68

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de campo de la distribución de selecciones de quinua dulce en un diseño de bloques al azar y 4 repeticiones.	41
Figura 2. Escala gráfica del grado de ataque de mildew veloso.	45
Figura 3. Emergencia de plántulas.	47
Figura 4. Inicio de Panojamiento y floración.	48
Figura 5. Resultados promedio de 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce para las características días a emergencia, días a panojamiento, días a floración, días a grano formado y días a madurez de cosecha.	51
Figura 6. Llenado de grano y madurez de cosecha de quinua dulce.	52

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis de varianza del porcentaje ataque de mildew veloso para 16 selecciones y cuatro testigos regionales de quinua dulce. (Cuadrados medios)	74
Anexo B. Análisis de varianza de los componentes de rendimiento, altura, longitud de panoja y número de ramas secundarias para 16 selecciones y cuatro testigos regionales de quinua dulce (Cuadrados medios).	75
Anexo C. Análisis de varianza de los componentes de rendimiento, peso de granos por panoja, peso de 1000 granos y rendimiento en Kg. /ha para 16 selecciones y cuatro testigos regionales de quinua dulce. (Cuadrados medios).	76

## RESUMEN

EL presente trabajo se llevó a cabo en el semestre A de 2006 con el objetivo de evaluar y seleccionar 16 selecciones de quinua dulce (*Chenopodium quinoa W.*), pertenecientes a la colección realizada por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, bajo las condiciones del corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto, ubicado a 2710 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 12° centígrados.

Las 16 selecciones, corresponden a S16, S36, S48, S50, S51, S81 (Piartal) S20, S39, S44 (Tunkahuan) S90, S95, S100, S105, S112, S133 Y S164 (SL47) las cuales se evaluaron junto con cuatro testigos regionales: Piartal, Tunkahuan, SL47 y Blanca de Jericó, bajo un diseño de Bloques al Azar y cuatro repeticiones; la evaluación tuvo en cuenta características fenológicas las cuales fueron interpretadas en forma descriptiva. La reacción a mildew velloso (*Peronospora farinosa*), altura de plantas, longitud de panoja, peso de granos por panoja, peso de mil granos y rendimiento, se interpretaron por medio de un análisis de varianza y pruebas de significancia de Tukey; además de aplicar correlaciones de Pearson y finalmente se aplicó la fórmula de índice de selección para obtener materiales sobresalientes.

Dentro de los resultados obtenidos fueron precoces los materiales Piartal S36, el testigo SL47 y sus selecciones; así como Piartal S48, Piartal S50, Tunkahuan S44, Piartal S51 y Piartal S39 con menos de 150 días a la madurez de cosecha . El grado de ataque de mildew velloso osciló entre 37.56 y 12.52 siendo los materiales menos afectados el testigo y las selecciones de SL47 y Piartal S20, con promedios menores a 14.47.

Todas las selecciones de SL47 y el testigo presentaron porte bajo con promedios inferiores a 87.2 cm., la mayor longitud de panoja la alcanzaron los materiales Piartal S39, Tunkahuan S20, SL47 S133, SL47 (t), Piartal S50, Tunkahuan S44 y Blanca de Jericó con promedios de 45.25 y 40.47. El número de ramas secundarias no presentó diferencias significativas.

Todos los materiales presentaron promedios superiores a 3.0 g en el peso de 1000 granos; así mismo el mayor peso de granos por panoja lo alcanzaron los materiales SL47, Piartal S39, Tunkahuan S44, Piartal S50 con promedios entre 23.48 y 28 g.

El mayor rendimiento lo presentaron los materiales Tunkahuan S44, SL47, SL47 S133, Tunkahuan S20, Piartal S50, Tunkahuan S39 con 3483.65 a 3021.92 a Kg. /ha. El análisis de correlación mostró que las variables longitud de la panoja y peso de granos por panoja están altamente correlacionadas con el rendimiento,



con coeficientes de 0.81 y 0.86 respectivamente, así el incremento de una de estas se ve reflejado en el rendimiento de manera positiva.

Como resultado de la aplicación de la ecuación índice de selección para las 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce, se encontró que SL47 testigo fue el mejor material con un IS de 0.98 superando a todos los materiales evaluados.

De la misma manera se encontró que en las diferentes variables evaluadas las selecciones procedentes de SL47 tuvieron un comportamiento agronómico similar al testigo SL47, considerando que la selección realizada en este trabajo fue a partir de una línea pura SL47 por lo que se considera como un proceso ineficiente.

## ABSTRACT

This research was carried out during the A 2006 Semester with the aim of evaluating and selecting 16 lines of sweet quinoa (*Chenopodium quinoa* W.), belonging to the collection done by the School of Agricultural Sciences of the University of Nariño, under the conditions of the hamlet of Mapachico, located at 2710 meters above the sea level, with an average temperature of 12 degrees centigrade.

The 16 lines correspond to the Piartal selections (S16, S36, S48, S50, S51, S81) Tunkahuan (S20, S39, S44) SL47 (S90, S95, S100, S105, S112, S133 and S164) which were evaluated with four regional testing's: Piartal, Tunkahuan, SL47 and Blanca from Jericho, under a design of Blocks at Random and four repetitions; the evaluation took into account the following variables: the cycle of life, interpreted in a descriptive way, the downy mildew (*Peronospora farinosa*) reaction, the height of the plants, the length of inflorescence, the weight of one thousand grains and the yield. These were interpreted by means of an ANOVA variance analysis and tests of Tukey significance; in some cases, the Pearson correlations were used and finally the index formula was applied to obtain outstanding genotypes.

Within the results obtained, the cycle of life was precocious for the selections S36 with 120 days and S90, S100, S105, S112, S133, S164, SL47 with 130 days; S48 and S50 with 138 days. The degree of the downy mildew attack oscillated between 12.52 and 37.56 and the genotypes which were the least affected were those belonging to the group SL47 and S20, with averages less than 14.47.

All of the SL47 selections showed a low behavior with averages less than 87.2 cm, the biggest length of the inflorescence was reached by the genotypes Blanca from Jericho, S44, S50, SL47, S133, S20, and S39 with averages of 40.47 and 45.25. The number of secondary branches did not show significant differences.

All the genotypes showed higher than 3.0 g. in the weight of 1000 grains; in the same way, the biggest weight of grains per inflorescence was reached by the genotypes SL47 testing, Tunkahuan S39, Tunkahuan S44, Piartal S50, with averages between 23.48 y 28 and g.

The biggest yield was produced by the genotypes Tunkahuan S44, SL47 testing, SL47 S133, Tunkahuan S20, Piartal S50, and Tunkahuan S39 with a production between 3483.65 and 3021.92 Kg. /hectare. The correlation analysis showed  $r^2=0.74$  between the length of the inflorescence and the weight of grains per inflorescence, besides, the latter showed  $r^2=0.86$  regarding the yield.

As a result of the application of the selection index equation in the 20 genotypes, it was found that SL47 testing was superior to every selection because showed a selection index of 0.98.

## GLOSARIO

**CULTIVAR** categorías de una especie, similares a las variedades, siendo mantenidos por los agricultores sin procesos técnicos de mejoramiento.

**FENOLOGIA** estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico, como la emergencia, la floración y la maduración de los frutos.

**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 o 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.

**PLANTAS AUTOGAMAS:** son aquellas plantas que se reproducen por autofecundación, los gametos que se unen para formar el cigoto proceden de la misma planta.

**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 secundarios, aunque permanentes.

## INTRODUCCIÓN

La quinua es una planta alimenticia de larga tradición en el departamento de Nariño, en el pasado formó parte importante de los sistemas de producción, pero hoy se encuentra relegada a pequeñas áreas, donde se observa cultivares con presencia de granos dulces y amargos, porte alto con ramificación abierta y maduración desuniforme y tardía; características que no han permitido al agricultor incorporar este cultivo dentro de los sistemas de producción.

Actualmente el cultivo de la quinua gracias a sus bondades nutricionales y múltiples utilidades, ha generado una demanda en los mercados tanto a nivel local como internacional. Lo que hace que este cultivo se muestre como una alternativa promisoría para las regiones cerealistas del municipio de Pasto y en general del departamento de Nariño, que atraviesa por un proceso de diversificación, y requiere incorporar al sistema productivo nuevas alternativas agrícolas, con potencial productivo y ventajas competitivas.

No obstante en la actualidad, frente a las oportunidades de un mercado internacional exigente en productos de alta calidad alimenticia e inocuos, es importante obtener diferentes variedades de quinua dulce que puedan acceder a estos mercados. En consecuencia a esto, se han realizado trabajos de mejoramiento que han permitido obtener por selección diferentes materiales de quinua dulce, los cuales requieren continuidad en los procesos de evaluación; bajo este criterio el presente trabajo se realizó con el cumplimiento de los siguientes objetivos:

-Evaluar y seleccionar 16 selecciones de quinua dulce obtenidas de las variedades Tunkahuan, Piartal y SL47.

-Determinar las características fenológicas, algunos componentes de rendimiento y la reacción al mildew veloso (*Peronospora farinosa*) de 16 selecciones de quinua dulce junto con 4 testigos regionales.

# 1 MARCO TEÓRICO.

## 1.1 GENERALIDADES

1.1.1. Origen y distribución La quinua es originaria de los Andes y ha sido cultivada desde Chile hasta Colombia<sup>1</sup>.

Según Wahli<sup>2</sup> la quinua se cultiva en Argentina, Chile, Colombia y Ecuador a nivel de pequeño agricultor y para autoconsumo. En Bolivia y Perú el cultivo está difundido en zonas marginales donde no hay otras alternativas agrícolas. Sin embargo, se ha despertado el interés en la quinua por el reconocimiento de su potencial agrícola y nutritivo. Aunque supera a los cereales más importantes en algunos nutrientes, es más notable en el contenido y calidad de sus proteínas, el verdadero valor de la quinua no es como un reemplazo de algunos alimentos sino más bien un complemento de ellos, para que alcancen un valor nutritivo alto.

En Nariño se cultiva tradicionalmente y en pequeña escala en el sur del departamento, principalmente en regiones de mayor arraigo indígena de los municipios de Ipiales, Contadero, Puerres, Córdoba, Aldana, Carlosama, Cumbal, y Guachucal en donde se establecen varios tipos de granos amargos, ciclo tardío y porte alto<sup>3</sup>.

El cultivo de la quinua se limitó a asentamientos indígenas presentes en las regiones frías de los municipios de Contadero, Puerres, Córdoba, Potosí, Ipiales, Aldana y Carlosama, bajo sistemas intercalados con maíz y frijol voluble, haba calabaza y chocho. Su producción se destina a la alimentación de las familias que la cultivan y a su venta en Pasto, Ipiales y Tuquerres<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup>ALVAREZ. M, PAVON. J y VONN RUTTE, S. Caracterización de la quinua hacia su cultivo comercial. 1990 P. 10

<sup>2</sup> WAHLI, Christian. Quinua hacia su cultivo comercial: Quito Nestle, latinreco. 1990. p1.

<sup>3</sup>SAÑUDO, Benjamín y ARTEAGA, German. La quinua un cultivo para el desarrollo de la zona Andina. Manejo técnico del cultivo de quinua dulce. Pasto. Unigraf. 2002. p56

<sup>4</sup> 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 87p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño Facultad de Ciencias Agrícolas. p 1

1.1.2. Problemática del cultivo de la quinua. Según Alpala<sup>5</sup> la quinua se cultivó de manera tradicional en las regiones frías del departamento de Nariño, con presencia de cultivares tardíos, de porte alto y apreciable contenido de saponina.

Los materiales de quinua cultivados son tardíos, de porte alto, muy ramificados y de grano amargo; existiendo poco interés por las variedades precoces, de porte bajo y grano dulce bajo sistemas de monocultivo. Delgado y Benavides<sup>6</sup>.

Alpala afirma que las variedades con alto contenido de saponina permiten disminuir el trabajo de escarificación y lavado que requieren las quinuas amargas lo cual facilita su adopción por parte de los agricultores, quienes posiblemente cuenten con una alternativa importante de cultivo<sup>7</sup>.

Para Chávez y Pérez existe la necesidad de buscar alternativas de diversificar las zonas productoras de cereales lo que conduce a iniciar programas de fomento de la quinua, para lo cual la investigación en variedades mejoradas es uno de los primeros pasos, especialmente en lo que respecta a la caracterización del material existente<sup>8</sup>.

## 1.2. CLIMA Y SUELO

1.2.1. Aspectos climáticos La quinua se puede sembrar en toda la parte montañosa de los andes desde los 2200 hasta los 3400 m.s.n.m. La especie no tolera las altas temperaturas ni resiste el exceso de humedad o las

---

<sup>5</sup> 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. P2

<sup>6</sup> 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 87p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño Facultad de Ciencias Agrícolas. p 1

<sup>7</sup> 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. P2

<sup>8</sup> CHAVEZ, Francisco y PEREZ, Luís. 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. P3.

inundaciones del suelo, pero si tolera sequías, especialmente si no son muy severas<sup>9</sup>.

Gómez y López<sup>10</sup> afirman que la quinua soporta temperaturas desde los 3° C hasta los 24° C.

Se adapta bien en áreas con baja precipitación entre 400 y 500 m.m. de agua 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 plántulas. Posteriormente es necesario un adecuado suministro de agua, desde el panojamiento hasta el llenado total del grano. Periodos prolongados de lluvia entre la madurez fisiológica y la madurez de cosecha, ocasiona germinación de las semillas en la planta o predisponen pudriciones por hongos. Cuando los periodos son secos y calurosos desde la época de llenado de grano, se acelera la madurez y el tamaño del grano se reduce<sup>11</sup>.

1.2.2 Suelos. Por su rusticidad se adapta en cualquier clase de suelo, siempre que estos tengan buenos drenajes. Sin embargo, un suelo óptimo para el cultivo sería el franco o el franco arcilloso<sup>12</sup>.

