

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE 16 SELECCIONES PROMISORIAS DE
QUINUA DULCE (*Chenopodium quinoa willd*) EN EL MUNICIPIO DE
CÓRDOBA, DEPARTAMENTO DE NARIÑO

JULIO ERNESTO INGUILAN CANACUAN
GLADIS CRISTINA PANTOJA BUSTOS

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 quinoa willd*) EN EL MUNICIPIO DE
CÓRDOBA, DEPARTAMENTO DE NARIÑO

JULIO ERNESTO INGUILAN CANACUAN
GLADIS CRISTINA PANTOJA BUSTOS

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

PRESIDENTE DE TESIS
CARLOS BETANCOURT 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. M.Sc
Jurado

San Juan de Pasto, Noviembre del 2007

DEDICO A:

Mis Papas Manuel y Gladys, a mis Hermanos Manuel Antonio y Mabel Andrea, a la ternurita que me atraviesa el alma mi sobrina Lina Sofía, a mi tía Tere y a mi tío Hernán y a mi amiga Mile. Con todo el amor y la gratitud por el apoyo incondicional que siempre me han brindado.

GLADIS CRISTINA PANTOJA BUSTOS

DEDICO A:

Mis padres Julio Inguilan y Carmela Canacuan, guía de mis pasos y fortaleza de mi vida; a mis hermanos, la mano amiga presente en todo momento; a mis sobrinos Fernanda, Sebastián y David, a mis amigos y a todas las personas que de una u otra forma me acompañaron para llevar a feliz término este importante proceso de mi vida.

JULIO ERNESTO INGUILAN CANACUAN

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. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

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

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

Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.

Flia Inguilan Canacuan

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

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. REVISIÓN DE LITERATURA	21
1.1 GENERALIDADES	21
1.1.1 Origen y distribución	21
1.1.2. Problemática	21
1.2 CONDICIONES ECOLÓGICAS	22
1.2.1 Altura	22
1.2.2 Temperatura	23
1.2.3 Precipitación Pluvial	23
1.2.4 Suelos	24
1.3 CULTIVO	24
1.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES	26
1.4.1 Plagas	26
1.4.2 Enfermedades	27
1.5 CARACTERÍSTICAS VARIETALES	28
1.5.1 Características Morfológicas	28
1.5.2 Biología Floral	29
1.5.3 Características fenológicas	30
1.5.4 Tamaño de Grano	31
1.6 RECURSOS GENÉTICOS Y MEJORAMIENTO	

EN QUINUA	31
1.6.1 Mejoramiento en Quinoa	31
1.6.2 Selección Individual Panoja – Surco	32
1.6.3 Modelo de Selección Individual	32
1.7 CARACTERÍSTICAS DEL GERMOPLASMA DE GRANO DULCE	33
2. DISEÑO METODOLÓGICO	38
2.1 LOCALIZACIÓN	38
2.2 MATERIALES DE EVALUACIÓN	38
2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	39
2.4 ÁREA EXPERIMENTAL	39
2.5 LABORES DE CULTIVO	39
2.6 EVALUACIONES	39
2.6.1 Características fenológicas	39
2.6.1.1 Días a emergencia	39
2.6.1.2 Días a panojamiento	41
2.6.1.3 Días a floración	41
2.6.1.4 Días a grano formado	41
2.6.1.5 Días a madurez de cosecha	41
2.6.2 Evaluación de mildew veloso	41
2.6.3 Componentes de rendimiento	44
2.6.3.1 Altura de plantas	44
2.6.3.2 Longitud de la panoja	44

2.6.3.3	Número de ramas secundarias	44
2.6.3.4	Peso de granos por panoja	44
2.6.3.5	Peso de mil granos	44
2.6.3.6	Rendimiento en Kg./ha	44
2.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	45
2.8	SELECCIÓN DE GENOTIPOS	45
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
3.1	CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS	47
3.1.1	Días a emergencia	47
3.1.2	Días a panojamiento	47
3.1.3	Días a floración	47
3.1.4	Días a grano formado	47
3.1.5	Días a madurez cosecha	50
3.2	EVALUACIÓN DE MILDEO VELLOSO	51
3.3	COMPONENTES DE RENDIMIENTO	53
3.3.1	Altura de plantas	53
3.3.2	Longitud de la panoja central	53
3.3.3	Número de ramas secundaria	55
3.3.4	Peso de granos por panoja	57
3.3.5	Peso de 1000 granos	59
3.3.6	Rendimiento en Kg./ha	59
3.4	SELECCIÓN DE GENOTIPOS	64
4.	CONCLUSIONES	66

5. RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS	70

LISTA DE CUADROS

	Pág
Cuadro 1. 16 selecciones promisorias de quinua dulce	38
Cuadro 2. Escala calificatoria para el peso de 1000 granos	44

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Características Fenológicas para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de Quinoa Dulce	48
Tabla 2. Porcentaje de ataque de mildew veloso sobre 16 Selecciones y 4 testigos comerciales de quinua dulce. Prueba de Tukey	52
Tabla 3. Altura de plantas en cm para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de quinua dulce Prueba de Tukey.	54
Tabla 4. Longitud de panojas en cm para 16 selecciones y 4 testigos de quinua dulce. Prueba de Tukey.	56
Tabla 5. Peso de granos por panoja para 16 selecciones y 4 testigos Comerciales de quinua dulce. Prueba de Tukey.	58
Tabla 6. Peso de 1000 granos para 16 selecciones y 4 testigos Comerciales de quinua dulce. Prueba de Tukey.	60
Tabla7. Rendimiento en Kg de grano seco/ha para 16 selecciones y 4 testigos Comerciales de quinua dulce. Prueba de Tukey.	62
Tabla 8. Análisis de correlación rendimiento versus componentes De rendimiento para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de Quinoa dulce.	63
Tabla 9. Índice de selección para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de Quinoa dulce.	65

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Plano de campo de la distribución de 16 selecciones Promisorias y 4 testigos comerciales de quinua dulce en bloques Al azar.	40
Figura 2. Etapas fenológicas evaluadas.	42
Figura 3. Escala grafica del grado de ataque de mildew veloso	43
Figura 4. Características Fenológicas para 16 selecciones y 4 testigos comerciales quinua dulce.	49

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis de varianza del porcentaje ataque de mildio Velloso para 16 selecciones y 4 testigos comerciales De quinua dulce. (Cuadrados medios).	71
Anexo B. Análisis de varianza de los componentes de rendimiento, Altura de plantas, longitud de panoja y número de ramas secundarias para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de quinua dulce. (Cuadrados medios).	72
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 4 testigos comerciales de quinua dulce (cuadrados medios).	73

GLOSARIO

ALOGAMIA fecundación de la flor con el polen de otra flor, tanto si corresponde al mismo pie como a otro de la misma especie.

ANDROESTERILES Plantas que producen polen no viable, pero su estigma si es receptivo y puede ser polinizado por otra flor.

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

ECOTIPO es el producto de la adaptación de una especie a un ambiente en particular.

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.

LÍNEA material vegetal sobresaliente de un proceso de mejoramiento.

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

QUINUA DULCE cultivo promisorio andino con excelente contenido de proteínas, cuyos granos tienen muy bajos contenidos de saponina

SAPONINA Sustancia química que recubre el grano imprimiéndole sabor amargo lo cual obliga a procesos de escarificación mecánica y varios enjuagados para poder emplearse como alimento.

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

VARIEDAD taxonómicamente es una subdivisión de una especie, ya sea formado en los procesos evolutivos por la selección natural o por fitomejoramiento genético.

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

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el periodo comprendido entre Abril y octubre (2006), con el objeto de evaluar 16 selecciones de quinua dulce (*Chenopodium quinoa willd*) cedidas por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, bajo las condiciones del corregimiento de Santander, municipio de Córdoba a una altura de 1800 msnm, temperatura promedio anual de 13°C, precipitación promedio de 1100 mm/año.

Se realizó un ensayo utilizando las selecciones S16, S36, S48, S50, S51, S81 (Piartal); S20, S39, S44 (Tunkahuan) y S90, S95, S100, S105, S112, S133, S164 (Facianar Aurora), y testigos regionales: Tunkahuan, Piartal, Blanca de Jericó y Facianar Aurora. El ensayo se trabajó bajo un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. La evaluación tuvo en cuenta características fenológicas las cuales se trabajaron en forma descriptiva. Reacción a Mildew veloso, altura de plantas, longitud de 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 utilizó la ecuación índice de selección para obtener genotipos sobresalientes.

Todas las selecciones de Facianar Aurora fueron más precoces con un rango de 116 a 126 días a madurez de cosecha, así mismo, S36 Piartal mostró una precocidad similar a las anteriores con 124 días; Blanca de Jericó con 185 días a cosecha, fue la más tardía.

La altura de las plantas osciló entre 107.17 y 159.67 cm considerándose como las de menor altura los genotipos Facianar Aurora y S36 Piartal. La variable de número de ramas por planta no mostró diferencias significativas.

El rendimiento osciló entre 3616.36 y 2252.72 Kg/ha siendo los genotipos con mayor promedio S50 y S39 con 3616.36 y 3556.05 Kg/ha respectivamente. El peso de 1000 granos osciló entre 2.97 y 3.87g. La correlación entre la longitud de la panoja y la altura de plantas fue de $r^2 = 0,70$. Y el peso por panoja con rendimiento mostró un $r^2 = 0,531$.

El ataque de Mildew veloso osciló entre 11.76 y 43.59 siendo menos afectadas S105, S95, S133 y Facianar Aurora con un daño menor al 11.85%, los genotipos más susceptibles fueron Blanca de Jericó, Piartal y S48 con mayor grado de ataque.

Como resultado de la aplicación de la ecuación índice de selección a las 16 selecciones y 4 testigos se encontró que el testigo Facianar Aurora fue superior a todos los materiales evaluados, presentando IS igual a 0.87.

ABSTRACT

This research was carried out during the period between April and October (2006), with the aim of selecting 16 selections of sweet quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), granted by the School of Agricultural Sciences of the University of Nariño, under the conditions of the hamlet of Santander belonging to the town of Cordoba, located at 1800 meters above the sea level, with an average temperature of 13 degrees centigrade, and an average rain fall of 1100 mm. per year.

An experiment using the S16, S36, S48, S50, S51, S81 (Piartal), S20, S39, S44 (Tunkahuan) and S90, S95, S100, S105, S112, S133 and S164 (Facianar Aurora) was carried out and Piartal, Tunkahuan, Blanca from Jericho, and Facianar Aurora were used as regional testings. This experiment was done under a design of Blocks at Random and four repetitions. The evaluation took into account the variables: phenology characteristics, interpreted in a descriptive way. The downy mildew reaction, the height of the plants, the length of inflorescence, the weight of one thousand grains and the yield, which were interpreted by means of a variance analysis, tests of Tukey significance, and also the Pearson correlations. Finally, the selection index equation was applied to obtain outstanding genotypes.

All of the Facianar Aurora selections were more precocious with a rank between 116 and 126 days at the time of harvesting; in the same way, the S36 Piartal showed a precocity similar to the former with 124 days; Blanca from Jericho with 185 days at the time of harvesting was the one which took the longest time.

The height of the plants oscillated between 107.17 and 159.67 cm.; the Facianar Aurora and S36 Piartal were the shortest ones. The variable of secondary branches did not show significant differences.

The yield oscillated between 3616.36 and 2252.72 Kg. per hectare. The S50 and S39 genotypes with a production of 36.16 and 3556.05 Kg. / per hectare respectively were the ones with the best average. The weight of 1000 grains oscillated between 2.97 and 3.87 g. The correlation between the length of the inflorescence and the height of the plants was $r^2 = 0.70$. And the weight of the inflorescence yield was $r^2 = 0.531$.

The attack of downy mildew oscillated between 11.76 and 43.59 being the least affected S105, S95, S133 and Facianar Aurora with a damage less than 11.85%. The most susceptible genotypes were Blanca from Jericho, Piartal and L48 with the biggest degree of attack.

As a result of the application of the selection index equation to the 16 selections and four testings, it was found that Facianar Aurora testing were superior to every the selections evaluated showed a selection index of 0.8.

INTRODUCCIÓN

La quinua es un pseudocereal cultivado de manera tradicional en la región andina de Nariño, particularmente en la zona sur del departamento donde se observa cultivares con variabilidad sobresaliente que han sido mantenidos principalmente por las comunidades indígenas, quienes destinan la producción para su sustento diario, sin posibilidades de comercialización debido a los bajos rendimientos y calidad del grano.