Suelos superficiales, pesados, susceptibles a compactación, con una capa interna impermeable a menos de 20 cm.; afectan la emergencia y desarrollo de las plantas. También son desfavorables algunos suelos oscuros de regiones altas, los cuales son muy sueltos, con escasa capacidad de retención de agua y nutrientes, deficientes de nitrógeno, fósforo y magnesio además de tener exceso de aluminio<sup>13</sup>.

---

<sup>9</sup> NIETO, C y FISCHER, V. La quinua un alimento nuestro, 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. p5.

<sup>10</sup> GOMEZ, M y LOPEZ, A. Tipo de polinización en la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). citado por 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. p8

<sup>11</sup> . SAÑUDO, Benjamín y ARTEAGA, German. La quinua un cultivo para el desarrollo de la zona Andina. Manejo técnico del cultivo de quinua dulce. Pasto. Unigraf. 2002. p56

<sup>12</sup> 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.

<sup>13</sup> SAÑUDO, Op. cit., p56.



### 1.3 CULTIVO

1.3.1 Época de siembra. Sañudo y Arteaga<sup>14</sup> recomiendan: Realizar las siembras en el primer semestre agrícola del año, entre febrero y marzo para realizar la cosecha en meses de verano, porque se requiere un secado de las plantas después de la cosecha y esta labor se hace al aire libre. Las siembras en invierno generalmente fracasan, debido a la proliferación de malezas, cuya deshierba encarece los costos de producción.

1.3.2. Preparación del terreno. Este cultivo exige una cama superficial, mullida y suelta, para que se produzca los procesos de germinación, emergencia y desarrollo inicial, Se aconseja sembrar en terrenos aptos dedicados el semestre anterior a cultivos de papa o frijol arbustivo<sup>15</sup>.

Según Burgasi<sup>16</sup> *et al.*, el terreno para el cultivo de la quinua no necesita una preparación especial sino similar al aplicado a los cereales, se realiza un pase de arado a 20 o 30 centímetros de profundidad y dos o tres pases de rastra para obtener un suelo suelto que permite un proceso normal de germinación y emergencia.

1.3.3. Siembra. El surcado debe hacerse a 0.30 – 0.50 metros de distancia dependiendo del porte de la variedad a sembrar; ej. La variedad Camacani 1 se siembra a 0.3 metros, la regional dulce de Quitopamba a 0.40 metros y la ecuatoriana Tunkahuan a 0.50 metros<sup>17</sup>.

Según Sañudo y Arteaga<sup>18</sup>. La siembra puede hacerse a chorrillo y a golpe, en el primer caso, los surcos se hacen a una profundidad de 0.05, para regar a chorrillo el fertilizante en todo el fondo, cubriendo con tierra suelta y se riega la semilla, para tapar con un rastrillo manual. La siembra a golpe se hace en surcos un poco mas superficiales, depositando cada 0.20 m., la semilla en medio de los dos sitios se coloca el fertilizante y se tapa superficialmente. La cantidad de semillas es de 10 a12 kilos por hectárea dependiendo del calibre de la semilla y de la preparación del terreno.

---

<sup>14</sup> SAÑUDO, Op. cit., p9

<sup>15</sup> SAÑUDO, Op. cit., p56.

<sup>16</sup> BURGASI, G *et al.* Quinoa hacia su cultivo comercial: Cultivo Comercial. Quito Nestle Latinreco. 1990. p119.

<sup>17</sup> SAÑUDO, Op. cit., p60

<sup>18</sup> *Ibíd.* p. 60

El sistema de siembra más común es en surcos para facilitar las labores de deshierba y aporque; la siembra puede realizarse a chorro continuo o en sitios distanciados de 20 a 30 cm. Se recomienda utilizar 8 a 12 Kilos de semilla por hectárea cuando la siembra es con sembradora manual o tirada por tractor, y de 12 a 15 kilos cuando la siembra es manual<sup>19</sup>

En Colombia, por lo general, se utiliza la siembra en hileras, con una distancia de 40 cm. entre ellas, colocando 10 – 12 plantas por metro lineal de surco. En esta forma el gasto de semilla varía entre 7 y 8 Kg. /ha<sup>20</sup>.

1.3.4. Desyerbas. La quinua es muy competida por las malezas, desde la emergencia hasta la época del panojamiento, por lo que es necesario mantenerla en poblaciones bajas, mediante escardadas superficiales de las plantas, haciendo también aporques. Dichas labores se hacen en las calles y entre sitios de quinua, para luego realizar una desyerba manual dentro de los sitios en época de panojamiento<sup>21</sup>.

1.3.5. Fertilización. Se recomienda aplicar 80-40-30 Kg. / Ha de NPK, se debe aplicar el 50% del nitrógeno y el total del fósforo y el potasio a la siembra y el otro 50% de nitrógeno al momento de la desyerba a los 60 días<sup>22</sup>.

También se recomienda utilizar fuentes como el fertilizante 10-30-10, Urea y Muriato de Potasio. La fertilización nitrogenada se recomienda hacerla en dos partes (a la siembra y a los treinta días después de la desyerba), o en tres partes: (a la siembra, a los treinta días y al comienzo de la floración). Esta fertilización se debe hacer con Urea<sup>23</sup>.

La quinua responde bien a la fertilización con abonos orgánicos, hasta en cantidad de 500 kilos por hectárea, haciendo una distribución en la siembra, de manera

---

<sup>19</sup> NIETO, C; *et al.* Comportamiento de dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina. citado por 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 87p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño Facultad de Ciencias Agrícolas. p 7

<sup>20</sup> NIETO, C; *et al.* Op, cit. citado por DELGADO, Mariluz y BENAVIDES, Claudia. Op, cit., p 25

<sup>21</sup> SAÑUDO *et al.* perspectivas de la quinua dulce para la región andina de Nariño. Pasto UNIGRAF. 2005. p 20.

<sup>22</sup> NIETO *et al.* INIAP- Ingapirca e INIAP Tunkahuan. Dos variedades de quinua de porte bajo con bajo contenido de saponina. Boletín divulgativo N° 228. Quito INIAP 1992. 23 p.

<sup>23</sup> CERON, Edmundo. Monografía del cultivo de la quinua. Pasto. Unigraf, 2002. p

similar a la de los fertilizantes químicos. El crecimiento de las plantas es mejor, con un mayor desarrollo vegetativo y panojas más grandes<sup>24</sup>.

1.3.6. Cosecha Según Burgasi, *et al.*, los productores de quinua que siembran lotes comerciales pequeños, cortan panojas manualmente cuando las plantas se tornan amarillas o rojas, hay defoliación apreciable y el grano está en el estado de masa. De la quinua cortada se hacen parvas para que termine de secar; La trilla se hace con trilladora estacionaria de cilindro o de barras o dientes por golpeteo manual<sup>25</sup>.

Según Sañudo<sup>26</sup> *et al.*, la proximidad a la cosecha se evidencia cuando se observa un amarillamiento ascendente de las hojas y principios de defoliación con aclaramiento en el color de las panojas, los granos de la parte superior son duros y al romperlos permiten salida de harina. La cosecha se realiza después de 20 a 30 días cuando se observan las plantas con defoliación fuerte y tendencia al desprendimiento de los granos. La quinua tiene una madurez desuniforme por lo cual es necesario varios pases de cosecha, las plantas se cortan con hoz, se hacen manojos y se trasladan a un lugar cubierto y seco, se someten periódicamente al sol para completar su secado, cuando se observa desprendimiento significativo del grano se hace el desgrane por paloteo suave y un restregado manual, aunque también se puede utilizar una trilladora mecánica. El material trillado se asolea y se hace una limpieza por venteo.

El grano limpio se somete a nuevos secamientos hasta que la semilla tenga una humedad del 14%, lo cual se evidencia tomando en la mano una cantidad de semilla y apretarla, si tiene esta humedad no se queda prendida en la palma de la mano y está lista para el almacenamiento el cual se realiza en un lugar cubierto, seco y ventilado. Se puede empacar en sacas de abono, cerrando bien la boca, para colocarla en estibas de madera, con un máximo de 3 bultos superpuestos.

## 1.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES

1.4.1 Plagas. De las observaciones realizadas hasta la fecha, las plagas más importantes son *Copitarsia sp*, *Agrotis deprivata* y *Agrotis ipsilon*. Las demás son frecuentes pero poco abundantes como *Scrobipalpula sp*<sup>27</sup>.

---

<sup>24</sup> SAÑUDO, Op, cit ., p 61

<sup>25</sup> BURGASI, *et al.*\_Op, cit., p 61

<sup>26</sup> SAÑUDO *et al.* Op. cit. P 25

<sup>27</sup> FIALLO. E y RUALES. C. La quinua hacia su cultivo comercial: Plagas citado por CHAVEZ, Francisco y PÉREZ, Luís. 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. p 13.

Los insectos *Agrotis ipsilon* y *Agrotis deprivata* cortan los tallos de las plantas siendo su época crítica las dos primeras semanas de desarrollo del cultivo, siendo las épocas de sequía las condiciones óptimas para su desarrollo<sup>28</sup>.

El control de estos insectos se realiza con aspersiones de insecticidas en los focos de ataque, recomendándose Clorpirifos (Lorsban) o Cipermetrina + Clorpirifos (Latigo) 50 c.c por bomba<sup>29</sup>

También se encuentran los áfidos o pulgones, quienes pican y succionan la savia de las hojas observándose un incremento de la población en épocas secas<sup>30</sup>. Cuando se observe su presencia en el cultivo se realiza una aspersión con la mezcla de Metomyl (Lannate) 15 c.c. más Dimetoato (Sistemin) 15c.c por bomba y un dispersante como Kaitar ACT 20cc por bomba<sup>31</sup>

1.4.2 Enfermedades. La enfermedad de mayor importancia es el mildew (*Peronospora farinosa*). Los síntomas iniciales se manifiestan como pequeñas manchas de color verde amarilloso, de forma y dimensiones irregulares. Bajo condiciones favorables de humedad se forman en el envés de la mancha foliar un fieltro grisáceo compacto, constituido por esporangios y esporangióforos del patógeno<sup>32</sup>.

Si el ambiente es húmedo y existe un alto ataque en las hojas se recomienda el uso de productos como Curzate (Cimoxanil + Mancozeb), Sandofan (Oxadixil + Mancozeb) o Grolan (Ofurace + Mancozeb) 75 g por bomba<sup>33</sup>

Damping off: Enfermedad frecuente desde la etapa de emergencia hasta un mes después, cuando en los surcos de siembra hay un alto número de plántulas volcadas y marchitas a causa de un estrangulamiento necrótico del cuello de la raíz, principalmente cuando hay periodos prolongados de lluvia y compactación

---

<sup>28</sup>FIALLO. E y RUALES. C. Quinoa hacia su cultivo comercial: Plagas. Quito: Latinreco. 1990. p 74

<sup>29</sup> SAÑUDO *et al* Op Cit P 22

<sup>30</sup> FIALLO. E y RUALES. C. Op. Cit. p 87.

<sup>31</sup> SAÑUDO *et al*\_Op Cit P 23

<sup>32</sup> FIALLO y RUALES. La quinua hacia su cultivo comercial, citado por CHAVEZ, Francisco y PEREZ, Luís. 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. p 14

<sup>33</sup> SAÑUDO Op Cit. p 65

del suelo. En los primeros ataques se recomienda aflojar superficialmente el suelo a lado y lado de las plántulas<sup>34</sup>.

Para esta enfermedad se recomienda una aspersión general de Oxadixil + Mancozeb (Sandofan) o Tridemorf + Mancozeb (Acrobal), o cualquier fungicida útil para el control de gota en papa, en dosis de 30-50 g. / bomba 20 litros.<sup>35</sup>.

La cercosporiosis (*Cercospora sp.*) aparece en las hojas inferiores a manera de pequeñas lesiones de color amarillo café de 2 m.m de diámetro. Las porciones externas de la lesión toman un color amarillo claro, en su madurez se tornan opacas y se desprenden formando perforaciones. Esta enfermedad se controla con Manzate D en dosis de 1.5 Kg. /ha se recomienda además Ridomil en dosis de 0.6 a 1 Kg. /Ha o se puede aplicar Benlate en la dosis de 0.8 Kg. /ha cada 21 días hasta floración<sup>36</sup>

La mancha ojival (*Phoma exigua*) se caracteriza por pequeñas depresiones de color oscuro que se hacen mas evidentes en la superficie y a lo largo del tallo, en el transcurso de la infección se agrandan longitudinalmente y sus bordes se definen<sup>37</sup>. El control se realiza con Carbendazin 30cc por bomba más un dispersante<sup>38</sup>

Pudrición gris de las panojas (*Botrytis cinerea*) en las panojas se notan áreas humedecidas, las que se tornan inicialmente blancas y blandas cubriéndose luego de un moho gris polvoso. En estados avanzados, el ataque abarca los ejes primario y secundario del tallo y se produce un secamiento extensivo. Finalmente hay un ennegrecimiento y pudrición total de los granos maduros<sup>39</sup>.

En las primeras evidencias de la aparición de esta enfermedad se hace una aspersión de Iprodione (Rovral 50 c.c por bomba) si el problema continúa se hace

---

<sup>34</sup> SAÑUDO, Op. cit., p 64

<sup>35</sup> SAÑUDO *et al.* Op. cit. p 23

<sup>36</sup> FIALLO y RUALES. La quinua hacia su cultivo comercial, 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. p 14.

<sup>37</sup> FALCONI y RUALES. Quinua hacia su cultivo comercial: Enfermedades. 1990. P101

<sup>38</sup> SAÑUDO *et al.* Op Cit P23.

<sup>39</sup> SAÑUDO Op Cit P66.

una aplicación del fungicida anterior en dosis de 25 c.c más Carbendazin 15 c.c por bomba más un dispersante<sup>40</sup>.

## 1.5. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS VARIETALES

### 1.5.1 Características morfológicas. Según Álvarez *et al*<sup>41</sup>.

La quinua es una planta herbácea con raíz pivotante, alcanzando una profundidad de 60 cm. La altura varía entre los 100 y 230 cm. El tallo es cilíndrico a la altura del cuello y angular a partir de las ramificaciones. Las hojas son lanceoladas triangulares algo carnosas; grandes en la parte inferior y pequeñas en la parte superior de la planta, el número de dientes es una característica importante para su clasificación.

El tallo es cilíndrico a la altura del cuello y después anguloso a medida que la planta va creciendo, nacen primero las hojas y en las axilas de estas las ramas, de acuerdo a la variedad, el tallo alcanza diferentes alturas y termina en inflorescencia. El color del tallo puede ser verde; verde con axilas coloreadas, verde coloreado con púrpura o rojo desde la base, o finalmente coloreado de rojo en toda la longitud<sup>42</sup>.

Las hojas son de carácter polimórfico en una sola planta; las hojas basales son romboides, mientras que las hojas superiores, generalmente, alrededor de la inflorescencia, son lanceoladas. La lámina de las hojas tiernas está cubierta de una pubescencia granulosa vesiculosa en el envés y algunas veces en el haz, esta cobertura varía del blanco al rojo púrpura<sup>43</sup>.

La inflorescencia es racimosa y por la disposición de las flores en el racimo, se considera como una panoja. Algunas veces esta claramente diferenciada del resto de la planta siendo terminal y sin ramificaciones, pero en otras, no hay diferenciación, debido a que el eje principal tiene ramificación que le da una forma cónica peculiar.<sup>44</sup>

---

<sup>40</sup> SAÑUDO *et al* Op Cit P24.

<sup>41</sup> ALVAREZ, M et al., Quinua hacia su cultivo comercial: caracterización. Quito latinreco 1990 P 7

<sup>42</sup> CERON, Edmundo. La quinua un cultivo para el desarrollo de la zona andina: Monografía del cultivo de la quinua. Pasto. Unigraf. 2002. p 31.  
TAPIA, Mario. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación: Agronomía de los cultivos subexplotados. Perú. FAO. 1990. p 41.

<sup>43</sup> TAPIA, Mario. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación: Agronomía de los cultivos subexplotados. Perú. FAO. 1990. p 41.

<sup>44</sup> CERON, Edmundo. Op, cit., p 33.

En la inflorescencia glomerulada se observa que del eje principal nacen los ejes secundarios y de estos los ejes glomerulados que pueden tener de 0.5 a 3 cm. de longitud. A lo largo de estos últimos se agrupan las flores en número de 20 o más, sobre el receptáculo; si la inflorescencia es Amarantiforme, del eje glomerular nace directamente del eje principal, dependiendo del tamaño del glómulo y de la longitud del eje principal.<sup>45</sup>.

Las flores son incompletas puesto que carecen de pétalos. Las flores en el glómulo, pueden ser hermafroditas o pistiladas, y el porcentaje de cada una de ellas depende de la variedad. Normalmente se observa un porcentaje similar de ambas, pero también extremos con preponderancia de hermafroditas o pistiladas o macho estériles<sup>46</sup>.

Según Tapia *et al*<sup>47</sup>. El fruto es un aquenio de forma aplanada y de color blanco o blanco-amarillento de 2 a 2,5 m.m de diámetro. El embrión es anular, de 1,2 a 1,6 m.m de ancho, cubierto de una capa de saponina (jabón) que le imprime el sabor amargo peculiar; aunque existen variedades dulces

La semilla está envuelta por el epispermo en forma de una membrana delgada. El embrión está formado por cotiledones, y la radícula la constituye la mayor parte de la semilla que envuelve el perisperma como un anillo, el perisperma es algodonoso y generalmente de color blanco<sup>48</sup>.

1.5.2 Ciclo de vida. Wahli<sup>49</sup> clasifica las variedades según su ciclo de vida como: a) precoces con un ciclo de vida menor a 130 días. Ej.: Camancani 1, tiene un ciclo de vida menor de 120 días Sañudo<sup>50</sup>; con una duración entre 130 a 150 días semiprecoces. Ej. la variedad Ingapirca, presentó 140 días a la madurez de cosecha, evaluaciones realizadas por Alpala<sup>51</sup>; entre 150 y 180 días semitardías. Ej.: la variedad INAGROFA en el trabajo de tesis de Alpala tuvo ciclo de vida promedio de 176.17días Alpala<sup>52</sup>. Variedades tardías aquellas que se

---

<sup>45</sup> *Ibíd.*, p 33

<sup>46</sup> *Ibíd.* p 33.

<sup>47</sup> TAPIA Op, cit., p 55

<sup>48</sup> *Ibíd.*, p 38

<sup>49</sup> WAHLI, Christian, Quinoa hacia su cultivo comercial, citado por DELGADO, Mariluz y BENAVIDES, Claudia. Op, cit., p 10.

<sup>50</sup> SAÑUDO. Op, cit., p 57

<sup>51</sup> ALPALA, Francisco. Op, cit., p 33

<sup>52</sup> *Ibíd.* p 46.

demoran más de 180 días en cumplir su ciclo de vida, Ej. La variedad ECU 262 tuvo 200 días a madurez de cosecha en el trabajo realizado por Alpala<sup>53</sup>.

1.5.3 Tamaño de grano. Al igual que las quinuas amargas el diámetro de las dulces generalmente está entre 1.8 a 2.1 m.m<sup>54</sup>.

Los rangos para establecer el tamaño del grano a partir del peso:

Peso de 1000 granos entre 1.5 y 2.5 g, son granos de tamaño pequeño, entre 2.5 y 3 g son granos de tamaño mediano, y pesos mayores a 3 g pertenecen a granos grandes<sup>55</sup>.

## 1.6. MEJORAMIENTO DE LA QUINUA

1.6.1 Técnicas de mejoramiento. Las técnicas de mejoramiento han sido revisadas por Tapia *et al*, 1979, Gandarillas 1967, 1968, 1976; concluyéndose que la selección panoja- surco es una de las mas promisorias, reconociéndose que existe una amplia variabilidad, con material precoz, tolerante a las principales enfermedades y plagas. Así como el tamaño de grano, contenido de saponina y a su potencial productivo<sup>56</sup>.

Según Álvarez y Von Rutte<sup>57</sup> el método de selección de panojas individuales se hace en un cultivo de quinua donde se seleccionan plantas individuales según los criterios establecidos. El momento adecuado para realizar la selección es la maduración. Generalmente el trabajo es fácil cuando las variedades de quinua que se cultivan son todavía muy heterogéneas y se encuentran plantas muy diferentes en un mismo lote.

1.6.2 Selección individual panoja - surco. Este método permite aprovechar la gran variabilidad que presenta la quinua sembrada en las parcelas de los agricultores andinos o en las colecciones de germoplasma existentes. Consiste en seleccionar y aislar individuos sobresalientes que serán evaluados en sus generaciones

---

<sup>53</sup> ALPALA, Francisco. Op, cit., p 33

<sup>54</sup> ALVAREZ, M y VON RUTTE, S. Quinua hacia su cultivo comercial: Genética. Quito. Nestle. Latinreco. 1990. p 45.

<sup>55</sup> WAHLI, Christian. Quinua hacia su cultivo comercial citado por DELGADO, Mariluz y BENAVIDES, Claudia. Op, cit., p 11.

<sup>56</sup> TAPIA, Mario. Cultivos andinos subexplotados: Agronomía de los cultivos subexplotados. Op, cit. p 45.

<sup>57</sup> ALVAREZ. Op, cit., p 37.



sucesivas ya que en la generalidad de los casos se observa mezclas de formas, variedades o ecotipos de quinua en campo de agricultores lo que facilita la selección, pese a que cultivares genotípicamente similares varían en algunos caracteres como precocidad, tamaño de grano, altura de planta, contenido de saponina, entre otras<sup>58</sup>.

1.6.3. Selección individual en mejoramiento de especies autogamas. Según Sañudo y Betancourt:

- a- Se trabaja en distintas regiones que cultiven el mismo tipo varietal de la especie de interés y con lotes que tengan las poblaciones heterogéneas.
- b- Se selecciona la mayor cantidad de plantas con características favorables en cada zona, haciendo la identificación por zona y número de selección. Las plantas se cosechan y benefician separadamente, constituyendo las selecciones individuales.
- c- En un lote debidamente surcado, cada selección se siembra en un surco, trabajando con la misma cantidad de semilla en todas las muestras. Se incluyen al menos tres repeticiones y se tienen distancias adecuadas, haciendo un manejo técnico del ensayo.
- d- Durante el cultivo, se evalúan las progenies de cada selección individual por sus características deseables y se seleccionan los mejores surcos; de la misma manera se marcan los surcos desuniformes, con fenotipos distintos o que manifiesten ataques severos de algún problema patológico. Estos se descartan en el momento de la cosecha.
- e- Los surcos seleccionados por uniformidad, fenotipo y sanidad en todas las repeticiones, se cosechan y benefician individualmente, haciendo la determinación de los rendimientos.
- f- Se dejan aquellas selecciones individuales, cuya producción en las repeticiones es igual o mayor que el promedio general.
- g- Las selecciones individuales definidas se siembran en las distintas regiones, bajo un diseño experimental con las repeticiones debidas y la misma cantidad de semillas, incluyendo como testigo la variedad regional. Se realiza un manejo técnico del cultivo.

---

<sup>58</sup> *Ibíd.* p 55.

h- En las diferentes regiones donde se establecieron las selecciones individuales, se hacen las correspondientes evaluaciones de los componentes de rendimiento y de la producción, determinando aquellas promisorias, estables y superiores al testigo original a través de análisis estadístico<sup>59</sup>.

Teoría de la línea pura. Según W. L. Johannsen una especie autógama mediante procesos de autofecundación continua puede llegar a un estado de homocigosis convirtiéndose en una línea pura, teniendo en cuenta este hecho y basado en sus experiencias determinó que la selección efectuada en una línea pura no tiene efectividad, ya que todos los individuos de esta línea tienen el mismo genotipo y por lo tanto, la misma capacidad para responder al medio que sus progenitores y que todos los demás individuos de dicha línea. De esta manera la variabilidad encontrada en el momento de realizar la selección no se debe a causas genéticas, sino que depende de pequeñas diferencias de factores ambientales que afectan a los individuos con intensidad variable<sup>60</sup>.

#### 1.7. Germoplasma de grano dulce

Álvarez y Von Rutte afirman que el carácter dulce no está ligado a ningún tipo de planta en particular; pues ha sido encontrado en plantas de color verde, rojo, y púrpura, con axilas pigmentales y sin ellas, precoces y tardías, etc. 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 amargos; siendo ésta, una característica constante en aproximadamente 2000 selecciones individuales efectuadas, con lo cual indica que existe un ligamiento genético entre los genes que gobiernan el contenido de saponina y el color del grano<sup>61</sup>.

En cuanto al diámetro tanto en quinuas amargas como en dulces, varía entre 1,8 y 2,1 mm. Álvarez y Von Rutte concluyen que a nivel experimental se observa un comportamiento agrícola similar de las líneas dulces de quinua frente a las amargas en cuanto se refiere a rendimiento, tipo de grano y tolerancia a enfermedades y plagas<sup>62</sup>.

QUITOPAMBA: la variedad dulce de Quitopamba proviene de una selección individual realizada en la vereda de Quitopamba, corregimiento de Villa Moreno,

---

<sup>59</sup> SAÑUDO, Benjamín y BETANCOURT. Fundamentos de Fitomejoramiento. Pasto. Editorial Universitaria. 2005. p. 102.

<sup>60</sup> ALLARD, R. W. Principios de la mejora genética de plantas. Barcelona. Ediciones Omega. 1967. Pág. 63-69

<sup>61</sup> ALVAREZ Op, cit p 75

<sup>62</sup> *Ibíd.* p 76

municipio de Buesaco. Fue descubierta en 1958 y tiene un contenido bajo de saponina (0.02)<sup>63</sup>.

Desde 1947, el catedrático Braulio Montenegro de la Universidad de Nariño dedicó su esfuerzo al fomento del cultivo de la quinua y en 1958 obtuvo una variedad mejorada, la “Dulce de Quitopamba” que da rendimientos de 1500 a 2000 Kg./ha<sup>64</sup>

En estudios realizados por Puenguenan y Viteri en el municipio de Pasto a 2710 m.s.n.m, encontraron que hasta la maduración del grano su ciclo es de 90 días, altura promedio de plantas 85 cm., longitud de la pajona, 50 cm., diámetro del grano de 2,007 m.m, una producción promedio de 4033 Kg. /Ha con un contenido de saponina de 0,036%. Los mismos autores afirman que la duración del periodo vegetativo es de 189 días<sup>65</sup>.

NARIÑO: Originaria del sur de nuestro departamento cuyas plantas tienen una altura entre 1.70-2.10 m., con un ciclo mayor de 180 días, tallo blanco y panoja blanca glomerulada (los granos se forman en el eje primario y secundario del tallo). La producción oscila entre 1520 y 1710 kilos por hectárea de grano seco, cuyo diámetro es de 1.10 - 1.35 m.m<sup>66</sup>.

SAJAMA: Variedad relativamente precoz, sobre todo en las condiciones del altiplano norte de Bolivia y el altiplano de puno, donde madura en 154 días, en condiciones de los Andes ecuatorianos, ha producido en 150 días. Su rendimiento es variable, pudiendo llegar a 2000 Kg. en buen suelo y adecuada fertilización. El grano es blanco, grande y casi libre de saponina, la planta alcanza una altura de 90 a 125 cm., es susceptible a mildeo<sup>67</sup>.