En los últimos años el cultivo de quinua ha generado grandes expectativas, como consecuencia de la promoción sobre sus bondades nutricionales, lo que ha empezado a generar demandas en los mercados locales e internacionales convirtiendo a este cultivo en una alternativa de diversificación con potencial para incluirse en los sistemas de producción de importancia económica para estas zonas de la región andina.

En la zona suroccidente del departamento de Nariño, en los Municipios de Ipiales y Córdoba, se siembran cultivares de quinua, con presencia de ecotipos de porte alto, ramificación muy abierta, susceptibles al volcamiento y a la enfermedad del mildew veloso además presentan bajos rendimientos y granos de sabor amargo y dulce.

Últimamente se ha venido trabajando en el mejoramiento de la quinua dulce, obteniéndose por selección varias selecciones promisorias, sin embargo se hace necesario continuar los procesos de evaluación, para determinar genotipos que puedan formar parte de los sistemas de producción de estas regiones. Por lo tanto este trabajo tiene como objetivos:

Evaluar y seleccionar 16 selecciones de quinua dulce obtenidas de las variedades Piartal, Tunkahuan y Facianar Aurora.

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

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 Origen y distribución la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) es un nutritivo Pseudocereal que se cultivó en forma tradicional en el área andina desde la época incaica. Fue ampliamente usada en la alimentación de los pueblos antiguos de Sudamérica como uno de los alimentos básicos. El cultivo de la quinua en el altiplano disminuyó después de la conquista española, cediendo el paso a cereales introducidos como el trigo y la cebada. Wahi¹.

Hunziker², citado por Burgos y Zúñiga, afirma que la quinua es originaria de las regiones montañosas de los Andes Ecuatoriales, principalmente de Perú y Bolivia.

Al respecto, García y Moncada³ citados por Alpala, dicen que la quinua es un cultivo originario de la Sabana de Bogotá, donde la consumían los aborígenes desde muchos años atrás y luego de allí se extendió por toda el área Andina, siendo hoy cultivada especialmente en la zona sur de Nariño Colombia, como en Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile.

La quinua se cultiva en Argentina, Chile, Colombia y Ecuador a nivel del pequeño agricultor y para autoconsumo. En Bolivia y Perú está difundido en zonas marginales donde no hay otras alternativas agrícolas, Wahi⁴.

1.1.3 Problemática La necesidad de buscar alternativas de diversificación para las zonas productoras de cereales conduce a iniciar programas de fomento de la quinua, para la cual la investigación en variedades mejoradas

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

² HUNZIKER, A.T. Las Especies de *Amaranthus* y *Chenopodium* cultivadas por los indios de América. Citado por BURGOS, L y ZUÑIGA, J. Contribución al estudio de la quinua *Chenopodium quinoa* Willd. Pasto, 1996, p 66. Tesis de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 63.

³GARCIA, J. y MONCADA, A. El Cultivo de la Quinua. Citado por ALPALA, Francisco Comportamiento de doce variedades de quinua dulce *Chenopodium quinoa* Willd, en dos municipios del departamento de Nariño. Pasto. 1997. p 81. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 4.

⁴ WAHLI, Op. Cit., p. 1.

es uno de los primeros pasos especialmente en lo que respecta a la caracterización del material genético existente. Chávez y Pérez⁵.

Por otro lado es importante destacar que desde hace mas de 10 años existe un gran número de variedades de grano dulce, con lo cual se puede iniciar un programa de fomento en muchas regiones frías donde el cultivo de la cebada ha desaparecido y hay necesidad de buscar alternativas de sustitución. Alpala⁶

Según Delgado y Benavides⁷ el cultivo de la quinua en Nariño, se encuentra limitado a asentamientos indígenas presentes en regiones frías de los municipios de Contadero, Puerres, Córdoba, Potosí, Ipiales, Aldana, y Carlosama, bajo sistemas intercalados con maíz, fríjol voluble, haba, calabaza y chocho. Su producción se destina únicamente a la alimentación de las familias que cultivan y a su venta en Pasto, Ipiales y Túquerres con fines medicinales. Además de esto, los genotipos cultivados son tardíos, de porte alto, muy ramificados y de grano amargo, existiendo poco interés por variedades precoces, de porte bajo y grano dulce bajo el sistema de monocultivo.

1.2 CONDICIONES ECOLÓGICAS

1.2.1 Altura La quinua se puede sembrar en toda la parte montañosa de los andes, desde los 2200 hasta 3400 msnm. La especie no tolera las altas temperaturas ni resiste el exceso de humedad o inundaciones del suelo, pero si tolera sequías, especialmente si no son muy severas Nieto y Fischer⁸, citados por Chavez y Pérez.

⁵ 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. p 91. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 1.

⁶ ALPALA, Francisco Comportamiento de doce variedades de quinua dulce *Chenopodium quinoa* Willd, en dos municipios del departamento de Nariño. Pasto. 1997. p 81. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 1.

⁷ DELGADO, Cristina y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba en el departamento de Nariño. 2000. p 79. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 1.

⁸ 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. p 91. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 5.

Según Álvarez, Pabón y Von Rutte⁹ la quinua se cultiva en Perú y Bolivia sobre los 3500 msnm, en condiciones marginales. En el caso de Ecuador se ha observado que la quinua produce los mejores rendimientos en las zonas triguera comprendidas entre 2000 y 3300 msnm.

Sañudo y Arteaga¹⁰ consideran que las regiones entre 2400 y 3200 msnm, son potencialmente aptas para el cultivo la quinua dulce, la cual se adapta bien en áreas con bajas precipitaciones, entre 400 y 500 milímetros por ciclo de cultivo.

1.2.2 Temperatura En cuanto a la temperatura, Gómez y López citados por Alpala¹¹ afirman que la quinua soporta una amplia gama de temperaturas, que van desde 3 °C hasta 24 °C, siendo óptimas las comprendidas entre 10 y 14 °C.

Por otra parte Alvarez, Pabón y Von Rutte¹² indican que la temperatura mínima para una buena germinación es de 5 °C, pero la planta puede sobrevivir a temperaturas extremas hasta de -5 °C.

1.2.3 Precipitación pluvial La quinua se adapta bien en áreas con bajas precipitaciones entre los 400 - 500 mm por su ciclo de cultivo. Sañudo y Arteaga¹³.

La quinua necesita de 300 a 800 mm de precipitación pluvial, distribuidos durante su periodo vegetativo, exigiendo mayor cantidad en la época de mayor fructificación. Martínez¹⁴ citado por Burgos y Zúñiga.

⁹ ALVARES, M *et al.* La quinua hacia su cultivo comercial: Caracterización. Quito. Latinreco, 1990. p 10.

¹⁰ SAÑUDO, Benjamín y ARTEAGA, Germán. La quinua un cultivo para el desarrollo de la zona andina: Manejo técnico del cultivo de la quinua dulce. Pasto. Unigraf, 2005. p 56. U

¹¹ 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. p 81. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 1.

¹² ALVAREZ, *et al.* Op. Cit. p. 10.

¹³ SAÑUDO, B y ARTEAGA G. Op. Cit. p. 56.

¹⁴ MARTINEZ, M. La agricultura del Perú. Citado por BURGOS, L y ZUÑIGA, J. Contribución al estudio de la quinua *Chenopodium quinoa* Willd. Pasto, 1996, p 66. Tesis de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 10.

Por otra parte Alvares, Pabón y Von Rutte¹⁵ afirman que la mínima precipitación para obtener rendimientos aceptables es de 400 mm

1.2.4 Suelos La quinua prefiere suelos semiprofundos con buen contenido de materia orgánica y sobre todo que no se inundan, porque con tan solo 4-5 días de exceso de humedad se afectará su desarrollo. El pH debe ser neutro o ligeramente alcalino, aunque algunas variedades pueden soportar hasta pH 8, demostrando su carácter halófilo. Tapia¹⁶.

Según Martínez¹⁷, la quinua prospera en suelos de texturas variadas; sin embargo, prefiere los de textura mediana o liviana, pero no es recomendable sembrarla en suelos arenosos o pedregosos.

1.3 CULTIVO

Para la quinua se aconsejan 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 de invierno generalmente fracasan, debido a la proliferación de malezas, cuya deshierba encarecen los costos de producción¹⁸.

Según Burgasi, Pavón y Von Rutte¹⁹ los suelos aptos para el cultivo de cereales de clima templado y frío lo son también para la quinua. El terreno para el cultivo de la quinua no necesita de una preparación especial, sino similar al aplicado para cereales.

Sañudo y Arteaga²⁰ dicen que la quinua exige una cama superficial, mullida y suelta, para que se produzcan normalmente los procesos de germinación, emergencia y desarrollo inicial. De ahí que no es conveniente cultivarla en terrenos anteriormente dedicados a praderas, aconsejándose sembrarla en

¹⁵ ALVAREZ, *et al.* Op. Cit. p. 10.

¹⁶ TAPIA, Mario. Cultivos andinos y subexplotados y su aporte a la alimentación: Agronomía de los cultivos andinos subexplotados. 1990. p. 50.

¹⁷ MARTINEZ, M. Op. Cit. p. 11.

¹⁸ SAÑUDO, B y ARTEAGA G. Op. Cit. p. 59.

¹⁹ BURGASI, G. *et al.* La quinua hacia su cultivo comercial: Cultivo comercial. Quito. Latinreco, 1990. p. 119.

²⁰ SAÑUDO, B y ARTEAGA G. Op. Cit. p. 59.

terrenos establecidos el semestre anterior con cultivos de papa o fríjol arbustivo.

Según Tapia²¹, la densidad varía dependiendo de las condiciones climáticas, preparación del suelo, sistema de siembra y la calidad de la semilla.

Sañudo y Arteaga²² dicen que la cantidad de semilla es de 10 a 12 kilos por hectárea, dependiendo del calibre de la semilla y de la preparación del terreno; si la variedad es de semilla pequeña se aconseja la menor cantidad; cuando el suelo está terronado, es conveniente aumentar la densidad de siembra.

En cuanto a la distancia de siembra, los mismos autores²³ afirman que el surcado debe hacerse a 0,30- 0,50 metros de distancia dependiendo del porte de la variedad a sembrar; así por ejemplo la variedad Camacani 1 se siembra a 0,30 metros mientras que la regional dulce de Quitopamba a 0,40 metros y la ecuatoriana Tunkahuan a 0,50 metros.

Burgasi, Pavón y Von Rutte²⁴ recomiendan que en condiciones de buena humedad la profundidad adecuada es de 5mm; en caso de condiciones secas es aconsejable sembrar hasta 50mm de profundidad.

Según Nieto y Fisher²⁵, citados por Mora, uno de los principales problemas de la quinua es la competencia con las malas hierbas. Si la quinua no está desyerbada, las plantas crecerán pequeñas y raquíticas y la producción será muy baja. Se recomienda hacer una primera deshierba a los 40 días, luego realizar un aporque a los 80 días, el que sirve como segunda deshierba.

Cuando las plantas de quinua han emergido totalmente, se hace un raspado en las calles para eliminar las malezas en brotación; posteriormente, al formar los dos primeros pares de hojas verdaderas, es preciso hacer una deshierba manual de malezas que crecen entre las plantas de quinua.

²¹ TAPIA, M. Op. Cit. p. 52

²² SAÑUDO, B y ARTEAGA G. Op. Cit. p. 56.

²³ *Ibíd.* p. 56

²⁴ BURGASI, G. *et al.* Op. Cit. p. 124.

²⁵ NIETO, C y FISCHER, V. LA quinua un alimento nuestro, citado por MORA, William. Efecto de diferentes densidades de poblaciones sobre componentes de producción de quinua *Chenopodium quinoa* Willd, variedad quitopamba en el municipio de Tangua. Pasto. 1996. p. 87. Tesis de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 14.

Después del llenado de grano es necesario una eliminación manual de malezas de la misma familia de la quinua como el cenizo (*Chenopodium paniculatum*) y la alpa quinua (*Chenopodium quinua*) cuyas semillas pueden mezclarse fácilmente con las de la especie cultivada, propagándose en las siguientes siembras. Sañudo y Arteaga²⁶.

1.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA QUINUA

1.4.1 Plagas Según Sañudo y Arteaga²⁷ las plagas principales de la quinua son:

Gusanos tierreros (*Agrotis sp*, *Feltia sp*, *spodoptera sp*) corresponden a larvas de color gris que viven enterradas de día, pero en la noche salen a cortar gran cantidad de plántulas.