Luego de ocho años de trabajo, el programa de cultivos Andinos del INIAP (Ecuador), lanza dos variedades de grano dulce que son Ingapirca y Tunkahuan, con las siguientes características:

---

<sup>63</sup> MONTENEGRO, V. Investigación sobre quinua dulce de Quitopamba (*Chenopodium quinoa* willd). citado por CHAVEZ, Francisco y PEREZ, Luís. Op, cit., p 20.

<sup>64</sup> TAPIA Op, cit, p 47

<sup>65</sup> PUENGUENAN y VITERI, J. Estudio tecnológico de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* willd). En Obonuco municipio de pasto citado por DELGADO, Mariluz y BENAVIDES, Claudia. Op, cit., p 14.

<sup>66</sup> SAÑUDO. Op, cit., p 57.

<sup>67</sup> TAPIA Op, cit, p 47

INGAPIRCA: con crecimiento erecto, raíz pivotante desarrollada, tallo color amarillento, panoja glomerulada de color púrpura, pero el grano es blanco opaco, con un tamaño de 1,7 a 1,9 mm., y contenido de saponina de 0.07 a 1,9 %, la altura de planta es de 85 cm., el rendimiento promedio de grano es de 1.551 Kg./Ha<sup>68</sup>.

En evaluaciones realizadas por Alpala, en dos municipio del departamento de Nariño se observa que la variedad Ingapirca presentó un tiempo promedio a emergencia de 5 días y a madurez de cosecha de 145 días, con una altura promedio de 64 cm., longitud de panoja 22 cm., y un rendimiento de 2104 Kg./ha<sup>69</sup>

TUNKAHUAN: tiene crecimiento erecto; raíz sencilla o semifurcada, tallo verde claro; hojas triangulares; panoja de color rosado o púrpura; con glomérulos; granos blancos, redondo aplanados con un tamaño de 1,7 a 2.1 m.m y un contenido de saponina de 0.06, con un rendimiento promedio de 2244 Kg./ha<sup>70</sup>.

Según resultados obtenidos por Chávez, J y Pérez, L<sup>71</sup> muestran que la variedad Tunkahuan en las localidades de Pasto, Yacuanquer y Buesaco presentó una emergencia de las plantas de 5.25, 5.5, y 4.75 días; al panojamiento de 95.75, 104 y 84.75 días; llenado total de grano de 140.5, 145.25 y 129.5 días. Una longitud de panoja de 39.3, 41.85, y 32.53 cm. un promedio de peso de panoja de 19.05, 21 y 17.8 g. respectivamente. Así mismo, afirman que esta variedad obtuvo producciones de 2042.8, 2043 y 1771.6, y Kg./ha.; presentando un porcentaje de ataque de mildew vellosa de 7.10%, en donde concluyeron que esta variedad cuenta con un gran potencial productivo con respecto a las otras variedades evaluadas:

En la evaluación de 12 variedades de quinua dulce en dos municipios del departamento de Nariño Alpala encontró que la variedad Tunkahuan presentó 4.83 días a emergencia, 105 días a panojamiento, 123 días a floración, 144.5 días a llenado de grano, 160.17 días a grano formado y 203 días a madurez de cosecha en promedio, para los componentes de rendimiento encontró que la altura de plantas en promedio puede fue de 100.54 cm., longitud de panoja 47.40 cm., peso

---

<sup>68</sup> NIETO *et al.* Dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina, citado por ALPALA, Francisco. Op, cit., p 95.

<sup>69</sup> ALPALA. Op. cit., p 13.

<sup>70</sup> NIETO *et al.* Dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina, citado por DELGADO, Mariluz y BENAVIDES, Claudia. Op, cit., p 13.

<sup>71</sup> CHAVEZ, Francisco y PEREZ, Luís. 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. p 20.

de 1000 granos 2.49 g, y producción de grano en Kg./ha de 2175. Además menciona que la variedad Tunkahuan mostró un ataque de mildeo veloso del 55.5%. De donde concluye que esta variedad tiene una producción de grano por hectárea intermedio con respecto al resto de las variables evaluadas, además de presentar la mayor susceptibilidad al ataque de mildeo veloso<sup>72</sup>.

PIARTAL: Es un cultivar originario de la provincia del Carchi (Ecuador), siendo este el único genotipo dulce cultivado en forma extensa, llegando a ocupar casi el 40% de la superficie comercial de quinua. Normalmente, se lo encuentra contaminado con diversas plantas amargas, por lo que los productores le consideran como semi-dulce. La planta típica de este cultivar es de color púrpura. Estas plantas dulces por provenir de poblaciones mezcladas con plantas amargas, han sufrido contaminaciones, por lo que necesitan ser purificadas mediante autofecundaciones para tener semilla dulce pura. Las plantas pueden llegar hasta 240 cm. de altura y presentan susceptibilidad al mildiú. El grano es de color blanco opaco, de aproximadamente 2 m.m de diámetro<sup>73</sup>.

Delgado y Benavides al evaluar el comportamiento de 10 selecciones de grano dulce de quinua de la variedad Piartal en los municipios de Pasto y Córdoba (Nariño) determinaron que los días a emergencia transcurrieron entre el sexto y séptimo día. Los días a panojamiento oscilaron entre 84 y 102 días. Los días a floración oscilaron entre 96 a 126 días. El llenado de grano en el municipio de Pasto presentó un promedio de 138.4 días. El tiempo promedio a grano formado osciló entre 141 y 181 días<sup>74</sup>.

Delgado y Benavides afirman que de acuerdo a los criterios para calificar la precocidad propuestos por Wahli, (1990) califican a las selecciones S1, S2, S3, S4, S5, S6 y S10 como semitardías (150 -180 días) y las selecciones S7, S8 y S9 son tardías (mayor a 180 días). Así mismo los autores manifiestan que en Pasto se obtuvieron alturas de plantas de 96 cm. en promedio; la mayor longitud de panoja en Pasto se obtuvo en la selección S10 con 38 cm. y la menor fue para las selecciones S1, S2, S3, S4, S5 y S8 con 19 – 24cm. El Peso de 1000 granos osciló entre 3.94 y 2.85 gramos<sup>75</sup>.

Delgado y Benavides observaron que el peso de 1000 granos no dependen de la duración del ciclo de vida ya que en variedades precoces o tardías se presentan

---

<sup>72</sup> ALPALA. Op. cit., p 37

<sup>73</sup> DELGADO, Mariluz y BENAVIDES, Claudia. Op, cit., p 28-55.

<sup>74</sup> Ibid, p. 33-44

<sup>75</sup> DELGADO, Mariluz y BENAVIDES, Claudia. Op, cit., p 48-51.

diferentes pesos de grano. Los resultados muestran que en Pasto los rendimientos oscilaron entre 985 y 2274kg/ha 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. Delgado y Benavides afirman que los rendimientos son mayores a mayor longitud de panoja y por lo tanto a mayor altura de planta<sup>76</sup>.

BLANCA DE JERICÓ: Procedente de Boyacá, Colombia, es de porte alto, semitardía, con ramificación abierta desde la base y panoja de color blanco rosado<sup>77</sup>.

FACIANAR AURORA: Es una variedad que proviene de la línea experimental SL47, obtenida a partir de selecciones individuales por precocidad, porte bajo y grano sin saponina, que se realizaron a partir de cultivares regionales, a cargo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño. Después de aproximadamente 15 ciclos de selecciones por uniformidad de maduración y formación de masales equilibrados, se hicieron evaluaciones entre 1990 y 2006 en la región andina del departamento de Nariño<sup>78</sup>.

Tiene una adaptación entre 2300 y 3000 m.s.n.m. madurando entre 85 y 140 días después de la siembra, porte bajo con alturas entre 85 y 130 cm., panoja con glomérulos unidos y de escasa ramificación lateral presentando longitudes entre 25 y 32 cm., peso de granos por panoja de 16 a 20g, peso de 1000 granos de 3.1 a 3.4 g., y un rendimiento de grano seco de 1800 a 2400 Kg. / Ha<sup>79</sup>.

En evaluaciones sobre el abonamiento orgánico realizado en el corregimiento de Mapachico en la línea promisoría de quinua SL47, Morillo 2002, encontró un promedio de 73.52cm y 40.39cm de altura de planta y longitud de panoja respectivamente para el tratamiento con fertilización foliar y 70.46cm y 39.32cm de altura de planta y longitud de panoja respectivamente para el tratamiento sin fertilización foliar a diferentes niveles de abonamiento.

---

<sup>76</sup> *Ibíd.*, p. 51-55

<sup>77</sup> SAÑUDO *et al.* Perspectivas de la quinua dulce en la región andina de Nariño. Pasto UNIGRAF 1995 p 15

<sup>78</sup> UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Variedad Mejorada de Quinua Dulce para las Región Andina para el Departamento de Nariño : Facianar Aurora, Pasto junio 2007 plegable 8p

<sup>79</sup> UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Variedad Mejorada de Quinua Dulce para las Región Andina para el Departamento de Nariño: Facianar Aurora, Pasto junio 2007 plegable 8p.

## 2. DISEÑO METODOLÓGICO

### 2.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en el corregimiento de Mapachico, municipio de Pasto, Departamento de Nariño, ubicado a una altura de 2710 m.s.n.m, con una precipitación anual de 800 m.m, una temperatura promedio de 12 °C y con una Humedad relativa de 70%.

### 2.2 GENOTIPOS DE EVALUACIÓN

Se evaluaron 16 selecciones de quinua dulce (cuadro 1), pertenecientes a la colección de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño dentro del proyecto de investigación Plan de mejoramiento, transferencia de tecnología y masificación del consumo de la quinua dulce en la zona cerealista de Nariño, frente a 4 variedades comerciales.

### 2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se trabajó con un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones y 20 tratamientos (16 selecciones y 4 testigos).

### 2.4 ÁREA EXPERIMENTAL.

Se utilizó un lote de 29 m x 31m (899 m<sup>2</sup>), dividido en cuatro bloques de 29 m x 7m con una separación de 1m entre ellos. (Figura 1).

Cada uno con 20 parcelas (tratamientos) de 2 m x 3.m entre cada parcela se dejó una calle de 1m, la parcela útil corresponde a 1.8 m x 2 m. (Cuatro surcos centrales)

### 2.5 LABORES DE CULTIVO.

La preparación del terreno se realizó con yunta de bueyes haciendo dos pases de arada y uno de rastrillada realizando el surcado manualmente.

En cada parcela se trazaron 6 surcos de 2 m de largo separados a 0.3 en cada surco se regó el fertilizante 10- 30 -10 en cantidad de 100 Kg. /ha mezclándolo con 10 Kg de Agrimins y se tapó.

Luego se sembró la semilla de quinua en cada sitio teniendo en cuenta que se sembró una selección por parcela en cantidad de 8 Kg. /ha., y se tapó nuevamente en forma manual con una capa delgada de suelo.

El control de malezas se lo realizó manualmente 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 para 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 en la época de emergencia para el control de Damping off.

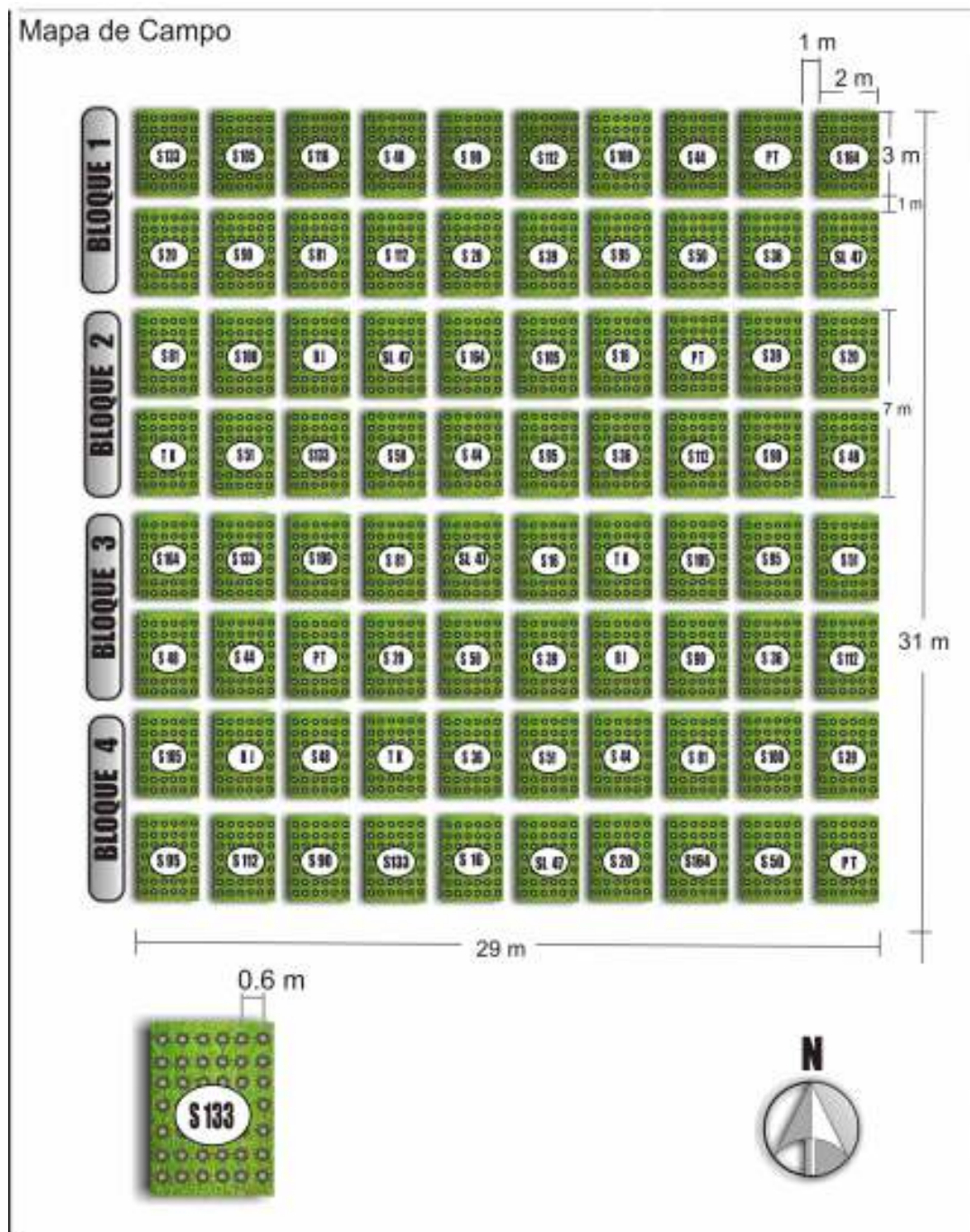
Cuadro 1. Selecciones promisorias de quinua dulce

Selección promisorias.	Variedad	Color de la panoja	Lugar de procedencia
S16	Piartal	Rosada	Ipiales
S20	Tunkahuan	Morada	Pasto
S36	Piartal	Blanca	Córdoba
S39	Tunkahuan	Morada	Aldana
S44	Tunkahuan	Morada	Aldana
S48	Piartal	Morada	Ipiales
S50	Piartal	Morada	Ipiales
S51	Piartal	Morada	Ipiales
S81	Piartal	Morada	Córdoba
S90	SL47	Blanca	Pasto
S95	SL47	Blanca	Pasto
S100	SL47	Blanca	Pasto
S105	SL47	Blanca	Sapuyes
S112	SL47	Blanca	Sapuyes
S133	SL47	Blanca	Sapuyes
S164	SL47	Blanca	Sapuyes

Fuente: Informe Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006.



Figura 1. Mapa de campo de la distribución de selecciones de quinua dulce en un diseño de bloques al azar y cuatro repeticiones.



Fuente: Esta investigación

## 2.6. VARIABLES EVALUADAS.

### 2.6.1 Características fenológicas.

2.6.1.1 Días a emergencia. Se determinó el número de días desde la siembra hasta observar más del 50% de plantas emergidas a lo largo de cada surco.

2.6.1.2 Días a panojamiento. Se determinó el número de días desde la siembra hasta cuando se observaron que más del 50 % de las plantas de cada parcela útil tuvieron las panojas completamente desarrolladas.

2.6.1.3 Días a floración. Se determinó cuándo el 50% de las plantas de cada parcela útil tenían florecidas las panojas.

2.6.1.4 Días a grano formado. Se determinó el número de días desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas de cada parcela útil al coger los granos de receptáculos florales y al apretarlos presentaron cierta resistencia.

2.6.1.5 Días a madurez de cosecha. Se determinó el número de días desde la siembra hasta cuando más del 50 % de las plantas de cada parcela útil tomaron un color amarillo acompañado de defoliación y al sobar la panoja los granos se desprendieron fácilmente, mostrando al partirlos una consistencia harinosa.

2.6.2 Evaluación de mildew veloso. Se tomaron 10 plantas al azar de cada parcela útil y se evaluó la severidad del ataque midiendo el porcentaje de tejido afectado es decir el área de zonas amarillas y secas de cada planta, realizando una lectura en la época de llenado de grano y teniendo en cuenta para la calificación la escala de calificación (Cuadro 2) y la escala gráfica del grado de ataque de mildew veloso. (Figura 2)

Cuadro 2. Escala de calificación del grado de ataque de mildew veloso (*Peronospora farinosa*)

<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>PORCENTAJE DE ATAQUE</b>	<b>TIPO DE SEVERIDAD</b>
0	0	INMUNE
1	1-10	RESISTENTE
2	11-25	TOLERANTE
3	26-50	MODERADAMENTE SUCEPTIBLE
4	51-70	SUCEPTIBLE
5	71-100	ALTAMENTE SUCEPTIBLE

Fuente: BETANCOURTH, Carlos.\*

### 2.6.3 Componentes de rendimiento.

2.6.3.1 Altura de plantas. En época de cosecha se tomaron 10 plantas al azar de cada línea o parcela útil y se midieron desde el ápice de la panoja hasta la base de la planta expresada en centímetros.

2.6.3.2 Longitud de la panoja central. En época de cosecha se tomaron 10 plantas al azar de cada parcela útil y se determinó la longitud de la panoja central en centímetros.

2.6.3.3 Número de ramas secundarias. Se tomaron 10 plantas al azar y se contaron el número de ramas secundarias.

2.6.3.4 Peso de granos por panoja. En época de cosecha se tomaron 10 plantas al azar de cada parcela útil las cuales se trillaron y limpiaron por separado, las cuales se pesaron para obtener el peso promedio por panoja.

2.6.3.5 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. (Cuadro 3)

---

\* Docente Universidad de Nariño, Facultad De Ciencias Agrícolas, Ingeniero Agrónomo M.Sc Fitopatología.

Cuadro 3. Escala calificatoria para el peso de 1000 granos.

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

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

2.6.3.6 Rendimiento en Kg. /ha. Se realizó el corte de las plantas de cada parcela útil, las cuales se amarraron y se colocaron a secar por 7 días luego se trilló manualmente y se avienta para eliminar impurezas. Se limpio el grano, se pesó y se obtuvo el dato por parcela. El rendimiento por hectárea se determino de acuerdo con la siguiente formula y con un 14% de humedad comercial la cual se determino según el método propuesto por Sañudo 2005, para lo cual se tomo en la mano una cantidad de semilla, si al apretarla ningún grano quedaba adherido a la palma de la mano se asumía que la humedad era próxima al 14 %<sup>80</sup>.

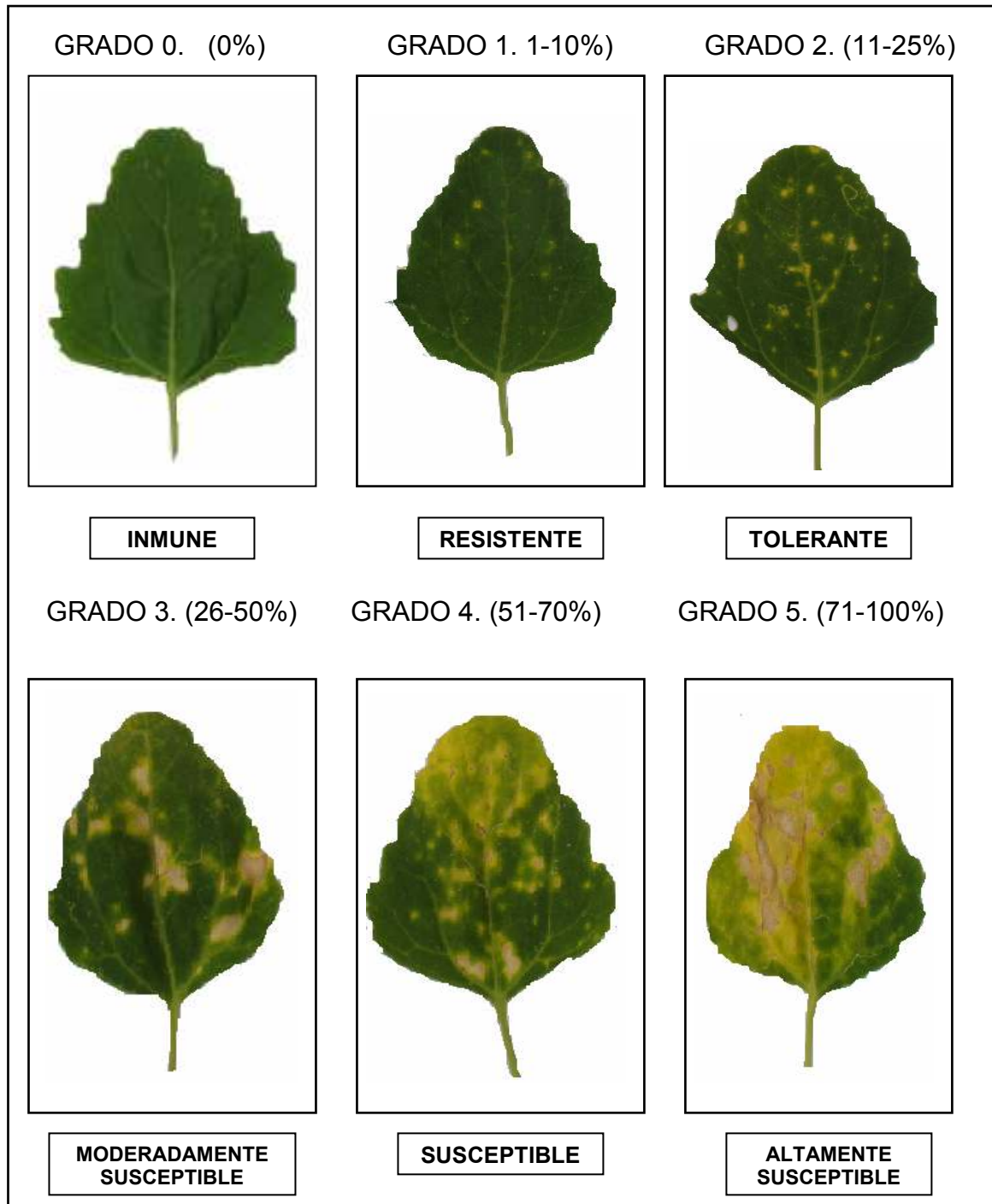
$$\text{Kg. /ha} = \frac{\text{peso parcela principal} \times 10000 \text{ m}^2}{\text{Área parcela m}^2}$$

## 2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los diferentes datos de componentes de rendimiento se interpretaron estadísticamente por medio de un análisis de varianza. Además se realizaron comparaciones entre promedios de tratamientos de acuerdo con la prueba de significancia de Tukey, finalmente se realizaron correlaciones de Pearson para componentes de rendimiento. Los datos obtenidos en porcentaje se transformaron bajo la formula  $\arccos \sqrt{x}$

<sup>80</sup> SAÑUDO *et al.* Op, cit., p 26

Figura 2. Escala gráfica del grado de ataque de mildew veloso (*Peronospora farinosa*).



Fuente: BETANCURTH, Carlos.\*

\* Docente Universidad de Nariño, Facultad De Ciencias Agrícolas, Ingeniero Agrónomo M.Sc Fitopatología.

## 2.8. SELECCIÓN DE GENOTIPOS

Se aplicó la ecuación lineal de índice de selección para determinar selecciones sobresalientes en la cual se tuvieron en cuenta variables como rendimiento, altura de plantas, precocidad y reacción a mildeo.

La ecuación utilizada es:

I.S = Rendimiento (0.4) - Altura (0.20) - Precocidad (0.25) - Reacción a Mildeo (0.15).

Donde:

Rendimiento: está expresado en Kg. / ha.

Altura: está expresado en centímetros.

Precocidad: está expresada en días a madurez de cosecha.

Reacción a Mildeo: está medido en % (porcentaje).

Los datos de las diferentes variables utilizadas en el índice de selección corresponden a los promedios de la prueba de significancia de Tukey, los cuales fueron normalizados utilizando la formula:

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

Donde:

$\bar{X}$  = promedio de los datos obtenidos en una línea para una variable

$\bar{X}$  general = promedio obtenido de  $\bar{X}$  en una variable.

$\delta$  = desviación de los promedios de cada línea en una variable.

Una vez aplicada la ecuación para índice de selección se escogieron los materiales cuyo índice estaba cercano a 1 y marcaban promedios altos para cada una de las variables analizadas

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS

3.1.1. Días a emergencia. La emergencia de los materiales evaluados transcurrió entre el 5 y 8 día después de la siembra. Las selecciones SL47 S90, SL47 S95, SL47 S100, SL47 S105, SL47 S112, SL47 S133, SL47 S164 y el testigo SL47 presentaron igual comportamiento, presentando una emergencia a los 5 días. El mismo comportamiento lo presentaron las selecciones Piartal S36, Piartal S48 y Piartal S50.

Con un promedio de seis días se encuentran los materiales Piartal S51 y Tunkahuan S44. Los materiales Piartal S16, Piartal S81, Tunkahuan S20, Tunkahuan S39, Tunkahuan (t) y Blanca de Jericó (t) presentaron promedios de 7 días desde la siembra a la emergencia. Piartal (t) fue el material que tardo mas tiempo en alcanzar esta etapa con un promedio de 8 días. (Tabla 1)

Lo anterior concuerda con lo expuesto por Burgasi *et al*, 1990, quien en estudios realizados con diferentes materiales de quinua encontró emergencia desde los cuatro días hasta los ocho días considerándola como normal.

Figura 3. Emergencia de plántulas



Fuente: esta investigación.

3.1.2. Días a panojamiento. En general el panojamiento de los materiales evaluados transcurrió entre el día 54 y 80 después de la siembra; los materiales con menor tiempo en alcanzar esta característica fueron SL47 (t) con 54 días, con un comportamiento similar las selecciones SL47: S90, S95, S100, S105, S112, S133 y S164, seguido por Piartal S36, Piartal S48, Piartal S50 con 57 días. Como materiales intermedios se encontró a Piartal S51 y Tunkahuan S20 con 62 días, Piartal S16 con 67 días, Piartal S81, Tunkahuan S39 y Tunkahuan S44 con 68 días. Como materiales con mayor número de días requeridos para alcanzar el panojamiento, se encuentran el testigo Piartal y Tunkahuan con 74 días y Blanca de Jericó con 80 días considerándose esta última como la más tardía. (Figura 4). El testigo SL47 inicio el panojamiento 3 días antes que las siete selecciones obtenidas de esta variedad, indicando que el testigo presentó un mejor comportamiento para esta característica con respecto a sus selecciones. La selección Tunkahuan S20 alcanzó más rápido esta etapa con una diferencia de 12 días con relación a Tunkahuan testigo que presentó 74 días para esta característica coincidiendo con lo mencionado por Chávez y Pérez, 2006, quienes encontraron un promedio de 75.92 días al panojamiento.