Babosas (*Milax sp* *Deroceras sp*) son muy destructivas en épocas de invierno, cortando y consumiendo totalmente las plántulas o el follaje de las plantas desarrolladas.

Para el control de las dos plagas, en el sitio de ataque se debe aplicar un cebo tóxico hasta un metro de cada lado y poco antes del anochecer. El cebo se prepara con SEVIN PM80 (CARBARIL) 0.5 – 1.0 kilo más miel de purga 5 litros, más ASERRIN o AFRECHO 50 kilos. También es efectiva la aplicación de SEVIN PM80, un kilo por hectárea (50centímetros cúbicos por bomba) procurando empapar bien la base de las plantas.

Gusanos comedores de follaje: se pueden encontrar larvas de color verde, que encorvan su cuerpo hacia arriba. (*Trichoplusia sp*) consumiendo hojas por los bordes además se puede observar pequeños gusanos de color café claro verdoso con rayas, que destruyen los cogollos (*Scrobipalpula. sp*).

Cucarroncitos perforadores de hojas (*Epitrix sp*, *Diabrotica sp*) hacen orificios en las hojas y raspan los tallos y ramas.

Afidos o pulgones (*Myzus sp*, *Macrosiphum sp*) en períodos alternos de temporadas lluviosas y secas, suelen observarse poblaciones moderadas de áfidos de color verde claro con patas negras o individuos de tonalidad verde oscura los cuales viven en el envés de las hojas chupando la savia.

²⁶ SAÑUDO, B y ARTEAGA G. Op. Cit. p. 62.

²⁷ Ibíd. p. 63.

Para el control de las plagas del follaje son efectivas las aplicaciones de SEVIN PM80 (CARBARYL) 1 kilogramo por hectárea cuando se observan los primeros daños y luego un piretroide como KARATHE (LAMBDA CIHALOTRINA) 300 centímetros cúbicos por hectárea Sañudo y Arteaga²⁸

1.4.2 Enfermedades Sañudo y Arteaga manifiestan que en el departamento de Nariño son muy frecuentes las enfermedades fungosas denominadas: el damping off (*Rhizoctonia solani*, *Pythium sp*), el mildero velloso (*Peronospora farinosa*), el secamiento de tallos (*Phoma sp*) y la pudrición gris de las panojas (*Botrytis cinerea*).

Damping off (*Rhizoctonia solani*, *Pythium sp*) enfermedad frecuente desde la etapa de la emergencia hasta un mes después, principalmente cuando hay periodos prolongados de lluvia y compactación.

Mildero velloso (*Peronospora farinosa*), afecta a la quinua de los primeros estados de crecimiento hasta la etapa de grano formado, observándose áreas amarillas redondeadas o regulares en el haz de las hojas, a partir de las bajas. En el envés correspondiente a dichas áreas, aparece un moho velloso, inicialmente de color blanco, luego púrpura. La enfermedad es frecuente en épocas de invierno Sañudo y Arteaga²⁹.

Las dos enfermedades anteriores se pueden tratar con productos como curzate (cimoxanil + mancozeb), sandofan (oxadicil + mancozeb) o groland (ofurace + mancozeb) cualquiera de ellos en dosis de 1.5 kg/ha. Se repiten aplicaciones cuando el ataque se observe en la parte media y luego en la parte superior, cuidando de no repetir el mismo producto Sañudo y Arteaga³⁰.

Según Falcón y Ruales³¹ la enfermedad de mayor importancia es el mildero. Las lesiones en las hojas son muy variables, dependiendo de la zona ecológica, intensidad de luz, humedad y de la variabilidad genética de la quinua.

Hitzel, Becerra y Callañaupa³² indican que el mildero afecta las hojas basales y viejas las cuales ya no contribuyen a la fotosíntesis y por eso económica y

²⁸ SAÑUDO, B y ARTEAGA G. Op. Cit. p. 63.

²⁹ Ibíd. p. 64.

³⁰ Ibíd. p. 65.

³¹ FALCONI, C. y RUALES, C. Quinua hacia su cultivo comercial: Enfermedades. Quito. Latinreco, 1990. p. 97.

³² HITZEL, *et al.* Influencia del control cultural al control del mildero, (*Peronospora sachlii* fuckal) y al rendimiento en quinua. Citado por CHAVEZ, Francisco y PEREZ, Luis.

ecológicamente no se justifica recomendar un tratamiento químico. El raleo favorece una buena aireación lo cual contribuye un ambiente poco favorable para el hongo.

1.5 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS VARIETALES.

1.5.1 Características morfológicas Según Álvarez, Pavón y Von rutte³³ la quinua es una planta herbácea, de raíz pivotante con muchas ramificaciones y alcanza una profundidad de hasta 60cm, la altura varía entre los 100 y los 230 cm, el tallo es cilíndrico a la altura de los cuellos y angular a partir de las ramificaciones. Las hojas son lanceoladas, 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.

Normalmente de la axila de cada hoja del tallo nace una rama y de éste, otras según su hábito. En algunos ecotipos o razas las ramas son poco desarrolladas alcanzando unos pocos centímetros de longitud, y en otros son largas y llegan casi hasta la altura de la panoja principal, terminando en otras panojas. Cerón³⁴.

La inflorescencia racimosa y por disposición de las flores en racimos se considera como una panoja. Algunas veces está claramente diferenciada del resto de la planta siendo terminal y sin ramificaciones, pero en otras, no hay diferenciación clara, debido a que en el eje principal tiene ramificaciones que le dan una forma cónica. Cerón³⁵.

Las flores se agrupan a lo largo del eje principal o los ejes secundarios dando lugar a las formas de inflorescencia amarantiforme y glomerulada respectivamente; en la inflorescencia amarantiforme se observa que el eje principal nace de los ejes secundarios. En el tipo de inflorescencia glomerular, el eje glomerular nace directamente del eje principal. Cerón³⁶.

Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro materiales genéticos de quinua *Chenopodium quinoa* Willd en tres zonas agroecológicas de Nariño, Pasto. 1996. p 91. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 14.

³³ ALVAREZ, *et al.* Op. Cit. p. 22.

³⁴ CERON, Edmundo. Un cultivo para el desarrollo de la zona andina. Monografía del cultivo de la quinua. Pasto. UNIGRAF, 2002. p. 33.

³⁵ CERON, E. Óp. Cit. p. 33.

³⁶ CERON, E. Op. Cit. p. 33.

Las flores son incompletas, dado que carecen de pétalos. Las flores en glomérulos pueden ser hermafroditas o pistiladas y del porcentaje de cada una de ellas depende la variedad.

La flor hermafrodita está constituida por un peritoneo sepaloide de cinco partes, el gineceo con un ovario elipsoidal con dos o tres ramificaciones estigmáticas rodeadas por el androceo formado por 5 estambres curvos y cortos. Cerón³⁷.

La semilla está envuelta por el episperma en forma de una membrana delgada, el embrión está formado por los cotiledones y la radícula, y constituye la mayor parte de la semilla que envuelve al perisperma como un anillo. Cerón³⁸.

1.5.2 Biología Floral, las flores de la quinua son incompletas, dado que carecen de pétalos. Las flores en el glomérulo pueden ser hermafroditas o pistiladas, y el porcentaje de cada una de ellas depende de la variedad. Normalmente se observa un porcentaje similar en ambos, pero también extremos con preponderancias de hermafroditas o pistiladas. Las hermafroditas en el glomérulo además de ser apicales, sobresalen de las pistiladas que se encuentran en la parte inferior³⁹.

Según Gómez y López⁴⁰ la quinua es una especie mayormente autogama. Las flores hermafroditas presentan mayor proporción dentro de la inflorescencia de quinua, siguiéndole las androesteriles, aberraciones florales, pistiladas y en último término las estaminadas.

Alvarez y Von Rutte⁴¹ afirman que dada la capacidad de polinización abierta que presenta la quinua, existe el peligro de cruzamiento con quinuas amargas.

Silvestre Victor y Gil Flavia concluyen de su ensayo alogamia en quinua para la variedad Sajama que el porcentaje de alogamia medio es de 17.76 % permitiéndoles considerar a esta población como parcialmente autogama

³⁷ CERON, E. Op. Cit. p. 33.

³⁸ CERON, E. Op. Cit. p. 34.

³⁹ CERON, E. Op. Cit. p. 33.

⁴⁰ GOMEZ, M y LOPEZ, G. Tipos de polinización en quinua. En chapingo, México. Volumen 18, numero 71. p. 156 – 161.

⁴¹ ALVAREZ, M. y VON RUTTE, S. La quinua hacia su cultivo comercial: Genética. Quito. Latinreco, 1990. p. 48.

siendo ésta una proporción lo suficientemente alta para ser tenida en cuenta en el manejo de las colecciones, en el mejoramiento y la producción masiva de semilla⁴².

1.5.3 Características fenológicas Burgos y Zúñiga⁴³ citados por Alpala indican que las características fenológicas de la quinua en Nariño se encuentra entre 210 a 270 días de acuerdo con los cultivares y la zona de cultivo. Se considera que la variedad Chaucha es una de las más precoces con 210 – 240 días.

Chávez y Pérez⁴⁴, citado Delgado y Benavides en sus estudios realizados en el departamento de Nariño, en los municipios de Pasto, Yacuanquer y Buesaco ubicados a una altura de 2710, 2600 y 2400 msnm respectivamente, encontraron que las variedades de quinua dulce Quitopamba, Camacani I, Ingapirca y Tunkahuan tuvieron un características fenológicas en promedio de 156,30, 140,16, 154,50 y 169,8 días respectivamente.

En el estudio de diez variedades de quinua realizada por Puenguenan y Viteri⁴⁵, citado Delgado y Benavides en el mismo departamento encontraron que hasta la madurez de grano resultó tardía Nariño con 205 días y fueron precoces Camacani I, Camacani II, y Camiri y Chucapaca con 141 días en promedio.

⁴² SILVESTRI, Víctor y GIL, Flavia. Alogamia en Quinoa: En Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Volumen 32, número 200. p. 71.

⁴³ BURGOS, L y ZUÑIGA, J. Contribución al estudio de 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. p 81. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 11.

⁴⁴ CHAVEZ, Francisco y PEREZ, Luis. Op Cit, citado por DELGADO, Cristina y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba en el departamento de Nariño. 2000. p 79. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 4.

⁴⁵ PUENGUENAN, J y VITERI, J. Estudio fonológico de diez variedades de quinua *Chenopodium quinoa* Willd citado por DELGADO, Cristina y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba en el departamento de Nariño. 2000. p 79. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 5.

Según estudios realizados por Alpala⁴⁶ citado por Delgado y Benavides; en el departamento de Nariño en los municipios de Cumbal y Guachucal, ubicados a 3092 y 3150 msnm, respectivamente, se consideran como precoces las variedades Quitopamba, Ingapirca y Camacani I con una maduración promedio hasta la cosecha de 147 días. Los días a emergencia oscilaron entrega 5 a 8 días, el tiempo promedio a panojamiento fue de 81 a 131 días, a la floración de 94 a 140 días y a grano formado de 160 a 194 días.

1.5.4 Tamaño de grano. Wahli⁴⁷ expone los siguientes rangos para establecer el tamaño del grano a partir del peso de este:

Peso de 1000 granos entre 1,5 y 2,5 g. Son granos de tamaño pequeño entre 2,5 y 3 g. son granos medianos y pesos mayores a 3g. Pertenecen a granos grandes.

Al igual que las quinuas amargas las dulces tiene granos con un diámetro generalmente entre 1,8 y 2,1 mm. Álvarez y Von Rutte⁴⁸.

1.6 RECURSOS GENÉTICOS Y MEJORAMIENTO EN QUINUA

1.6.1 Mejoramiento en quinua El mejoramiento pretende lograr una quinua libre de saponina, de alto rendimiento, grano grande, buena calidad culinaria, tallo erecto con panoja definida y resistente a plagas y enfermedades, que puedan competir con otros cultivos exóticos introducidos en los andes. Tapia⁴⁹

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

⁴⁶ALPALA, Francisco Op Cit, citado por DELGADO, Cristina y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba en el departamento de Nariño. 2000. p 79. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 4.

⁴⁷ WAHLI, C. La quinua hacia su cultivo comercial. Citado por DELGADO, Cristina y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba en el departamento de Nariño. 2000. p 79. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 12.

⁴⁸ ALVAREZ, M y VON RUTTE, S. Op. Cit. P. 44

⁴⁹ TAPIA, Mario. Cultivos andinos y sub explotados y su aporte a la alimentación: Agronomía de los cultivos andinos sub explotados. 1990. p. 45.

plagas, así como el tamaño de grano, el contenido de saponina y su potencial productivo. Tapia⁵⁰.

1.6.2.1 Selección individual panoja- surco Según Alvarez y Von Rutte⁵¹ 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.

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. Este Consiste en seleccionar y aislar individuos sobresalientes que serán evaluados en sus generaciones sucesivas ya que en la generalidad de los casos se observa mezclas de formas, variedades o eco tipos 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, Selección surco-panoja altura de planta, contenido de saponina, etc⁵²

1.6.3 Modelo de Selección Individual Se trabaja en distintas regiones que cultiven el mismo tipo varietal de la especie de interés y con lotes que tengan las poblaciones heterogéneas.

Sañudo y Betancourt Sugieren la siguiente metodología para un ciclo de selección individual en especies autogamas

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.

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.

⁵⁰TAPIA, M. Op. Cit. P. 44.

⁵¹ ALVAREZ, M y VON RUTTE, S. Op. Cit. P. 55

⁵² ALVAREZ, M y VON RUTTE, S. Op. Cit. P. 55-56

Durante el cultivo, 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.

Los surcos seleccionados por uniformidad, fenotipo y sanidad en todas las repeticiones, se cosechan y benefician individualmente, haciendo la determinación de los rendimientos.

Se dejan aquellas líneas, cuya producción en las repeticiones es igual o mayor que el promedio general.

Las líneas 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 original. Se realiza un manejo técnico del cultivo.

En las diferentes regiones donde se establecieron las líneas 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 estadístico⁵³.

1.7 CARACTERÍSTICAS DEL GERMOPLASMA DE GRANO DULCE

Álvarez y Von Rutte⁵⁴ 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. En cuanto al diámetro tanto en quinuas amargas como en dulces este varía entre 1,8 y 2,1 mm 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 ecuatoriales, ha producido en 150 días. Su rendimiento es variable, pudiendo llegar a 2000kg 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 mildiú Rea⁵⁵.

⁵³ SAÑUDO, Benjamín y BETANCOURTH, Carlos. Fundamentos de fitomejoramiento. Editorial Universitaria, 2005. p. 102.

⁵⁴ ALVAREZ, M y VON RUTTE, S. Quinoa hacia el cultivo comercial: Genética. Quito. Latinreco, 1990. p. 44.

⁵⁵ REA, J. *et al.* La quinua y la kañiwa cultivos andinos: Practicas agronómicas. Bogotá, CIIT, 1979. p. 98.

QUITOPAMBA: La variedad dulce de Quitopamba proviene de una selección individual realizada en la vereda de Quitopamba, corregimiento de Villa Moreno, municipio de Buesaco. Fue descubierta en 1958 y tiene un contenido bajo de saponina (0.02) Montenegro⁵⁶ citado por Chávez y Pérez. En estudios realizados por Puenguenan y Viteri⁵⁷, citado Delgado y Benavides en el municipio de Pasto a 2710 msnm, encontró 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 grado de 2,007 mm, una producción promedio de 4033 kg/ha con un contenido de saponina de 0,036%.

Según Puenengan y Viteri⁵⁸ citados por Chávez y Pérez, la duración del periodo vegetativo es de 189 días. Alcanza una altura de 85 cm., la panoja mide 48 cm., el peso de 1000 granos es de 3.2 g., el rendimiento llega hasta 4 toneladas por hectárea.

NARIÑO: originaria del sur de nuestro departamento cuyas plantas tienen una altura entre 1.70-2.10m., 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- 1.35mm. Sañudo y Arteaga⁵⁹.

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

⁵⁶ MONTENEGRO, B. investigación sobre quinua dulce de Quitopamba *Chenopodium quinoa* Willd, 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. p 91. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 23.

⁵⁷ PUENGUENAN, J y VITERI, J. Estudio fonológico de diez variedades de quinua *Chenopodium quinoa* Willd citado por DELGADO, Cristina y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba en el departamento de Nariño. 2000. p 79. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 5.

⁵⁸ PUENGUENAN, J y VITERI, J. Estudio fonológico de diez variedades de quinua *Chenopodium quinoa* Willd 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. p 91. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 23.

⁵⁹ SAÑUDO, B y ARTEAGA G. Op. Cit. p. 57.

1,9 %, la altura de planta es de 85 cm. y el rendimiento promedio de grano es de 1.551 Kg/ha Nieto⁶⁰ citado por Alpala

En evaluaciones realizadas por Alpala⁶¹ citado Delgado y Benavides, en dos municipios 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.

TUKUNHUAN: 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 2.1mm y un contenido de saponina de 0.06, con un rendimiento promedio de 2244 kg/ha Nieto⁶². Citado por Delgado y Benavides.

Según resultados obtenidos por Alpala⁶³ 1990 citado por Delgado y Benavides; esta variedad emerge a los 5 días, su madurez de cosecha se da a los 203 días con una altura promedio de 101 cm, longitud de panoja 27 cm., y un rendimiento por hectárea de 2175 kg/ha.

Chavez, y Perez,⁶⁴ mencionan que la variedad tunkahuan presentó en las localidades de Pasto, Yacuanquer y Buesaco una emergencia de 5.25, 5.5, y 4.75 días; al panojamiento de 95.75, 104 y 84.75 días; llenado de grano total de 140.5, 145.25 y 129.5 días; una longitud de panoja de 39.3, 41.85, y 32.53 cm. un peso promedio de panoja de 19.05, 21 y 17.8 g.

⁶⁰ NIETO. *et al.* Dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina citado por ALPALA, Francisco Comportamiento de doce variedades de quinua dulce *Chenopodium quinoa* Willd, en dos municipios del departamento de Nariño. Pasto. 1997. p 81. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 13.

⁶¹ ALPALA, Francisco Comportamiento de doce variedades de quinua dulce *Chenopodium quinoa* Willd, citado por DELGADO, C y BENAVIDES, C. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba en el departamento de Nariño. 2000. p 79. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 13.

⁶² NIETO. *et al.* Dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina citado por DELGADO, Cristina y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba en el departamento de Nariño. 2000. p 79. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 13.

⁶³ ALPALA, Francisco Op Cit citado por DELGADO, Cristina y BENAVIDES, Claudia. Op Cit. p. 13

⁶⁴ CHAVEZ, Francisco y PEREZ, Luis. Op Cit. p. 38 - 83.

Así mismo, afirman que la variedad más productiva fue Tunkahuan con producciones de 1771.6, 2043 y 2042.8 kg/ha. En Buesaco, Yacuanquer y Pasto respectivamente además presentó 7.10% en ataque de mildew veloso.

En el comportamiento de 12 variedades de quinua dulce en dos municipios del departamento de Nariño Alpala⁶⁵ 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 de 1000 granos 2.49 gr., y producción de grano en kg/ha de 2175. Además menciona que la variedad Tunkahuan mostró un ataque de mildew veloso del 55.5%.

FACIANAR AURORA: variedad mejorada de quinua dulce obtenida por la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, con adaptación entre 2300 y 3000 m.s.n.m, es una variedad precoz que alcanza su madurez de cosecha entre 85 y 140 días. Presenta plantas de porte bajo con alturas entre 85 y 130cm alcanzando rendimientos entre 1800 a 2400Kg de grano seco por hectárea.⁶⁶

En evaluaciones sobre el abonamiento orgánico realizado en el corregimiento de Mapachico con la línea promisoría SL 47, Morillo⁶⁷ encontró un promedio de 73.52 cm y 40.39 cm para altura de plantas y longitud de panojas en el tratamiento para fertilización foliar y 70.46cm y 39,32cm para altura de plantas y longitud de panojas para el tratamiento sin fertilización foliar.

PIARTAL: Es un cultivar originario de la provincia del Carchi, norte del Ecuador. Actualmente es 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 semidulce. La planta típica de este cultivar es de color púrpura. Estas plantas dulces provienen de poblaciones mezcladas con plantas amargas, han sufrido contaminaciones,

⁶⁵ ALPALA, Francisco Op Cit p. 25 - 70.

⁶⁶ UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Variedad mejorada de quinua dulce para la región andina del departamento de Nariño: Facianar Aurora, Pasto: Junio 2007, plegable 8 Pág.

⁶⁷ MORILLO, Hugo. Evaluación del abonamiento orgánico en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el municipio de Pasto, Nariño.2002. p 82. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 60-70.

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 mm de diámetro. Álvarez y Von Rutte⁶⁸.

Delgado y Benavides⁶⁹ 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 días, los días a panojamiento oscilaron entre 84 y 102 días, Los días a floración oscilaron entre 96 a 126 días. . El tiempo promedio a grano formado oscilo entre 141 y 181 días. También encontraron que 7 selecciones fueron semitardías (150 -180 días), y 3 fueron tardías (mayo rendimientos oscilaron entre 1376 y 2456kg/ha y de 180 días) de acuerdo a los criterios para calificar la precocidad propuestos por Wahli⁷⁰.

Así mismo los mismos autores manifiestan que en Córdoba, Nariño se dieron las mayores alturas de plantas con 170cm, el peso de 1000 granos osciló entre 3.94 y 2.85 gramos, y los rendimientos oscilaron entre 1376 y 2456kg/ha

BLANCA DE JERICÓ: Procedente de Boyacá, Colombia, es de porte alto, semitardía, con ramificación abierta desde la base y panoja de color blanco rosado⁷¹

⁶⁸ ALVAREZ, M y VON RUTTE, S. Op. Cit. 44

⁶⁹ DELGADO, Cristina y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba en el departamento de Nariño. 2000. p 79. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 30-43

⁷⁰ WAHLI, Christian. Quinua hacia su cultivo comercial. Quito: Latinreco, 1990. citado por DELGADO, Cristina y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba en el departamento de Nariño. 2000. p 79. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁷¹ SAÑUDO *et al.* Perspectivas de la quinua dulce en la región andina de Nariño: Pasto UNIGRAF. 2005 P 14.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en el corregimiento de Santander, Municipio de Córdoba, Departamento de Nariño, ubicado a una altura de 2800 msnm, con una precipitación anual de 1100 mm y una temperatura promedio de 13 °C.

2.2 MATERIAL DE EVALUACIÓN

El material genético lo constituyeron 16 selecciones promisorias de quinua dulce, cedidas por la Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño, las cuales se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. 16 Selecciones promisorias de quinua dulce

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

Fuente: esta investigación

Las 16 selecciones se evaluaron frente a cuatro testigos comerciales (Piartal, Tunkahuan, Blanca de Jericó, Facianar Aurora).

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

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

2.4 ÁREA EXPERIMENTAL

Se preparó un lote de 29 x 21.4m, se trazó 4 bloques de 4.6 x 29m cada uno. Con 20 parcelas (tratamientos) de 1.8 x 2 m. Entre bloques y parcelas se dejaron calles de 1 m. la parcela útil correspondió a dos surcos centrales (Figura 1).

2.5 LABORES DE CULTIVO

La preparación del terreno se realizó con yunta de bueyes haciendo dos pases de arada y uno de rastrillada y los surcos se trazaron manualmente con azadón.

Siembra y fertilización En cada parcela se trazaron 4 surcos de 2m de largo separados a 0.6m, en cada surco se abrieron 7 huecos a 28 cm aproximadamente regando en el fondo de cada uno el fertilizante; en dosis de 100Kg de 10- 30-10 -10 más 10Kg de Agrimins/ ha. Sañudo y Arteaga 2002. Se tapó ligeramente y se distribuyó 0.1 gr de semilla por sitio, que equivale a 0.72 g por surco a razón de 8 Kg/ha, tapando manualmente a una profundidad no superior a 50 mm.