Las selecciones obtenidas de la variedad Piartal como Piartal S36, Piartal S48 y Piartal S50 alcanzaron panojamiento a los 57 días, con 15 días de diferencia contra Piartal testigo. Según lo anterior se deduce que para en esta etapa fenológica las selecciones Piartal y Tunkahuan presentaron menor tiempo a formación de panoja que la variedad originaria.

Figura 4. Inicio de Panojamiento y floración



Fuente: Esta investigación.



3.1.3. Días a floración. La floración para todos los materiales evaluados transcurrió entre los días 69 y 95. La floración fue más precoz con 69 días después de la siembra de los materiales Piartal S36, SL47 S90, SL47 S95, SL47 S100, SL47 S105, SL47 S112, SL47 S133, SL47 S164 y el testigo SL47. Los materiales Piartal S48 y Piartal S50 presentaron rangos intermedios con 76 días para alcanzar esta característica. Los materiales que tardaron mas tiempo en alcanzar la floración fueron Blanca de Jericó con 95 días, Piartal (t) y Tunkahuan (t) con 83 días, Piartal S16, Piartal S51, Tunkahuan S20, con 80 días. (Tabla1, Figura5)

Las selecciones Tunkahuan así como el testigo presentaron poca variación respecto al tiempo en alcanzar esta etapa fenológica con un rango entre 80 y 83 días. Comparando estos resultados con los obtenidos por Alpala, 1996, quien encontró que en esta variedad la floración se presenta a los 123.83 días en promedio. Se determina que esta característica fenológica puede presentar variación dependiendo de las condiciones ambientales, con respecto a lo anterior Delgado y Benavides mencionan que las etapas fenológicas se presentan en menor tiempo cuando las condiciones climáticas como precipitación, luminosidad, temperatura, entre otras son favorables para un material.

Para las selecciones SL47 el tiempo que transcurrió en alcanzar floración fue exactamente igual al testigo SL47 indicando que no existió variabilidad en estos materiales para esta característica.

3.1.4. Días a grano formado. Los días a grano formado transcurrieron entre los 106 y 165 días teniendo como selecciones precoces para esta variable a SL47 S90, SL47 S95, SL47 S100, SL47 S105, SL47 S112, SL47 S133, SL47 S164 y SL47 testigo con 106 días; así como Piartal S36 con 108 días. Se consideran materiales intermedios a las selecciones Piartal S48, Piartal S50; Tunkahuan S39, Tunkahuan S44 con 125 días, Piartal S51 con 130 días y Piartal S16 con 131 días; como materiales tardíos se consideran las selecciones Piartal S81, Tunkahuan S20 con 140 días y los testigos regionales Piartal y Tunkahuan con 145 días así como Blanca de Jericó con 165 días.

Las selecciones SL47 tuvieron igual comportamiento al testigo SL47 con 106 días comportándose de manera precoz, esto posiblemente porque tardó menor tiempo en florecer y además presenta panoja sencilla lo que hace que el llenado de grano se cumpla mas rápido.

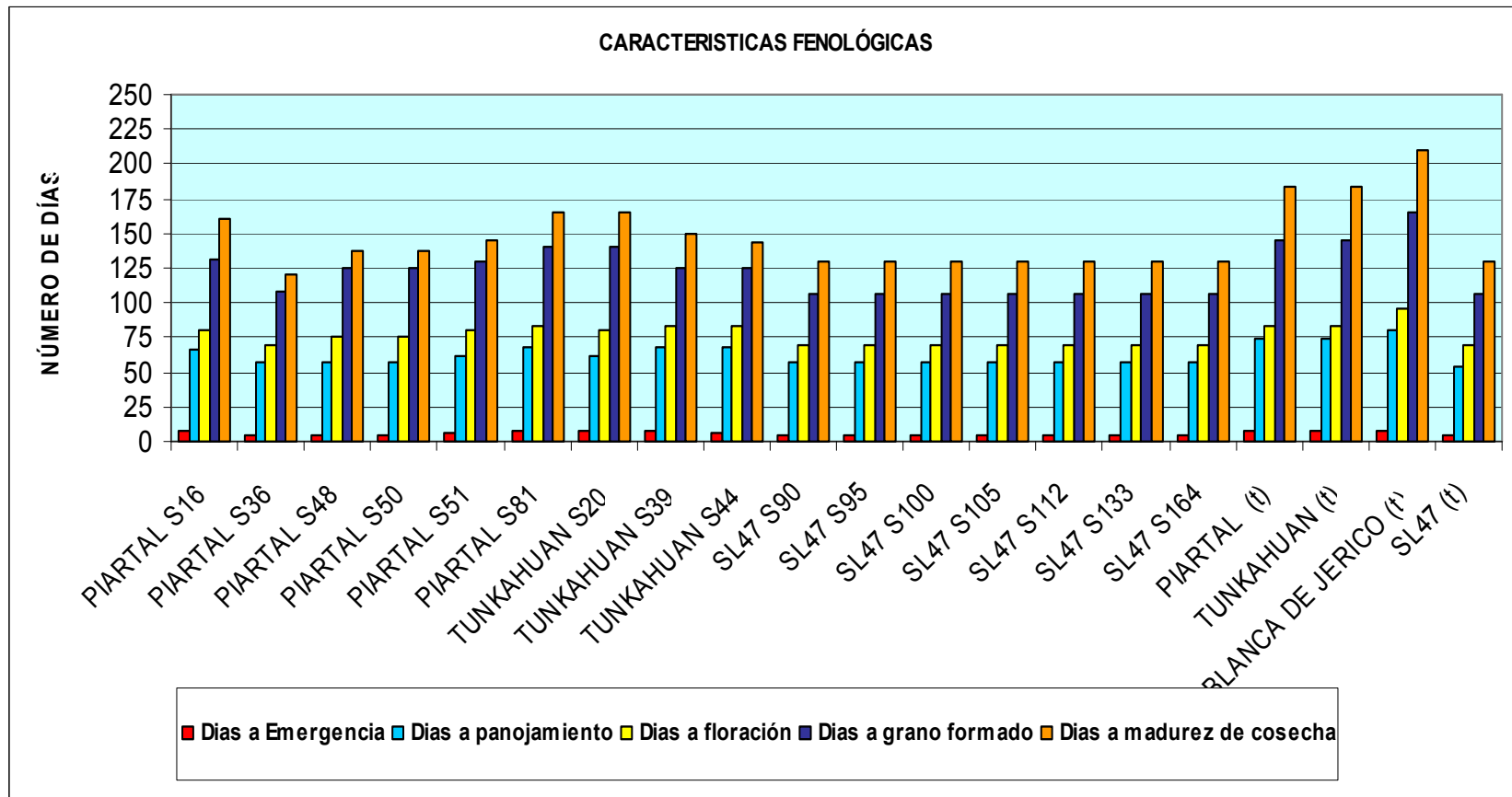
Dentro de las selecciones Piartal se destacó Piartal S36 con 108 días a grano formado, siendo 37 días más precoz que Piartal testigo. Determinándose que esta selección presenta características fenológicas diferentes a su progenitor.

Tabla 1: Resultados promedio de 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce para las características días a emergencia, días a panojamiento, días a floración, días a grano formado y días a madurez de cosecha.

<b>MATERIALES</b>	<b>DÍAS A EMERGENCIA</b>	<b>DÍAS A PANOJAMIENTO</b>	<b>DÍAS A FLORACIÓN</b>	<b>DÍAS A GRANO FORMADO</b>	<b>DÍAS A COSECHA</b>
PIARTAL S16	7	67	80	131	160
PIARTAL S36	5	57	69	108	120
PIARTAL S48	5	57	76	125	138
PIARTAL S50	5	57	76	125	138
PIARTAL S51	6	62	80	130	145
PIARTAL S81	7	68	83	140	165
TUNKAHUAN S20	7	62	80	140	165
TUNKAHUAN S39	7	68	83	125	150
TUNKAHUAN S44	6	68	83	125	143
SL47 S90	5	57	69	106	130
SL47 S95	5	57	69	106	130
SL47 S100	5	57	69	106	130
SL47 S105	5	57	69	106	130
SL47 S112	5	57	69	106	130
SL47 S133	5	57	69	106	130
SL47 S164	5	57	69	106	130
PIARTAL (t)	8	74	83	145	183
TUNKAHUAN (t)	7	74	83	145	183
BLANCA DE JERICO (t)	7	80	95	165	210
SL47 (t)	5	54	69	106	130
$\bar{x}$	5,85	62,35	76,15	122,6	147
$\Delta$	1,03	7,46	7,59	17,73	23,63

Fuente: Esta investigación.

Figura 5: Resultados promedio de 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce para las características días a emergencia, días a panojamiento, días a floración, días a grano formado y días a madurez de cosecha.



Fuente: esta investigación

Figura 6. Grano formado y madurez de cosecha



Fuente: Esta investigación

### 3.1.5. Días a madurez de cosecha.

Los días a madurez de cosecha de las 16 selecciones y cuatro testigos regionales de quinua dulce oscilaron entre 120 y 210 días.

Según la escala propuesta por Wahli, 1990, quien califica como precoces los materiales con menos de 130 días, como semiprecoces entre 130 y 150 días, semitardías entre 150 y 180 días y tardías con más de 180 días.

Se considera como selección precoz a Piartal S36 con 120 días. Las selecciones SL47 S90, SL47 S95, SL47 S100, SL47 S105, SL47 S112, SL47 S133, SL47 S164 y SL47 testigo con 130 días como semiprecoces, al igual que a Piartal S51 con 145 días, Tunkahuan S44 con 143 días, Piartal S48 y Piartal S50 con 138 días. (Tabla 1)

Las selecciones Tunkahuan S39 con 150 días, Piartal S16 con 160 días, Piartal S81, Tunkahuan S20 con 165 días se calificaron como semitardías. Con un comportamiento tardío se encuentran los testigos Piartal y Tunkahuan con 183 días y Blanca de Jericó con 210 días.

Piartal S36 con 120 días fue el único material que presentó un comportamiento precoz, presentando una diferencia de 63 días respecto a la variedad Piartal de

donde fue seleccionada, indicando que la selección realizada fue exitosa para las características fenológicas con esta selección en la variedad Piartal.

Teniendo en cuenta que todos los materiales evaluados estuvieron bajo las mismas condiciones edafoclimáticas, las diferencias encontradas en algunos de estos como Piartal S36, se atribuyen al genotipo que permitió una mayor o menor precocidad.

### 3.2. EVALUACIÓN DE MILDEO VELLOSO.

El análisis de varianza encontró diferencias significativas entre selecciones evaluadas. (ANEXO A).

En la comparación de promedios de Tukey (tabla 2) indica que el porcentaje de mildew vellosa en los veinte materiales de quinua dulce oscilo entre 37.56 y 12.52%. Los materiales Piartal (t), Blanca de Jericó (t), Piartal S50, Piartal S81, Piartal S51, Piartal S48, Piartal S16 y Piartal S36 que presentaron mayor severidad de ataque de mildew con porcentaje de daño que oscila entre 37.56 y 26.76%, sin diferencias significativas entre ellos.

Piartal (t), Blanca de Jericó (t), Piartal S50 y Piartal S81 con 37.56 y 32.82% de ataque de mildew vellosa mostraron diferencias significativas respecto a un grupo de menor porcentaje de daño constituido por Piartal 16, Piartal 36 Tunkahuan (t), Tunkahuan S44, SL47 S90, Tunkahuan S39, SL47 S164, SL47 S105, SL47 S112, SL47 S100, SL47 S133, SL47 (t), SL47 S95 y Tunkahuan S20 con porcentajes que oscilan entre 29.48 y 12.52%.

Teniendo en cuenta la escala gráfica propuesta para evaluar el porcentaje de tejido afectado por el ataque de *Peronospora farinosa*, se consideraron como tolerantes con porcentaje de daño entre 11 y 25% los materiales Tunkahuan (t), Tunkahuan S44, SL47 S90, Tunkahuan S39, SL47 S164, SL47 S105, SL47 S112, SL47 S100, SL47 S133, SL47 (t), SL47 S95 y Tunkahuan S20. Los testigos Piartal, Blanca de Jericó y las selecciones Piartal S50, Piartal S81, Piartal S51, Piartal S48, Piartal S16 y Piartal S36 con porcentajes comprendidos entre 25 y 50 % según la escala propuesta son considerados materiales moderadamente susceptibles al ataque del patógeno.

El testigo Piartal y las seis selecciones obtenidas de esta variedad mostraron igual comportamiento a la enfermedad de mildew, comportándose como materiales moderadamente susceptibles al ataque del patógeno, coincidiendo con lo

Tabla 2: Comportamiento de 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce frente al ataque de mildew veloso. Prueba de Tukey.

<b>MATERIALES</b>	<b>SEVERIDAD DE ATAQUE</b>	<b>SIGNIFICANCÍA</b>
Piartal (t)	37,56	A
Blanca de Jericó (t)	34,98	A
Piartal S50	34,47	A
Piartal S81	32,82	A
Piartal S51	32,49	AB
Piartal S48	32,17	AB
Piartal S16	29,48	ABCD
Piartal S36	26,76	ABCD
Tunkahuan (t)	18,17	BCD
Tunkahuan S44	16,41	D
SL47 S90	16,2	D
Tunkahuan S39	15,44	D
SL47 S164	14,47	D
SL47 S105	14,36	D
SL47 S112	13,96	D
SL47 S100	13,72	D
SL47 S133	13,38	D
SL47 (t)	13,14	D
SL47 S95	13	D
Tunkahuan S20	12,52	D

Fuente: Esta investigación

Comparador Tukey al 5% DMS = 14.99

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

reportado por Álvarez y Vonn Rutte 1990, quienes afirman que la variedad Piartal es susceptible a la enfermedad del mildew veloso.