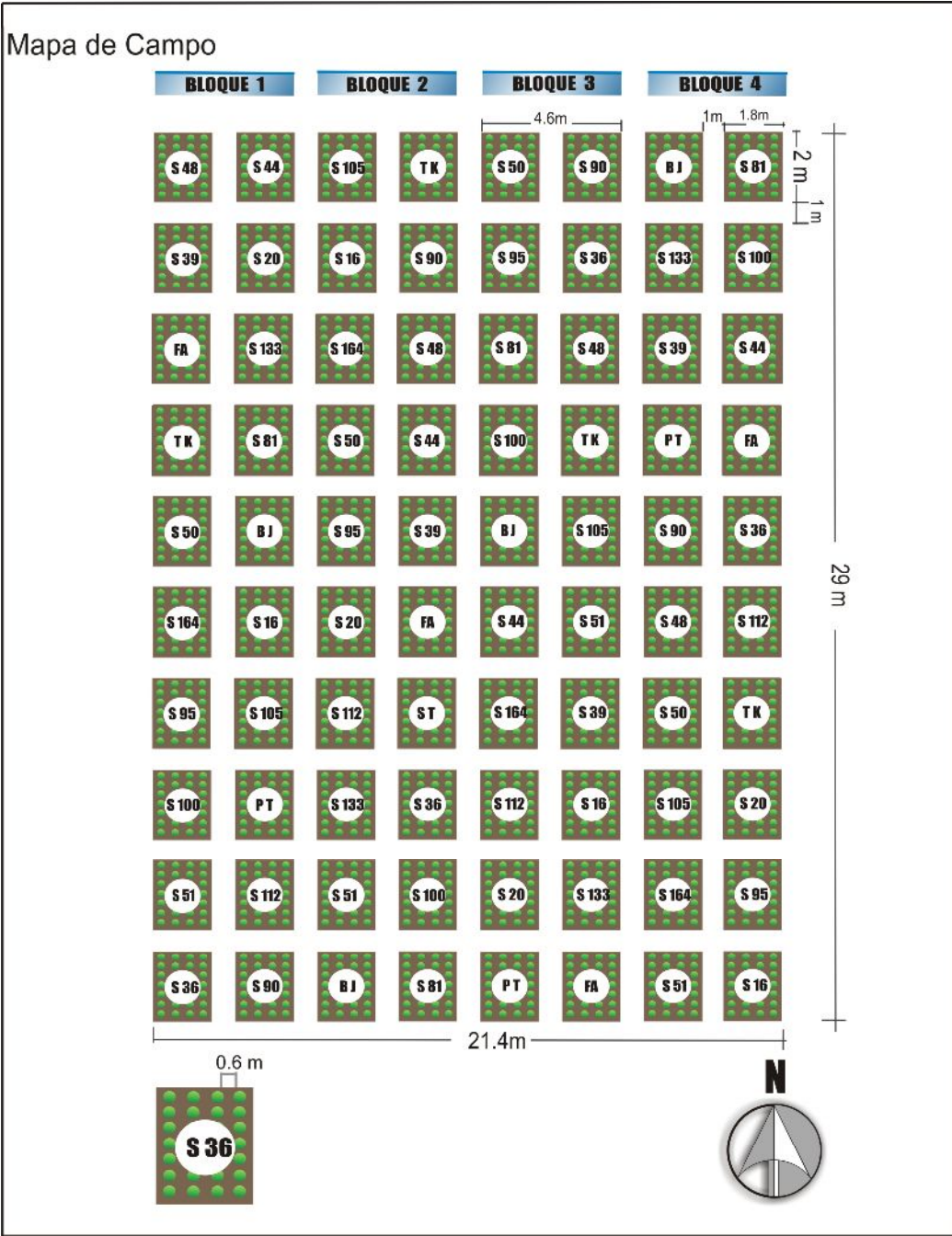
Transcurrido 30 días de la siembra se hizo una desyerba manual, repitiendo esta labor a los 60 días, realizando un ligero aporque. En la época de emergencia se aplicó previcur (propamocarb hidrocloreuro) para los hongos causantes de Damping off en dosis de 40 cc por bomba de 20 litros.

2.6 EVALUACIONES

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. (Figura 2).

Figura 1. Plano de campo de la distribución de 16 selecciones promisorias y 4 testigos de quinua dulce en bloques al azar.



Fuente: esta investigación.

2.6.1.2 Días a panojamiento. Se determinó el número de días transcurridos de la siembra hasta cuando se observó que más del 50 % de las plantas de cada parcela tuvieron las panojas completamente desarrolladas. (Figura 2)

2.6.1.3 Días a floración. Se determinó cuándo el 50% de las plantas de cada parcela tenían florecidas las panojas. (Figura 2).

2.6.1.4 Días a grano formado. Se determinó el número de días de la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas de cada parcela al coger los granos de receptáculos florales y al apretarlos presentaron cierta resistencia. (Figura 2).

2.6.1.5 Días a madurez de cosecha. Se determinó el número de días de la siembra hasta cuando más del 50 % de las plantas de cada parcela tomaron un color amarillo acompañado de defoliación y al sobar la panoja los granos se desprendieron fácilmente, mostrando al partirlos una consistencia harinosa. (Figura 2).

2.6.2 Evaluación de mildeo veloso. En época de llenado de grano se realizó la lectura tomando diez plantas al azar de cada línea y procediendo a evaluar la severidad del ataque según el porcentaje de tejido afectado, es decir observando el área de zonas amarillas y secas de cada planta y clasificándolo de acuerdo a la Escala gráfica del grado de ataque de mildeo veloso. (Figura 3).

Figura 2. Etapas fenológicas evaluadas.



EMERGENCIA



PANOJAMIENTO



FLORACIÓN



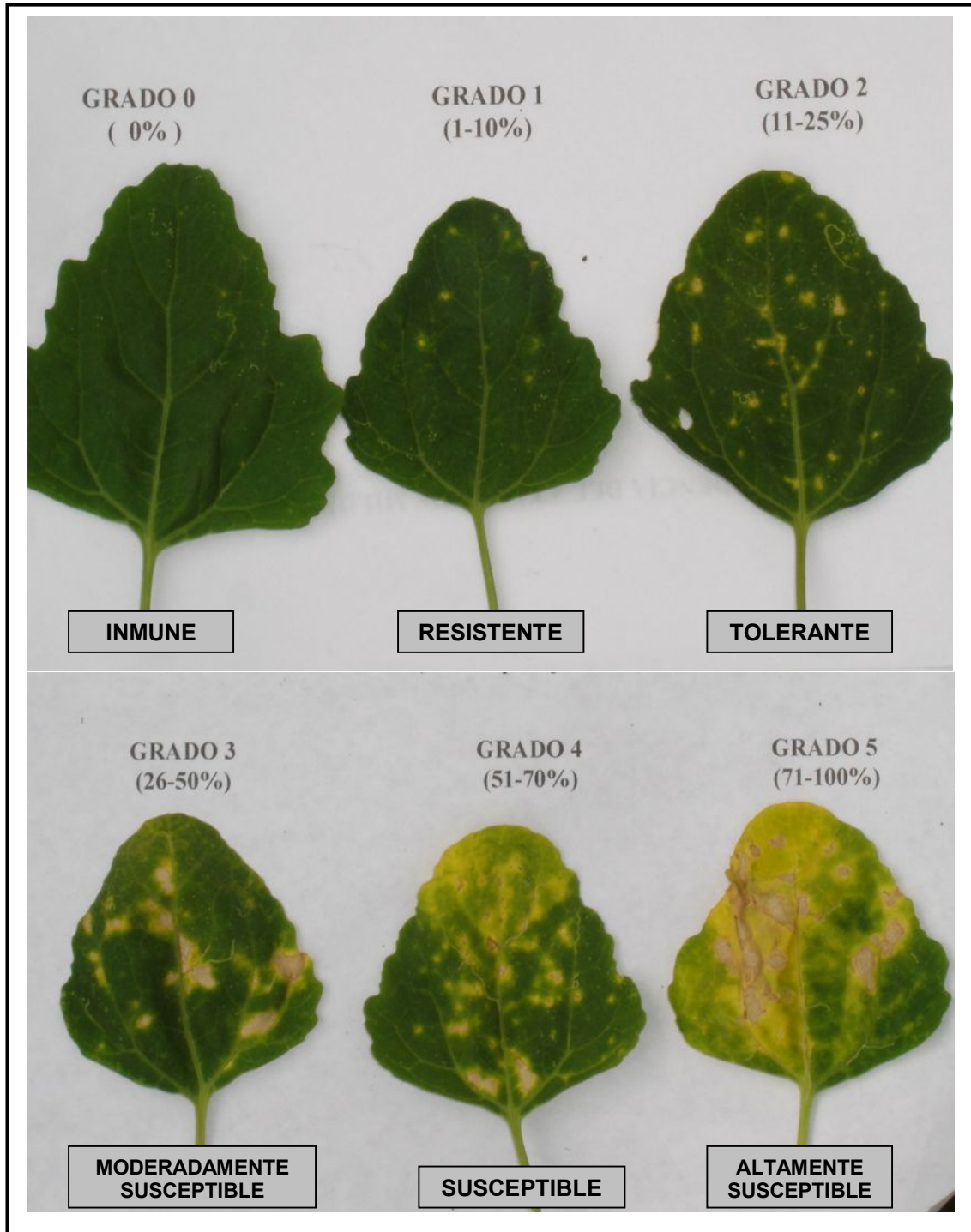
LLENADO DE GRANO



MADUREZ DE COSECHA

Fuente: esta investigación.

Figura 3. Escala grafica del grado de ataque de mildew vellosa



Fuente: Esta investigación

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

2.6.3.4 Número de ramas secundarias. En época de llenado de grano se tomaron 10 plantas al azar de cada parcela y se contabilizó el número de ramas secundarias.

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

2.6.3.6. Peso de 1000 granos. De las anteriores plantas se realizó el conteo de 1000 granos, se pesaron para obtener el tamaño de grano considerando los tres rangos para determinar el tamaño del grano según el peso. Wahli 1990. (Cuadro 2)

Cuadro 2: Escala clasificatoria para peso de mil granos

Peso de 1000 granos (g)	Tamaño del grano
1,5 - 2,5g	Pequeño
2,5 - 3,0g	Mediano
Mayor a 3,0g	Grande

Fuente: Quinua hacia un cultivo comercial, Wahli 1990.

2.6.3.7 Rendimiento Kg/ha. Llegada la época de cosecha para cada línea, se procedió a cortar las panojas en forma individual e inmediatamente se llevaron a un oreador donde se dejaron secar por 5 días, luego se trilló manualmente y se limpiaron impurezas, finalmente se pesó para determinar el rendimiento por hectárea, éste se determinó de acuerdo con la siguiente fórmula y con un 14% de humedad comercial la cual se determinó tomando en la mano una cantidad de semilla y apretándola, si ningún grano queda adherido a la palma de la mano se determina que la humedad es próxima al 14%.⁷²

⁷² SAÑUDO *et al.* Perspectivas de la quinua dulce en la región andina de Nariño: Pasto UNIGRAF. 2005 P 14.

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

2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos correspondientes a características fenológicas se interpretaron en forma descriptiva, los datos restantes 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. Se realizó un análisis de correlación de Pearson entre longitud de panoja, altura de plantas, peso de granos por panoja y rendimiento. Los datos obtenidos en porcentaje se transformaron con la fórmula: $\arccos \sqrt{x}$.

2.8 SELECCIÓN DE GENOTIPOS

Con los promedios obtenidos en cada tratamiento para las variables: rendimiento en Kg./ha, días a madurez de cosecha, altura de plantas y reacción a mildew se trabajó la ecuación lineal índice de selección para determinar las selecciones sobresalientes.

La ecuación de índice de selección utilizada es:

$$I.S = \text{Rendimiento (0.45)} - \text{Precocidad (0.25)} - \text{Altura (0.20)} - \text{Reacción a Mildew (0.1)}$$

Donde:

I.S: índice de selección

Rendimiento: expresado en Kg/ha.

Altura: expresado en centímetros.

Precocidad: expresada en días a madurez de cosecha.

Reacción a Mildew: medido en % (porcentaje).

Para aplicar la ecuación lineal índice de selección los datos se normalizaron utilizando la siguiente fórmula.

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

Donde:

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

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

δ = desviación estándar de \bar{X} los promedios de cada línea en una variable.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS

3.1.1 Días a emergencia. Los días a emergencia de las 16 selecciones y los 4 testigos evaluados oscilaron entre 5 y 7 días (tabla 1), la variedad aurora y las selecciones de la misma con un promedio de 5 días fueron más precoces en comparación a los testigos y selecciones de origen Piartal y Tunkahuan. Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los obtenidos por Delgado y Benavides en la variedad Piartal quienes encontraron que la emergencia se presentó entre el sexto y séptimo día después de la siembra, de igual manera lo anterior concuerda con lo mencionado por Burgasi en estudios realizados con diferentes genotipos de quinua donde observó emergencia desde los 4 hasta los 8 días.