El testigo SL47 y las 7 selecciones obtenidas a partir de esta, mostraron ser tolerantes al ataque de mildew veloso, sin presentar diferencias significativas entre ellas; de igual forma las selecciones Tunkahuan S44, Tunkahuan S39 y Tunkahuan S20 presentaron el mismo comportamiento para esta característica con el testigo Tunkahuan variedad de donde fueron seleccionadas.

Las selecciones de origen Piartal, Tunkahuan y SL47 presentaron comportamiento similar a la variedad de donde fueron seleccionadas, para la Variable de reacción de mildew veloso, lo cual indica que no se obtuvo selecciones superiores al progenitor, determinando que existe poca variabilidad para esta característica.

### 3.3. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

3.3.1. Altura de plantas. El análisis de varianza para altura de plantas presentó diferencias significativas entre materiales evaluados. (ANEXO B) La tabla, de promedios de Tukey (tabla 3) para altura de plantas indica que la altura osciló entre 138.78 y 71.36 cm. El testigo regional Blanca de Jericó con 138.78 cm. presentó la mayor altura superando significativamente a todos los materiales evaluados cuyas alturas oscilaron entre 127.32 a 71.36 cm.

Se encontró un grupo de menor altura integrado por SL47 S95, SL47 S164, SL47 S90, SL47 testigo, SL47 S105, Piartal S50, SL47 S112, SL47 S133, SL47 S100 y Piartal S36 con promedios que oscilaron entre 87.2 a 71.36 cm., mostraron diferencias significativas respecto a Blanca de Jericó, Piartal testigo, Tunkahuan testigo, Tunkahuan S44, Tunkahuan S20 Piartal S81, Piartal S48, Piartal S16, Tunkahuan S39 y Piartal S51 con promedios que oscilan 138.7 a 101.02 cm. de altura.

Teniendo en cuenta que Benjamín Sañudo, 2002, califica como plantas de porte alto aquellas con altura superior a 2 metros, plantas de porte medio aquellas con alturas de 1.5 a 2 m. y de porte bajo a aquellas con altura menor a 1.5 m.; todas los materiales evaluados en este estudio son de porte bajo.

Por otro lado el mismo autor afirma que Blanca de Jericó es una variedad de porte alto, lo cual no concuerda con la altura de 138.72 cm., alcanzada por esta variedad en el presente estudio; con respecto a esto Delgado y Benavides, 2000, afirman que la altura de plantas es una característica que se ve favorecida por las condiciones del suelo, obteniéndose en suelos con alta fertilidad plantas con mayor altura. Así mismo Sañudo *et al*, 2002, menciona que una variedad puede mostrar variaciones en el porte, de acuerdo con la época de siembra y la fertilidad del suelo; de lo anterior se puede deducir que la altura de plantas además de ser

Tabla 3. Comparación de promedios para altura de plantas (cm.) para 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce. Prueba de Tukey.

<b>MATERIALES</b>	<b>ALTURA DE PLANTAS (cm.)</b>	<b>SIGNIFICANCÍA</b>
Blanca de Jericó (t)	138.78	A
Piartal (t)	127.32	B
Tunkahuan (t)	122.95	BC
Tunkahuan S44	117.82	BC
Tunkahuan S20	117.48	BC
Piartal S81	114.05	CD
Piartal S48	103.45	DE
Piartal S16	102.75	E
Tunkahuan S39	101.30	E
Piartal S51	101.02	EF
SL47 S95	87.2	G
SL47 S164	86.45	G
SL47 S90	86.22	G
SL47 (t)	85.88	G
SL47 S105	84.10	G
Piartal S50	84.08	G
SL47 S112	83.62	G
SL47 S133	80.20	GH
SL47 S100	77.68	GH
Piartal S36	71.36	H

Fuente: Esta investigación

Comparador Tukey al 5 % DMS =11.01

Promedios con la misma letra son estadísticamente similares



una característica propia de cada genotipo, su expresión también esta condicionada por las condiciones ambientales.

Las siete selecciones de SL47 y el testigo SL47 tuvieron alturas de plantas de 87.2 a 77.6 cm., lo que concuerda con el trabajo realizado por Morillo, 2002, en su trabajo sobre abonamiento orgánico, quien encontró unos promedios para altura de plantas de la línea experimental SL47 de 73.52 cm. considerando a este como un material de porte bajo.

Las selecciones hechas a partir de SL47 presentaron alturas similares al parental de donde fueron seleccionadas, los mismos resultados presentaron las selecciones hechas a partir de Tunkahuan. Por otro lado Piartal S50 con 84.08 cm. y Piartal S36 con 71.36 cm. de altura mostraron ser diferente a Piartal testigo con 127.32 cm. de altura, indicando que la selección a partir de esta variedad fue exitosa con estas selecciones.

3.3.2. Longitud de la panoja. El análisis de varianza para esta variable presentó diferencias significativas entre materiales evaluados. (ANEXO B)

La comparación de promedios de Tukey (tabla 4) indica que la longitud de panoja de los materiales evaluados oscilo entre 45.25 y 32.58 cm. Las mayores longitudes se obtuvieron con Blanca de Jericó (t), Tunkahuan S44, Piartal S50, SL47 S164, SL47 S133, SL47 testigo, Tunkahuan S39, con promedios que oscilaron entre 45.25 a 40.47 cm y superando estadísticamente a las selecciones SL47 S95, SL47 S100, Piartal S36 y SL47 S112 con promedios entre 33.9 a 32.58 cm. quienes presentaron la menor longitud de panoja.

Piartal S50, con 42.85 cm. se ubicó en el grupo de los materiales con mayor longitud de la panoja , sin embargo no fue estadísticamente diferente a las selecciones Piartal S16, Piartal S51, Piartal S48, Piartal S81, y al parental Piartal utilizado como testigo con promedios de 38.92 a 35.52 cm.

Las selecciones SL47 S164, SL47 S133, SL47 S105, SL47 S90 con promedios de 42.17 a 34.85 presentaron un comportamiento similar al testigo SL47 (40.9 cm.), de donde se obtuvieron las anteriores selecciones. Estos resultados son similares a los obtenidos por Morillo 2002, en la línea experimental SL47, hoy variedad mejorada SL47, quien encontró longitudes de panoja de 40.39 cm. Y 39.32 cm. con y sin fertilizante foliar, en estudios realizados en el corregimiento de Mapachico.

Por otro lado, SL47 fue estadísticamente superior, a las selecciones SL47 S95, SL47 S100, SL47 S112, originarias de la misma variedad. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las selecciones realizadas de SL47, se encontró que estas fueron iguales o inferiores a su progenitor, por lo tanto se determina que la

Tabla 4: Comparación de promedios para longitud de la panoja para 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce. Prueba de Tukey.

<b>MATERIALES</b>	<b>LONGITUD DE PANOJA (cm.)</b>	<b>SIGNIFICANCÍA</b>
Blanca de Jericó	45.25	A
Tunkahuan S44	43.70	AB
Piartal S50	42.85	ABC
SL47 S164	42.17	ABCD
SL47 S133	41.12	ABCDE
SL47 (t)	40.90	ABCDEF
Tunkahuan S39	40.47	ABCDEF
Piartal S16	38.92	BCDEFG
Piartal S51	38.72	BCDEFG
Tunkahuan (t)	38.32	BCDEFGH
Piartal S48	37.38	CDEFGH
SL47 S105	37.35	CDEFGH
Tunkahuan S20	36.72	DEFGH
Piartal (t)	36.00	EFGH
Piartal S81	35.52	EFGH
SL47 S90	34.85	FGH
SL47 S95	33.9	GH
SL47 S100	33.82	GH
Piartal S36	33.35	GH
SL47 S112	32.58	H

Fuente: Esta investigación

Comparador de Tukey al 5% DMS =6.109

Promedios con la misma letra son estadísticamente similares

selección realizada para esta característica no fue exitosa, hecho que se presenta de igual forma en las selecciones Piartal y Tunkahuan.

3.3.3. Número de ramas secundarias. El análisis de varianza no presentó diferencias significativas entre materiales evaluados. (ANEXO B)

Se observa (Figura 5) que el número de ramas secundarias de los diferentes materiales evaluados varía en un rango de 30 a 43.75 siendo similares estadísticamente todos los materiales. (Figura 5)

3.3.4. Peso de granos por panoja. El análisis de varianza para peso de panoja presentó diferencias significativas entre materiales evaluados. (ANEXO C)

La tabla de promedios de Tukey (tabla 5) indica que el peso de las panojas osciló entre 28 y 12.18 g. Sobresaliendo los materiales Piartal S50, Tunkahuan S44, Tunkahuan S39, SL47 S164, Tunkahuan S20, SL47 (t) y SL47 S105 con promedios que oscilan entre 28 g. a 21.13 g, sin diferencias estadísticas entre ellos.

La selección Piartal S50 con 28 gramos por panoja superó estadísticamente a los materiales Blanca de Jericó (t), Piartal S51, Piartal S48, SL47 S100, Piartal S81, Piartal S16, Piartal (t), SL47 S95, SL47 S36, SL47 S90, SL47 S112 con promedios comprendidos entre 17.75 a 12.18 g.

Piartal S50 con 28. g. por panoja fue superior a las selecciones Piartal S51, Piartal S48, Piartal S81, Piartal S16 y Piartal S36, que presentaron peso de granos por panoja comprendidos entre 17.5 a 13.3 g. de igual manera al testigo Piartal con un peso de 14.7 g.; indicando que Piartal S50, es un material diferente a los anteriores, por lo tanto, la selección realizada en la variedad Piartal para la característica peso de grano por panoja fue positiva con esta selección.

Para las selecciones Tunkahuan se encontró que Tunkahuan S44, Tunkahuan S39 y Tunkahuan S20 con 25.2 a 24.9 se ubicaron en el grupo de mayor peso por panoja sin embargo no superaron al testigo Tunkahuan, parental de donde fueron seleccionadas.

Los pesos por panoja encontrados en las selecciones SL47, fueron iguales o menores estadísticamente al testigo SL47, que presentó un peso por panoja de 21.6 g. peso. Por otro lado, se puede determinar que para esta característica la selección realizada en Tunkahuan y SL47 fue nula, debido a que las selecciones realizadas no superaron al progenitor.

Tabla 5: Comparación de promedios para peso de granos por panoja para 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce. Prueba de Tukey.

<b>MATERIALES</b>	<b>PESO DE GRANOS POR PANOJA (g.)</b>	<b>SIGNIFICANCÍA</b>
Piartal S 50	28.00	A
Tunkahuan S44	25.2	AB
Tunkahuan S39	24.9	AB
SL47 S164	23.48	ABC
Tunkahuan S20	22.85	ABCD
SL47 (t)	21.60	ABCDE
SL47 S105	21.13	ABCDE
SL47 S133	20.10	BCDEF
Tunkahuan (t)	19.72	BCDEF
Blanca de Jericó (t)	17.75	CDEFG
Piartal S51	17.51	CDEFG
Piartal S48	16.68	CDEFG
SL47 S100	16.48	DEFG
Piartal S81	16.32	DEFG
Piartal S16	15.62	EFG
Piartal (t)	14.75	EFG
SL47 S95	14.68	EFG
Piartal S36	13.35	FG
SL47 S90	13.12	FG
SL47 S112	12.18	G

Fuente: Esta investigación

Comparador Tukey al 5%= 7.061

Promedios con la misma letra son estadísticamente similares

3.3.5. Peso de 1000 granos. El análisis de varianza presentó diferencias significativas entre materiales evaluados. (ANEXO C)

La comparación de promedios de Tukey (tabla 6) indica que los promedios de los materiales evaluados osciló entre 3.67 y 3.2 g. los materiales SL47 S112, SL47 S95, SL47 S100, Tunkahuan (t), Piartal S36, SL47 S105, SL47 S164, Piartal S16, Blanca de Jericó (t), SL47 S133 con promedios que oscilaron entre 3.67 a 3.42 g los cuales no mostraron diferencias significativas.

SL47 112 con 3.67g de peso promedio de 1000 granos supero significativamente al nivel de 5% de probabilidad estadística a los materiales Tunkahuan S20, SL47 S90, Piartal testigo, SL47 testigo, Piartal S48, Tunkahuan S39, Tunkahuan S44, Piartal S81, Piartal S50, Piartal S51, los cuales obtuvieron pesos promedio que oscilaron entre 3.4 y 3.2g.

Las selecciones SL47 S112 con 3.67 g, SL47 S95, con 3.65 g. y SL47 S100 con 3.65 g. alcanzaron las mayores pesos de 1000 granos, presentando diferencias significativas con el testigo SL47 de donde fueron seleccionadas con 3.35 g. de donde se puede decir que la selección para esta característica en la variedad SL47 fue positiva con estas selecciones.

Los resultados obtenidos para SL 47 en la variable peso de 1000 granos coinciden con lo mencionado en el plegable informativo de Aurora 2007, donde se anota que el peso de 1000 granos oscila entre 3.1 y 3.4 g. para esta variedad.

El testigo Tunkahuan con 3.62 g. fue superior a las selecciones como Tunkahuan S39 y Tunkahuan S44 hechas a partir de esta variedad con peso de 1000 granos de 3.32 g. determinándose de esta manera que las selecciones hechas a partir de esta variedad no fue exitosa.