3.1.2 Días a panojamiento. En la tabla (Tabla 1) se muestran los promedios de días a panojamiento destacándose las selecciones correspondientes a la variedad aurora incluido el testigo de la misma variedad con un promedio de 54 días con relación a las demás los cuales presentaron mayor número de días desde la siembra hasta el panojamiento; entre las más tardías están, Piartal S16 con 84 días y el testigo Blanca de Jericó con 74 días. Las selecciones obtenidos de Facianar Aurora presentaron igual comportamiento que el parental indicando que no existió variabilidad genética para esta característica.

3.1.3 Días a floración. Los días a floración oscilaron entre 69 y 95 días observándose diferencias entre las selecciones y testigos comerciales. El testigo regional Blanca de Jericó tuvo el promedio mas alto con 95 días, le siguieron las selecciones de la variedad Piartal y Tunkahuan incluidos los testigos con promedios de 76, 83 y 84 días, y con menor numero de días el testigo Aurora y las selecciones de esta variedad de igual manera Piartal S36 con un promedio de 69 días. (Tabla 1)

Las selecciones Aurora con 69 días a floración presentaron igual comportamiento que Facianar Aurora, encontrándose que al igual que en la característica de panojamiento estas no presentan variabilidad con respecto a la variedad original.

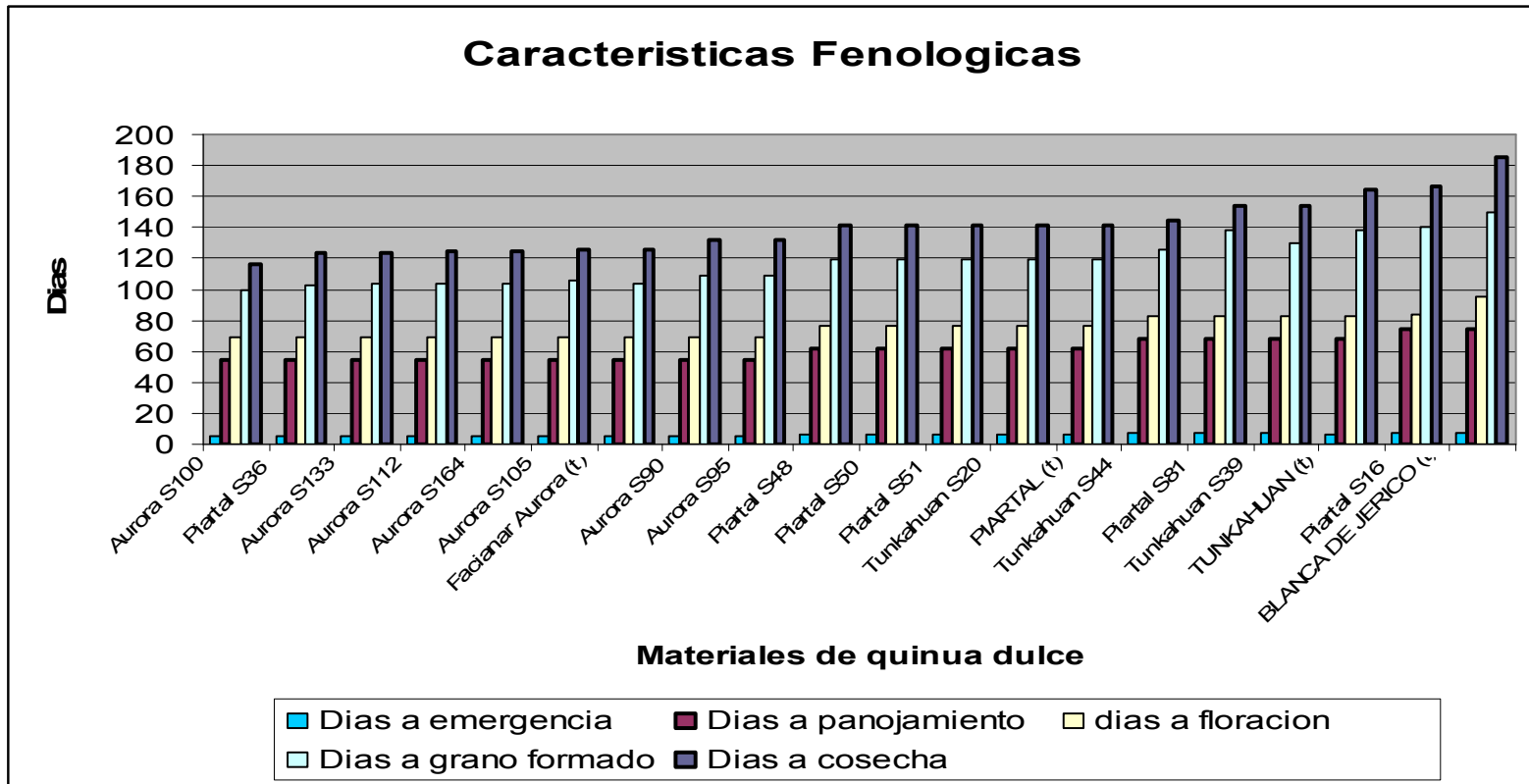
3.1.4 Días a grano formado. En la tabla (Tabla 1) se muestran los promedios para estas variables encontrándose que Aurora S100 tardó menos tiempo en alcanzar la formación de grano con 99 días, seguida por Piartal S36, con 103 días y muy cercano a estos promedios se encuentran las selecciones de Aurora con 104, 106 y 109 días. Con un rango intermedio se comportan el testigo Tunkahuan y sus selecciones; y de manera tardía con un promedio

Tabla 1. Características fenológicas para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de Quinoa dulce

MATERIALES	DÍAS A EMERGENCIA	DÍAS A PANOJAMIENTO	DÍAS A FLORACIÓN	DÍAS A GRANO FORMADO	DÍAS A COSECHA
Piartal S16	7	74	84	140	166
Piartal S36	5	54	69	103	124
Piartal S48	6	62	76	119	141
Piartal S50	6	62	76	119	141
Piartal S51	6	62	76	119	141
Piartal S81	7	68	83	138	154
Tunkahuan S20	6	62	76	119	141
Tunkahuan S39	7	68	83	130	154
Tunkahuan S44	7	68	83	126	145
Aurora S90	5	54	69	109	132
Aurora S95	5	54	69	109	132
Aurora S100	5	54	69	99	116
Aurora S105	5	54	69	106	126
Aurora S112	5	54	69	104	125
Aurora S133	5	54	69	104	124
Aurora S164	5	54	69	104	125
PIARTAL (t)	6	62	76	119	141
TUNKAHUAN (t)	6	68	83	138	164
BLANCA DE JERICO (t)	7	74	95	150	185
Facianar Aurora (t)	5	54	69	104	126
\bar{x}	5,8	60,8	75,6	117,95	140,15
$\bar{\sigma}$	0,83	7,18	7,46	14,86	17,40

Fuente: esta investigación.

Figura 4. Características fenológicas para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de quinua dulce



Fuente: esta investigación.

de 150 días se ubica el testigo regional Blanca de Jericó seguida por Piartal S16, de lo anterior se puede deducir que Piartal S36 presenta un comportamiento similar a las selecciones Aurora, lo que indica existe variabilidad para este carácter y factible encontrar en cultivos de la variedad Piartal plantas que alcancen madurez de cosecha en menor tiempo.

3.1.5 Días a madurez de cosecha. Los días a cosecha de los materiales evaluados oscilan entre 116 y 185 días (tabla 1). Wahli⁷³ 1990 califica como tardíos los materiales que alcanzan madurez de cosecha en un tiempo mayor a 180 días, semitardíos entre 150 y 180 días, semiprecoces entre 130 y 150 días y como precoces los materiales con madurez de cosecha menor a 130 días. Según este criterio: se comporto como tardío el testigo Blanca de Jericó con 185 días, luego con un calificativo de semitardío dentro de un rango de 166 a 154 días la selección Piartal S16, el Testigo Tunkahuan, Tunkahuan S39 y Piartal S81; como materiales semiprecoces con un rango entre 141 a 132 días las selecciones Piartal S48, Piartal S50, Piartal S51, Piartal testigo, Tunkahuan 20, Aurora S90 y Aurora S95, y como precoces se consideraron los materiales Piartal S36, Aurora S100, Aurora S105 Aurora S112, Aurora S133 Aurora S164 y el testigo Facianar Aurora con 116 a 126 días a madurez de cosecha.

En evaluaciones realizadas por Alpala (1997) para esta variable encontró en promedio 203 días a madurez de cosecha, así mismo Delgado y Benavides (2000) en evaluaciones realizadas en diez selecciones de la variedad Piartal manifiesta que de ellas, siete fueron semitardías, en un rango de 150 a 180 días y tres fueron tardías con promedios mayores a 180 días. Comparando estos resultados con los obtenidos en este estudio se puede afirmar que de las 16 selecciones evaluadas únicamente Piartal S16, Tunkahuan S39 y Piartal S81 presentan un comportamiento semitardío, mientras que 6 presentaron un comportamiento semiprecoz entre 130 y 150 días y 6 selecciones fueron precoces con periodos de siembra a madurez de cosecha menores a 130 días.

Tunkahuan S20 fue 23 días más precoz que Tunkahuan testigo, Piartal S36 mostro ser 17 días mas precoz que Piartal testigo y Aurora S100 fue 10 días mas precoz que Facianar Aurora testigo, siendo estas selecciones las que presentaron mayor variación en comparación al material parental de donde fueron seleccionadas. De esto se puede mencionar que las selecciones Aurora con 116 a 132 días presentaron poca variación para esta característica, mostrando ser materiales idénticos a Facianar Aurora testigo

⁷³ WAHLI, Christian. Quinoa hacia su cultivo comercial. Citado por DELGADO, Cristina y BENAVIDES, Claudia. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinoa en los municipios de Pasto y Córdoba en el departamento de Nariño. 2000. p 79. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 10.

que alcanza madurez de cosecha entre 85 y 140 días. Plegable Facianar Aurora 2007.

3.2 EVALUACIÓN DE MILDEO VELLOSO

El análisis estadístico para esta variable mostró diferencias significativas para los materiales evaluados (anexo A).

En la comparación de promedios de Tukey (Tabla 2) para esta variable indica que la intensidad de ataque de mildero en los materiales evaluados oscilo entre 11.76% y 43.59%. Además se observa que no hubo diferencias significativas entre Blanca de Jericó, Piartal S48, Piartal S51 Piartal S50, Piartal S81, Piartal S16 Tunkahuan testigo Tunkahuan S44, Tunkahuan S20 Aurora S100 y Tunkahuan S39 considerándose como los materiales de mayor severidad de ataque de mildero con promedios que oscilan entre 43.59 a 22 %.

Los testigos regionales Blanca de Jericó con 43.59% y Piartal con 40.15% mostraron diferencias significativas respecto al testigo regional Aurora. Las selecciones Piartal S36, Aurora S112, Aurora S90, Aurora S164, Aurora S133, Aurora S95, Aurora S105 con 14.72 a 11.76% de tejido afectado.

Según la escala propuesta para evaluar el porcentaje de tejido dañado por el ataque de mildero veloso (*Peronospora farinosa*) en los veinte materiales de Quinoa dulce, se observó que de estos, doce se presentaron como tolerantes con porcentajes de daño entre el 11 y el 25%, entre ellos se encuentran Tunkahuan testigo, Tunkahuan S44, Tunkahuan S20, Aurora S100, Tunkahuan S39, testigo Aurora. Las selecciones Piartal S36, Aurora S112, Aurora S90, Aurora S164, Aurora S133, Aurora S95, Aurora S105 y como moderadamente susceptible se comportaron los materiales Blanca de Jericó, Piartal S48, Piartal S50, Piartal S81, Piartal S16 con porcentajes de tejido afectado entre el 26 y el 50%.

Según lo anterior se puede observar que la mayoría de materiales pertenecientes a la variedad Piartal incluyendo el testigo de la misma variedad mostraron mayor susceptibilidad al ataque del patógeno, coincidiendo con lo descrito por Álvarez y Von Rutte quienes mencionan que esta variedad presenta susceptibilidad al ataque de mildero veloso.

Las selecciones procedentes de la variedad Facianar Aurora fueron estadísticamente similares al testigo de la misma variedad; de igual manera las selecciones de Tunkahuan fueron estadísticamente iguales a su progenitor determinándose que no existió variabilidad para esta característica.

Tabla 2 : porcentaje de ataque de mildew en 16 selecciones promisorias y 4 testigos comerciales de Quinoa Dulce

Materiales	Porcentaje de ataque de mildew	
Blanca de Jericó (t)	43.59	A
Piartal (t)	40.15	A
Piartal S48	35.92	AB
Piartal S51	33.81	ABC
Piartal S50	32.63	ABCD
Piartal S81	29.68	ABCD
Piartal S16	28.13	ABCD
Tunkahuan (t)	25.86	ABCD
Tunkahuan S44	24.93	ABCD
Tunkahuan S20	24.77	ABCD
Aurora S100	22.72	ABCD
Tunkahuan S39	22	ABCD
Facianar Aurora (t)	14.72	BCD
Piartal S36	13.73	CD
Aurora S112	12.66	CD
Aurora S90	12.42	CD
Aurora S164	11.85	D
Aurora S133	11.82	D
Aurora S95	11.81	D
Aurora S105	11.76	D

Comparador: DMS =21.626
 Tukey al 5%

Fuente: esta investigación.

3.3. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

3.3.1. Altura de plantas. El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre materiales evaluados (anexo B)

De acuerdo con la tabla (Tabla 3) de comparación de promedios de Tukey, las alturas oscilan entre 170.85 y 107.17cm. Las menores alturas correspondieron al grupo constituido por Aurora S95, Aurora S105, Aurora S90, Aurora S133, Aurora S112, Aurora S100, Piartal S36, Aurora testigo, Aurora S164, con promedios que oscilan entre 22.35 y 107.17cm, siendo significativamente menor que Blanca de Jericó, Piartal S16, Piartal, Tunkahuan S20, Tunkahuan, Piartal S81 Piartal S50, Tunkahuan S39, Piartal S51, Tunkahuan S44 y Piartal S48 con alturas promedio de 170.85 a 136.72cm. Respecto a lo anterior Mora 1996 afirma que la altura de plantas es una característica condicionada por la variedad.

Los resultados obtenidos para la variable altura de plantas en las selecciones de la variedad Facianar Aurora como en el testigo de la misma variedad fueron estadísticamente similares con alturas menores a 122.25cm coincidiendo con los resultados logrados por Morillo 2002, en el Corregimiento de Mapachico, donde se reportan promedios de 73.52 y 70.46 cm determinando a esta variedad como de porte bajo.

Las selecciones de origen Piartal y el testigo del mismo genotipo alcanzaron las mayores alturas coincidiendo con resultados obtenidos por Delgado y Benavides 2000 quienes mencionan que en el Municipio de Córdoba obtuvieron las mayores alturas con un promedio de 170 cm en la misma variedad.

Las selecciones Tunkahuan S20, Tunkahuan S39, Tunkahuan S44 y Tunkahuan testigo mostraron alturas mayores comportándose como materiales de porte alto, comparando estos resultados con los obtenidos por Alpala 1997, quien reporta un promedio de 100.54 cm de altura en estudios realizados en diferentes ambientes para la misma variedad, se observa que la variable altura de planta además de ser un carácter fenotípico condicionado por la variedad está influenciado además por el ambiente y la fertilidad del suelo.

3.3.2. Longitud de panoja. El análisis de varianza para longitud de panoja muestra diferencias significativas para los materiales evaluados (anexo B).

De acuerdo con la (tabla 4) de comparación de promedios de Tukey, la longitud de panoja oscila entre 36.85 a 22.57cm. Las mayores longitudes correspondieron a Blanca de Jericó, Piartal S51, Tunkahuan S44, Tunkahuan

Tabla 3: Altura de plantas en centímetros para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de Quinua dulce

Materiales	Altura de Plantas (cm)	
Blanca de Jericó (t)	170,85	A
Piartal S16	159,67	AB
Piartal (t)	157,37	BC
Tunkahuan S20	154,17	BCD
Tunkahuan (t)	153,9	BCDE
Piartal S81	151,07	BCDEF
Piartal S50	143,42	CDEFG
Tunkahuan S39	142,32	DEFG
Piartal S51	139,57	EFG
Tunkahuan S44	138,82	FG
Piartal S48	136,72	G
Aurora S95	122,35	H
Aurora S105	121,155	HI
Aurora S90	119,4	HI
Aurora S133	118,17	HI
Aurora S112	117,02	HI
Aurora S100	116,92	HI
Piartal S36	110,37	HI
Facianar Aurora (t)	108,37	I
Aurora S164	107,17	I

Comparador: DMS = 13.30
 Tukey al 5%
 Fuente: esta investigación.

S20, Piartal S48, Piartal testigo, Tunkahuan testigo Tunkahuan S39, Aurora, Piartal S50 con longitudes de panoja de 36.85 a 31.52 cm mostrando diferencias significativas respecto a un grupo constituido por Aurora S164, Aurora S100, Piartal S16, Aurora S133, Piartal S81, Aurora S95, Aurora S90, Aurora S105 con 26.42 a 22.57cm de longitud de panoja.

Lo anterior contrasta con los resultados obtenidos por Morillo 2002, en el corregimiento de Mapachico, quien manifiesta que se alcanzaron longitudes

de panoja de 40.39 cm y 39.2 cm en la línea experimental SL47 hoy Facianar Aurora; por otro lado Delgado y Benavides 2000 obtuvieron para la variedad Piartal una longitud de panojas en promedio de 32.8cm en el municipio de Córdoba mostrando cierta similitud con los datos obtenidos en este trabajo para materiales procedentes del mismo genotipo; para la variedad Tunkahuan Alpala 1997 encontró longitud de panojas de 27.73 cm y de 27.09 cm en Cumbal y Guachucal datos cercanos a los obtenidos en este trabajo.

El testigo Facianar Aurora presento longitud de panoja superior a las 7 selecciones obtenidas de la misma variedad lo que indica que no hubo ganancia genética por selección para esta característica, de igual manera para las selecciones de origen Piartal y Tunkahuan que presentaron longitudes de panoja estadísticamente similar al parental de donde fueron seleccionadas.

3.3.3. Número de Ramas Secundarias. El análisis de varianza para número de ramas secundarias no presento diferencias significativas entre los materiales evaluados (anexo B).

Lo anterior indica que la expresión de este carácter fue similar en todos los materiales evaluados ya que no permitió observar diferencias significativas entre ellos. El número de ramas por plantas estuvo comprendido entre 37.25 y 29.75 ramas secundarias Por consiguiente es probable que sea una característica de la especie.

Tabla 4: Longitud de panojas en centímetros para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de Quinoa dulce

Materiales	Longitud de Panoja (cm)	
Blanca de Jericó (t)	36,85	A
Piartal S51	36,72	A
Tunkahuan S44	35,2	AB
Tunkahuan S20	35,15	AB
Piartal S48	34,6	AB
Piartal (t)	34,57	AB
Tunkahuan (t)	33,82	AB
Tunkahuan S39	33,8	AB
Facianar Aurora (t)	32,22	B
Piartal S50	31,52	BC
Aurora S164	26,42	D
Aurora S100	26,12	D
Piartal S16	25,52	D
Aurora S112	25,32	D
Piartal S36	25,22	D
Aurora S133	24,87	D
Piartal S81	24,7	D
Aurora S95	23,85	D
Aurora S90	23,45	D
Aurora S105	22,57	D

Tukey al 5%

DMS = 4.13

Fuente: esta investigación.

3.3.4. Peso de granos por panoja. El análisis de varianza mostró diferencias significativas en los materiales evaluados (anexo C).

La comparación de los promedios de Tukey (tabla 5) para esta variable indican que estos oscilaron entre, 17.3g y 10.7g. No hubo diferencias significativas entre las selecciones Piartal S50, Piartal S81, Piartal S48, Piartal S16, Piartal S51, Piartal S36 y Tunkahuan S39; considerados como los materiales de mayor peso, cuyos pesos oscilaron entre 17.3 y 14.45 gramos. Por otro lado no se obtuvo diferencias significativas entre Aurora S90, Aurora, Aurora S133, Aurora S164, Tunkahuan, Tunkahuan S44, Aurora S105 Tunkahuan S20, Piartal, Aurora S95, Aurora S100 Aurora S112, Blanca de Jericó con los menores promedios que oscilan entre 13.52 y 10.7g.

Se destacaron las selecciones de la variedad Piartal S50, Piartal S81, Piartal S48, Piartal S16 con 17.3 a 15.27g mostrando diferencias significativas a los materiales Piartal testigo, Aurora S95, Aurora S100, Aurora S112 y Blanca de Jericó con 12.27 a 10.7g por panoja.

Las selecciones Tunkahuan S39 con 14.45g, Tunkahuan S44 con 13.5g y Tunkahuan S20 con 13g fueron estadísticamente similares a Tunkahuan testigo con 13.52g. Al comparar con los resultados obtenidos por Chávez y Pérez (1996) para la variedad Tunkahuan donde muestran promedios de 19.05, 21 y 17.8g por panoja en diferentes ambientes son valores que se aproximan a los obtenidos en este estudio.

Las selecciones obtenidas de la variedad Facianar Aurora presentaron igual comportamiento que el testigo de la misma variedad, en la característica peso de granos por panoja. Determinándose que no existe variabilidad genética entre estas y el parental. Las variaciones encontradas en los pesos se deben posiblemente a condiciones ambientales.

Las selecciones Piartal S50, Piartal S81, Piartal S48 y Piartal S16 con 17.3 a 15.27g superaron al testigo Piartal que alcanzó un peso por panoja de 12.27g. Indicando que existe variabilidad para esta característica en estas selecciones de la variedad Piartal.

Se puede considerar que los pesos encontrados están relacionados en forma directa con longitud de panoja. Determinándose un coeficiente de correlación (Tabla 8) de 0,17 para longitud de panoja y peso de granos por panoja. Así mismo la correlación entre altura de plantas y peso de granos por panoja presentó un coeficiente de 0.169; Siendo considerados como bajos, pero con influencia positiva para esta variable

TABLA 5: Peso de granos por panoja para 16 selecciones y 4 testigos comerciales para Quinoa dulce.

Materiales	Peso de grano por panoja (g)	
Piartal S50	17,3	A
Piartal S81	16,18	AB
Piartal S48	15,57	ABC
Piartal S16	15,27	ABC
Piartal S51	14,82	ABCD
Piartal S36	14,65	ABCD
Tunkahuan S39	14,45	ABCD
Aurora S90	14,2	BCDE
Facianar Aurora (t)	14,07	BCDE
Aurora S133	14,05	BCDE
Aurora S164	13,7	BCDEF
Tunkahuan (t)	13,52	BCDEFG
Tunkahuan S44	13,5	BCDEFG
Aurora S105	13,35	BCDEFG
Tunkahuan S20	13	CDEFG
Piartal (t)	12,27	DEFG
Aurora S95	12,25	DEFG
Aurora S100	11,37	EFG
Aurora S112	10,77	FG
Blanca Jericó (t)	10,7	G
Comparador:	DMS= 2.95	

Tukey 5 %

Fuente: esta investigación.

3.3.5. Peso de mil granos. El análisis de varianza para peso de mil granos presentó diferencias significativas entre materiales evaluados (anexo C).

En la comparación de promedios de Tukey (tabla 6) para peso de mil granos indica que el peso de mil granos osciló entre 3.87 y 2.97g. las selecciones Piartal S36 y Aurora S100 con pesos promedios de 3.87 y 3.77g respectivamente, mostraron diferencias significativas con respecto al testigo regional Tunkahuan con 2.97g siendo este el genotipo de menor peso, lo anterior sugiere que entre materiales evaluados existe poca variabilidad para esta característica.

Por otro lado se encuentra que el testigo regional Tunkahuan con un peso promedio de 2.97g es el único genotipo con un tamaño de grano mediano, clasificando al resto de materiales como genotipos de grano grande. Wahli 1990.

Según lo anterior es importante tener en cuenta que el peso del grano está relacionado con el tamaño del mismo, sin embargo influyen aspectos como el genotipo y las condiciones ambientales presentes en la época de llenado de grano como también a la adaptación que presente el genotipo el lugar de estudio.

3.3.6. Rendimiento en kilogramos por hectárea. El análisis de varianza presentó diferencias significativas para esta variable. (Anexo C).

La prueba de promedios de Tukey (tabla 7), indica que el rendimiento estuvo comprendido entre 3616.39 y 2252.7Kg. /ha la selección Aurora S95, Tunkahuan, Aurora S112, Aurora S100, Blanca de Jericó y Piartal S36 con rendimientos de 2817.78 a 2252.Kg /ha fueron los de menor producción mostrando diferencias significativas respecto a Piartal S50 con 3616.36kg/ha.