Por otro lado Piartal S36 con un peso de 1000 granos de 3.6 g. también se caracteriza por tener alta respuesta para esta variable, pero no presenta diferencias significativas con el testigo Piartal con 3.35 g. de donde fue seleccionada, así mismo Piartal testigo aunque tuvo mayor peso de 1000 granos respecto a las selecciones hechas a partir de esta como Piartal S48, con 3.32 g. Piartal S81 con 3.3 g., Piartal S50 con 3.25g y Piartal S51 con 3.2 g. fueron estadísticamente similares; con lo cual se puede observar que las selecciones hechas a partir de esta variedad fue ineficiente y que las diferencias presentadas se deben a factores ambientales que afectan su comportamiento.

TABLA 6: Comparación de promedios para peso de 1000 granos para 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce. Prueba de Tukey.

<b>MATERIALES</b>	<b>PESO PROMEDIO DE 1000 GRANOS (gr.)</b>	<b>SIGNIFICANCÍA</b>
SL47 S112	3.67	A
SL47 S 95	3.65	AB
SL47 S 100	3.65	AB
Tunkahuan (t)	3.62	AB
Piartal S36	3.6	ABC
SL47 S105	3.6	ABC
SL47 S164	3.5	ABCD
Piartal S16	3.5	ABCD
Blanca de Jericó (t)	3.45	ABCDE
SL47 S133	3.42	ABCDE
Tunkahuan S20	3.4	BCDE
SL47 S90	3.4	BCDE
Piartal (t)	3.35	CDE
SL47 (t)	3.35	CDE
Piartal S48	3.32	DE
Tunkahuan S 39	3.32	DE
Tunkahuan S44	3.32	DE
Piartal S81	3.3	DE
Piartal S50	3.25	DE
Piartal S51	3.20	E

Fuente: Esta investigación

Comparador Tukey al 5% DMS = 0.264

Promedios con la misma letra son estadísticamente similares

3.3.6. Rendimiento. El análisis de varianza para rendimiento presentó diferencias significativas entre materiales evaluados. (ANEXO C)

La (tabla 7) de promedios de Tukey indica que el rendimiento estuvo comprendido entre 3483.65 y 1433.56 Kg/Ha. Las selecciones mas productivas son Tunkahuan S44, SL47 S164, SL47 S133, SL47 (t), Piartal S50, Tunkahuan S39, Piartal S51, Tunkahuan S20, Piartal S48, SL47 S105, Piartal S16, Tunkahuan (t), Blanca de Jericó (t), Piartal S81 con rendimiento promedios que oscilaron entre 3483.65 a 2207.3 Kg./Ha sin diferencias significativas.

No se obtuvieron diferencias entre Piartal S51, SL47 (t), Piartal S48 SL47 S105, Piartal S16, Tunkahuan (t), Blanca de Jericó (t), Piartal S81, Piartal (t), SL47 S100, Piartal S36, SL47 S95, SL47 S90 y SL47 S112 con 2696.79 a 1433.56 Kg. / Ha.

Materiales productivos como Tunkahuan S44 (3483.65 Kg/ha), SL47 S164 (3307 Kg/ha), SL47 S133 (3294.4 Kg/ha), SL47 (t) (3283.12), Piartal S50 (3116.67 Kg/ha 3021.93 Kg/ha), Tunkahuan S39 (3021.92 Kg. /Ha) tuvieron rendimientos superiores significativamente al 5% con los materiales SL47 S90 y SL47 S112 con 1543.40 y 1433.56 Kg. /ha respectivamente.

Para las selecciones procedentes de la variedad SL47 se encontró que estas no superan al material parental en los componentes de rendimiento, longitud de panoja, peso de granos por panoja y peso de 1000 granos, por lo tanto es factible afirmar que la selecciones de SL47, presentan igual genotipo que su progenitor, y la variabilidad encontrada al igual que en Tunkahuan será consecuencia de la influencia del ambiente.

A pesar que Piartal S50, mostró ser superior a Piartal testigo en la característica peso de granos por panoja, no logro superarla en la variable Rendimiento en Kg. /Ha, al igual que en las selecciones SL47 y Tunkahuan, las selecciones Piartal no superaron a la variedad de donde fueron obtenidas.

Es importante anotar que los testigos SL47, Tunkahuan y Blanca de Jericó presentaron promedios de producción estadísticamente similares.

TABLA 7: Comparación de promedios para rendimiento en Kg. /ha para 16 selecciones y 4 testigos de quinua dulce. Prueba de Tukey.

<b>MATERIALES</b>	<b>RENDIMIENTO EN Kg. /Ha</b>	<b>SIGNIFICANCÍA</b>
Tunkahuan S44	3483.65	A
SL47 S164	3307	AB
SL47 S 133	3294.4	AB
SL47 (t)	3283.12	AB
Piartal S50	3116.67	ABC
Tunkahuan S39	3021.93	ABCD
Piartal S 51	2696.79	ABCDE
Tunkahuan S20	2516.54	ABCDE
Piartal S 48	2455.3	ABCDE
SL47 105	2396.65	ABCDE
Piartal S 16	2373.92	ABCDE
Tunkahuan (t)	2365.12	ABCDE
Blanca de Jericó (t)	2278.85	ABCDE
Piartal S 81	2207.3	ABCDE
Piartal (t)	2109	BCDE
SL47 S100	1820.39	CDE
Piartal S 36	1797.6	CDE
SL47 S 95	1771.39	DE
SL47 S 90	1549.4	E
SL47 S 112	1433.56	E

Fuente: Esta investigación

Comparador Tukey al 5% DMS =1339.7

Promedios con la misma letra son estadísticamente similares



3.3.7 Correlaciones entre componentes de rendimiento. El análisis de correlación de Pearson (cuadro 4) muestran correlaciones positivas altas entre las variables longitud de la panoja y peso de granos por panoja con el rendimiento, con un coeficiente de 0.81 y 0.86 respectivamente, siendo estas variables las mas influyentes en el rendimiento, lo cual sugiere que el incremento tanto de la longitud de la panoja como de el peso de granos por panoja contribuye en el aumento de el rendimiento en forma directa.

Igualmente se presenta una correlación altamente significativa entre la altura de la planta y la longitud de la panoja para los cuales el coeficiente de correlación es 0.40 indicando que un aumento en la altura de la planta contribuye al aumento de la longitud de la panoja.

Cuadro 4. Correlaciones entre componentes de rendimiento para 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce.

	<b>Longitud de la panoja</b>	<b>Peso de 1000 granos</b>	<b>Peso de granos por panoja</b>	<b>Altura de plantas</b>	<b>Rendimiento</b>
<b>Longitud de la panoja</b>	1.00	-0.388 0.0004 **	0.743 0.0001**	0.407 0.0002**	0.819 0.0001**
<b>Peso de 1000 granos</b>		1.00	-0.329 0.0028**	0.3116 0.0049**	-0.3997 0.0003**
<b>Peso de granos por panoja</b>			1.00	0.134 0.2356 ns	0.860 0.0001**
<b>Altura de plantas</b>				1.00	0.170 0.134ns
<b>Rendimiento</b>					1.00

Fuente: Esta investigación

ns = no hay diferencias

\* = diferencias significativas

\*\* = diferencias altamente significativas

### 3.3.8. Selección de genotipos

A través del análisis estadístico de las diferentes variables evaluadas y aplicando la fórmula del índice de selección se encontró que el IS estuvo comprendido entre 0.98 para SL47 testigo y menos 1.41 para Blanca de Jericó, donde SL47 testigo con 0.98 , SL47 S133 con 0.97 y SL47 S164 con 0.97 de IS alcanzaron los mayores valores, lo que muestra que la selección realizada es ineficiente porque estas selecciones no muestran diferencias hereditarias con respecto al testigo SL47 que es el material original de donde se obtuvieron. Por lo tanto se considera que esta variedad es el mejor genotipo en relación a las 16 selecciones y 3 testigos evaluados.

De la misma manera se encontró que en las diferentes variables evaluadas las selecciones procedentes de SL47 tuvieron un comportamiento agronómico similar al testigo SL47. Partiendo de este hecho se puede considerar que SL47 es una línea pura; como consecuencia de los continuos procesos de selección a los que fue sometida durante 15 ciclos con autofecundación en cada generación; lo que llevo a este material a alcanzar un alto grado de homocigosis. Lo que significa que tanto las selecciones como el testigo presentan el mismo genotipo y la variaciones presentadas en el momento de realizar la selección fueron efecto de las condiciones ambientales; esta explicación se basa en la teoría de la línea pura determinada por W. L. Johannsen quien menciona que las selecciones hechas a partir de una línea pura es nula (Tabla 8)

Tabla 8. Índice de selección para 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce.

<b>SELECCIONES</b>	<b>IS</b>
SL47 testigo	0,988
SL47S133	0,979
SL47S164	0,979
TUNKAHUAN S44	0,59
PIARTAL S50	0,473
SL47S105	0,413
TUNKAHUAN S39	0,407
PIARTAL S36	0,066
SL47S95	-0,003
PIARTAL S51	-0,02
SL47S100	-0,117
PIARTAL S48	-0,123
SL47S90	-0,188
SL47S112	-0,199
TUNKAHUAN S20	-0,203
PIARTAL S16	-0,358
TUNKAHUAN (t)	-0,64
PIARTAL S81	-0,692
PIARTAL (t)	-1,163
BLANCA DE JERICO (t)	-1,418

Fuente: Esta investigación

#### 4. CONCLUSIONES

El testigo SL47 fue el mejor material con índice de selección de 0.988 superando al resto de materiales evaluados.

El testigo SL47 resultó ser una línea pura por lo tanto las selecciones que se realizaron a partir de esta fueron ineficientes.

Las variables longitud de la panoja y peso de granos por panoja están altamente correlacionadas con el rendimiento, así el incremento de estas variables se ve reflejado en un aumento de este.

## 5. RECOMENDACIONES

No seguir evaluando las 16 selecciones utilizadas en este estudio, porque tienen el mismo comportamiento al presentado por las variedades de donde fueron seleccionadas y no superan al testigo SL47.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALLARD, R. W. Principios de la mejora genética de plantas. Barcelona. Ediciones Omega. 1967. Pág. 63-69.
- ALPALA, Francisco. Comportamiento de Doce Variedades de Quinoa Dulce (*Chenopodium quinoa Wild*). 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 el cultivo comercial: Genética. Quito: Latinreco, 1990. p. 33-58.
- ALVAREZ, M; PAVON, J y VON RUTTE, S. Quinoa hacia el cultivo comercial: Caracterización. Quito: Latinreco, 1990. p. 7-31.
- BURGASI, G; PAVON, J y VON RUTTE, S. Quinoa hacia el cultivo comercial: Cultivo Comercial. Quito: Latinreco, 1990. p. 117 – 135.
- CERON, Edmundo. La quinoa un cultivo para el desarrollo de la zona andina: Monografía del cultivo de la quinoa. Pasto: UNIGRAF, 2002. p. 13- 52
- CHAVES, José y PEREZ, Luís. Evaluación del Comportamiento Agronómico de Cuatro Materiales Genéticos de Quinoa (*Chenopodium quinoa wild*) en Tres Zonas Agroecológicas de Nariño. Pasto 1996, 91 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- DELGADO, Mariluz y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de Diez Selecciones de Grano Dulce de Quinoa en los Municipios de Pasto y Córdoba en el Departamento de Nariño. Pasto 2000, 80 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- MORILLO, Hugo. Evaluación del abonamiento orgánico en el cultivo de la quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) en el municipio de Pasto - Nariño. Pasto. 2002. 82 p. tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.
- PUENGUENAN, J Y VITERY, J. Estudio Tecnológico de Diez Variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) en Obonuco Municipio de Pasto. Pasto 1996, 48 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas

SAÑUDO, Benjamín y ARTEAGA, German. La quinua un cultivo para el desarrollo de la zona andina: Manejo Técnico del Cultivo de la Quinua Dulce. Pasto: UNIGRAF, 2002. p. 51 – 68

SAÑUDO, Benjamín y BETANCOURT, Carlos. Fundamentos de fitomejoramiento. Pasto: Editorial universitaria, 2005. p. 102-103

SAÑUDO, Benjamín, *et al.* Perspectivas de la quinua dulce para la región andina de Nariño. Pasto: UNIGRAF, 2005. 75p.

TAPIA, Mario. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación: agronomía de los cultivos andinos subexplotados. Bogota: s.n., 1990. p. 48-58

WAHLI, Christian. Quinua hacia el cultivo comercial. Quito: Latinreco, 1990. p. 1



**A  
N  
E  
X  
O  
S**

ANEXO A. Análisis de varianza de Ataque de mildew veloso para 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce (cuadrados medios)

Fuentes de variación	GL	Ataque de mildew veloso	F tabulado	
			5%	1%
Materiales	19	351.32**	1.803	2.302
Error	57	32.42		

Fuente: Esta investigación

NS = no hay diferencias

\* = diferencias significativas (5%)

\*\* = diferencias altamente significativas (1%)

ANEXO B. Análisis de varianza de componentes de rendimiento para 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce (Cuadrados medios)

Fuentes de variación	GL	Altura de plantas (cm.)	Longitud de la panoja (cm.)	Número de ramas secundarias	F tabulado	
					5%	1%
Materiales	19	1428.59**	54.4850**	67.47**	1.803	2.302
Error	57	17.546	5.4016	31.63		

Fuente: Esta investigación

NS = no hay diferencias

\* = diferencias significativas (5%)

\*\* = diferencias altamente significativas (1%)

ANEXO C. Análisis de varianza de componentes de rendimiento para 16 selecciones y 4 testigos regionales de quinua dulce (Cuadrados medio)

Fuentes de variación	GL	Peso de granos por panoja (gr.)	Peso de 1000 granos (gr.)	Rendimiento en Kg./ha	F tabulado	
					5%	1%
Materiales	19	81.242 **	0.0912 **	81.242 **	1.803	2.302
Error	57	7.215	0.0101	7.215		

Fuente: Esta investigación

NS = no hay diferencias

\* = diferencias significativas (5%)

\*\* = diferencias altamente significativas (1%)