Esta no presentó diferencias significativas respecto a Tunkahuan S39, Tunkahuan S20, Tunkahuan S44, Aurora S133, Aurora testigo, Piartal S51, Aurora S164, Piartal testigo, Piartal S48, Aurora S90, Aurora S105, Piartal S16, Piartal S81, las cuales oscilaron entre 3396.98 y 3039.08 Kg/ha.

Las selecciones Tunkahuan S39 y Piartal S50 con 3566.05 y 3616.36 Kg /ha alcanzaron los mayores rendimientos observándose una relación directa con longitud de panoja y altura de plantas características en las que también se destacaron los anteriores materiales; coincidiendo con lo expuesto por Delgado y Benavides (2000) quienes mencionan que a mayor altura de plantas, mayor altura de panoja y por consiguiente mayor rendimiento.

TABLA 6: Peso de mil granos para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de Quinua dulce.

Materiales	Peso de 1000 granos (g)	
Piartal S36	3,87	A
Aurora S100	3,77	A
Aurora S105	3,72	AB
Piartal (t)	3,6	AB
Aurora S112	3,57	AB
Piartal S81	3,57	AB
Tunkahuan S20	3,57	AB
Aurora S95	3,57	AB
Piartal S16	3,55	AB
Facianar Aurora (t)	3,55	AB
Aurora S164	3,52	AB
Aurora S90	3,5	AB
Piartal S50	3,4	AB
Aurora S133	3,4	AB
Tunkahuan S44	3,37	AB
Blanca Jericó (t)	3,32	AB
Piartal S48	3,3	AB
Piartal S51	3,3	AB
Tunkahuan S39	3,17	AB
Tunkahuan (t)	2,97	B

Tukey 5 %

Fuente: esta investigación. DMS = 0.77

De igual manera se encontró que el componente de rendimiento peso de granos por panoja muestra relación con la producción de grano seco determinándose un coeficiente de correlación de 0.531(Tabla 8) entre las variables, calificándose como significativo y positivo.

En trabajos realizados por Chávez y Pérez (1996) para la variedad Tunkahuan, anotan producciones de 1771.6, 2043 y 2042.8 Kg /ha para las localidades de Buesaco, Yacuanquer y Pasto respectivamente. Alpala (1997) encontró que con la variedad Tunkahuan obtuvo una producción de grano seco de 2175 Kg /ha resultados que se aproxima a los de esta investigación.

Así mismo comparando con los resultados obtenidos por Delgado y Benavides (2000) quienes obtuvieron rendimientos 1376 Kg/ha y 2456 Kg. /ha para la variedad Piartal en estudio realizado en el municipio de Córdoba, se puede observar que los valores se aproximan a los obtenidos en este estudio.

Las 7 selecciones de Aurora presentaron rendimientos estadísticamente similares al testigo Facianar aurora por lo que se determina que no hubo variabilidad en las selecciones de esta variedad, para esta variable.

Las selecciones Tunkahuan S39, Tunkahuan S20 y Tunkahuan S44 fueron más productivas presentando diferencias significativas con relación a Tunkahuan, variedad de donde fueron seleccionadas.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente vale la pena anotar que el rendimiento esta condicionado por distintos factores; tanto genéticos como ambientales; así que para obtener un genotipo con rendimientos superiores, este debe destacarse en características fenotípicas como longitud de panoja, altura de plantas, peso de mil granos y producción por planta y a su vez contar con las condiciones edafoclimaticas adecuadas que le permitan expresar su potencial productivo.

Tabla 7. Rendimiento en Kg/ha para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de Quinua dulce.

Materiales	Rendimiento en kg/ha	
Piartal S50	3616,36	A
Tunkahuan S39	3566,05	AB
Tunkahuan S20	3396,98	ABC
Tunkahuan S44	3284,41	ABC
Aurora S133	3265,16	ABC
Facianar Aurora (t)	3236,91	ABCD
Piartal S51	3202,71	ABCDE
Aurora S164	3167,52	ABCDE
Piartal (t)	3151,43	ABCDE
Piartal S48	3127,03	ABCDE
Aurora S90	3099,22	ABCDE
Aurora S105	3074,94	ABCDE
Piartal S16	3039,08	ABCDE
Piartal S81	2947,78	BCDEF
Aurora S95	2817,78	CDEFG
Tunkahuan (t)	2775,2	CDEFG
Aurora S112	2624,04	DEFG
Aurora S100	2569,89	EFG
Blanca Jericó (t)	2357,29	FG
Piartal S36	2252,72	G
Comparador:	DMS =638.11	

Tukey 5 %

Fuente: esta investigación.

TABLA 8: Análisis de correlación rendimiento versus componentes de rendimiento para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de Quinoa dulce.

	Longitud Panoja	Peso granos por Panoja	Altura Plantas	Rendimiento
Longitud panoja	1	0.170	0.7024	0.172
Peso granos por panoja		0.1298 NS	0.0001**	0.125 NS
Altura de plantas			0.169	
Rendimiento		1	0.1332	0.5310
			NS	0.0001**
			1	0.120
				0.285 NS
				1

ns = no hay diferencias

* = diferencias significativas

** = diferencias altamente significativas

Fuente:

Esta Investigación

3.4 SELECCIÓN DE GENOTIPOS

En base en los resultados de la evaluación realizada para las 16 selecciones y 4 testigos comerciales de quinua dulce, teniendo en cuenta el índice de selección que incluye las variables producción de grano seco por hectárea, días a madurez de cosecha, altura de plantas y reacción al mildew veloso se encontró que el índice de selección presentó valores de 0.8 para Facianar Aurora y -2.0 para Blanca de Jericó.

El testigo comercial Facianar Aurora presentó un índice de selección cercano a 1 superando a las 16 selecciones y testigos evaluados, (Tabla 9)

La selección realizada en Facianar Aurora fue ineficiente ya que las selecciones Aurora S90, Aurora S95, Aurora S100, Aurora S105, Aurora S112, Aurora S133 y Aurora S164 y el parental de la misma variedad presentaron igual comportamiento para todas las variables estudiadas, por lo tanto no fue posible encontrar una línea que presentara características agronómicas superiores al testigo comercial Facianar Aurora. En este caso la variabilidad encontrada al momento de selección no se atribuye a causas genéticas si no a factores ambientales que alteran la expresión fenotípica de cada planta.

Facianar Aurora es una variedad mejorada que superó a las variedades comerciales Tunkahuan, Piartal y Blanca de Jericó en características agronómicas como precocidad, porte bajo, tolerancia al mildew veloso y rendimiento de grano seco por hectárea.

Es importante anotar que Piartal S50 con un índice de selección de 0.52 supero a la variedad comercial Piartal (IS -0.26) de donde fue seleccionada, esto puede atribuirse a que en la variable peso de granos por panoja fue significativamente mayor que Piartal testigo además presentó tendencia a ser más productiva.

De igual manera Tunkahuan S39 con un índice de selección de 0.39 mostró ser significativamente más productiva que Tunkahuan testigo, variedad de donde fue seleccionada; característica agronómica que determina en un 45% la selección de genotipos.

Tabla 9. Índice de selección para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de Quinua dulce.

MATERIALES	IS
Facianar Aurora (t)	0,809
Aurora S133	0,799
Aurora S164	0,778
Piartal S50	0,524
Aurora S105	0,507
Aurora S90	0,466
Tunkahuan S39	0,391
Tunkahuan S20	0,221
Tunkahuan S44	0,182
Aurora S95	0,092
Piartal S51	0,046
Aurora S112	0,002
Aurora S100	-0,03
Piartal S48	-0,037
Piartal (t)	-0,26
Piartal S36	-0,38
Piartal S81	-0,531
Piartal S16	-0,665
Tunkahuan (t)	-0,879
Blanca de Jericó (t)	-2,038

Fuente: esta investigación

4. CONCLUSIONES.

El testigo comercial Facianar Aurora presento un índice de selección de 0.8 destacándose por su precocidad, porte bajo, tolerancia al mildew veloso y potencial productivo, mostrando ser superior a las 16 selecciones evaluadas y a los testigos comerciales Piartal, Tunkahuan, Blanca de Jericó.

Aurora S90, Aurora S95, Aurora S100, Aurora S105, Aurora S112, Aurora S133 y Aurora S164 presentaron un comportamiento agronómico similar a Facianar Aurora parental de donde fueron seleccionadas, determinándose que a partir de esta variedad la selección no fue efectiva.

De las selecciones obtenidas de la variedad Piartal, sobresalió Piartal S50 alcanzando un índice de selección de 0.52. De igual manera Tunkahuan S39 con un índice de selección de 0.39 fue significativamente mas productiva que Tunkahuan testigo, variedad de donde fue seleccionada.

6. RECOMENDACIONES

Seguir trabajando con variedad Facianar Aurora por su potencial productivo, precocidad, porte bajo y tolerancia a la enfermedad mildew velloso.

No continuar con la evaluación de las 16 selecciones utilizadas en este estudio porque presentan un comportamiento similar a sus progenitores y no superaron al testigo comercial Facianar Aurora.

BIBLIOGRAFÍA

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

ALVAREZ, M. y VON RUTTE, S. Quinoa hacia 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.

BURGOS, Libardo y ZUÑIGA, Jose. Contribución al Estudio de la Quinoa Dulce (*Chenopodium quinoa*) willd. Pasto 1966, 57 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

CERON, Edmundo. La quinua un cultivo para el desarrollo de la zona andina : Monografía del cultivo de la quinua. Pasto : UNIGRAF, 2002. p. 13- 52

CHAVES, Jose y PEREZ, Luis. Evaluación del Comportamiento Agronómico de Cuatro Materiales Genéticos de Quinoa (*Chenopodium quinoa* willd) en Tres Zonas Agroecológicas de Nariño. Pasto 1996, 91 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

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.

FALCÓN, C. y RUALES, C. Quinoa hacia el cultivo comercial : Enfermedades. Quito : Latinreco, 1990. p. 97-105

GOMEZ, M y LOPEZ, A. Tipos de Polinización en la Quinoa. En: Chapingo. Vol. 15, No. 71(Dic 1990); p. 156 – 161

MORA, William. Efectos de Diferentes Densidades de Población Sobre Componentes de Producción de Quinoa (*Chenopodium quinoa* willd) Variedad Quitopamba en el Municipio de Tangua, Nariño. Pasto 1996, 87 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

MORILLO, Hugo. Evaluación del abonamiento orgánico en el cultivo de la quinua (*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. p 57-64

PUENGUENAN, J Y VITERY, J. Estudio Tecnológico de Diez Variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en Obonuco Municipio de Pasto. Pasto 1996, 48 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas

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.

SILVESTRI, Victor y GIL, Flavio. Alogamia en quinua En: Revista de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Nacional Del Cuyo. Vol. 32, No 1 (2000); p. 71-76

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

UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Variedad mejorada de quinua dulce para la región andina del departamento de Nariño: Facianar Aurora, Pasto: Junio 2007, plegable, 8 Pág.

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

ANEXOS

ANEXO A. Análisis de varianza del porcentaje de Ataque de mildew velloso para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de Quinoa dulce.(cuadrados medios)

Fuentes de variación	GL	Ataque de mildew velloso	F tabulado	
			5%	1%
Genotipos	19	7.20.361**	1.803	2.302
Error	57	131.92		

NS = no hay diferencias

* = diferencias significativas (5%)

** = diferencias altamente significativas (1%)

ANEXO B. Análisis de varianza de los componentes de rendimiento, altura de plantas, longitud de panoja y número de ramas secundarias para 16 selecciones y 4 testigos comerciales de Quinoa dulce. (Cuadrados medios)

Fuentes de variación	GL	Altura de plantas (cm.)	Longitud de la panoja (cm.)	Numero de ramas secundarias	F tabulado	
					5%	1%
Materiales	19	1521.279**	106.111**	22.11 NS	1.803	2.302
Error	57	25.698	2.48	21.96		

NS = no hay diferencias

* = diferencias significativas (5%)

** = diferencias altamente significativas (1%)

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 4 testigos comerciales de Quinoa dulce. (Cuadrados medios)

Fuentes de variación	GL	Peso de granos por panoja (g.)	Peso de 1000 granos (g.)	Rendimiento en Kg/ha	F tabulado	
					5%	1%
Materiales	19	11.8 **	0.174 **	538814.27**	1.803	2.302
Error	57	1.26	0.087	58916.20		

NS = no hay diferencias

* = diferencias significativas (5%)

** = diferencias altamente significativas (1%)