

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“RENDIMIENTO Y CRECIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES
DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) BAJO TRES DENSIDADES
DE SIEMBRA EN RIEGO POR GOTEO”**

Presentada por:

CARLA PAOLA ALVAREZ VASQUEZ

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Lima – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“RENDIMIENTO Y CRECIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES
DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) BAJO TRES DENSIDADES
DE SIEMBRA EN RIEGO POR GOTEO”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO

INGENIERO AGRÓNOMO

CARLA PAOLA ALVAREZ VASQUEZ

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Dra. Luz Gómez Pando

PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Lorenzo Hurtado Leo

PATROCINADOR

Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto

MIEMBRO

Dr. Jorge Jiménez Dávalos

MIEMBRO

Lima – Perú

2019

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional de siempre, este logro es también de ustedes.

*A mi Alessia y Jose las luces de mi vida,
fueron mi motivación más grande
para concluir con éxito esta investigación*

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Mg. Sc. Lorenzo Hurtado Leo, por patrocinar la presente tesis y haber sido un gran ejemplo de perseverancia y dado la oportunidad de investigar este tema en la Unidad de Investigación en Riegos, y por brindarme todo su confianza, apoyo y tiempo en la culminación de este trabajo.

Gracias a todo el equipo del Programa de Investigación y Proyección Social en Cereales y Granos Nativos, en especial a la Dra. Luz Gómez, por donarme las semillas que se usaron en esta investigación; a la Ing. Martha Ibáñez, por darme las facilidades en el uso del Laboratorio de Calidad y la Sra. Ruth Paucar, por apoyo incondicional.

A la UNALM, mi alma mater, por darme los mejores años académicos y a sus excelentes catedráticos quienes me brindaron todas sus enseñanzas. Asimismo a mis amigos de la UNALM por su apoyo, recomendaciones y experiencias.

A mis padres Grober y Azalia quienes siempre me apoyaron y dieron aliento, a mis hermanos Grover, Sergio, Diana, Claudia y Alejandra sin ustedes esto no sería posible

Finalmente, un agradecimiento muy especial a Jose y mi pequeña Alessia, cuando puedas leer esto sabrás que todo lo hice por ustedes.

.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN LITERARIA	3
2.1 AGRONOMIA DEL CULTIVO.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1 MATERIALES	12
3.1.1 LUGAR DEL EXPERIMENTO	12
3.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	12
3.1.3 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	12
3.1.4 CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA.....	15
3.1.5 VARIEDADES DE QUINUA EN ESTUDIO	17
3.1.6 FERTILIZANTES.....	20
3.1.7 MÓDULO DE RIEGO.....	20
3.1.8 OTROS.....	21
3.2 METODOLOGÍA	21
3.2.1 FACTORES EN ESTUDIO	22
3.2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23
3.2.3 VARIABLES EVALUADAS	24
3.2.4 CARACTERÍSTICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL	27
3.2.5 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	29
3.2.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1 RESULTADOS GENERALES DE CUATRO VARIEDADES DE QUINUA POR DENSIDAD DE SIEMBRA	33
4.1.1 EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA.....	33
4.1.2 EFECTO DE VARIEDADES DE QUINUA.....	35
4.2 PARÁMETROS AGRONÓMICOS	36
4.2.1 EFICIENCIA DE USO DE AGUA - EUA (kg/m ³).....	36
4.2.2 COEFICIENTE DE TRANSPIRACIÓN - CT (l/kg).....	36
4.2.3 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR – IAF (m ² /m ²)	37
4.2.4 ÍNDICE DE COSECHA - IC (%).....	37
4.3 RENDIMIENTO (kg/ha).....	41
4.4 COMPONENTES DE RENDIMIENTO	45
4.4.1 NÚMERO DE PLANTAS POR m ²	45

4.4.2	RENDIMIENTO DE GRANO POR PANOJA (g)	45
4.4.3	PESO DE MIL GRANOS (g)	46
4.5	VARIABLES DE CRECIMIENTO	51
4.5.1	ALTURA DE PLANTA (cm)	51
4.5.2	LONGITUD DE PANOJA (cm)	52
4.5.3	DIÁMETRO DE PANOJA (cm).....	53
4.5.4	ÁREA FOLIAR (cm ² /planta).....	53
4.5.5	MATERIA SECA TOTAL Y SUS COMPONENTES.....	54
4.5.5.1	MATERIA SECA DE HOJA (g/planta)	54
4.5.5.2	MATERIA SECA DE TALLO (g/planta)	54
4.5.5.3	MATERIA SECA DE PANOJA (g/planta).....	55
4.5.5.4	MATERIA SECA TOTAL (g/planta)	55
4.6	COMPONENTES DE CALIDAD	65
4.6.1	GRANULOMETRÍA	65
4.6.2	PORCENTAJE DE PROTEÍNAS EN EL GRANO (%)	68
4.6.3	PORCENTAJE DE SAPONINAS (%)	69
4.6.4	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	70
4.7	ANÁLISIS AGRO - ECONÓMICO	77
V.	CONCLUSIONES.....	78
VI.	RECOMENDACIONES.....	80
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS	81
VIII.	ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Composición del valor nutricional de la quinua en comparación con alimentos básicos.....	4
CUADRO 2: Resumen de los requerimientos de días para las fases y sub fases de accesiones estudiadas (La Molina 2007 - 2008)	7
CUADRO 3: Rendimiento (Kg/ha), número de plantas por m ² y porcentaje de plantas en diferentes distanciamientos entre surcos.....	9
CUADRO 4: Densidad de siembra, relacionada con el porcentaje de plantas vigorosas y rendimiento	10
CUADRO 5: Análisis de caracterización química de suelo	13
CUADRO 6: Análisis de caracterización de agua.....	14
CUADRO 7: Datos climatológicos promedios de La Molina. Periodo experimental Setiembre 2013 - Febrero 2014.....	16
CUADRO 8: Fuentes de fertilizantes utilizados durante el experimento.....	20
CUADRO 9: Densidades de siembra utilizadas durante el experimento	22
CUADRO 10: Variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) utilizadas durante el experimento.....	23
CUADRO 11: Diseño experimental utilizado durante el experimento	23
CUADRO 12: Programación de riego del cultivo de quinua	31
CUADRO 13: Resultados promedios de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) para D1: 100,000 plantas/ha	38
CUADRO 14: Resultados promedios de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) para D2: 150,000 plantas/ha	39
CUADRO 15: Resultados promedios de cuatro variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) para D3: 200,000 plantas/ha	40
CUADRO 16: Cuadrados medios y análisis de varianza para Rendimiento en el cultivo de quinua.....	43

CUADRO 17: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el rendimiento en el cultivo de quinua	44
CUADRO 18: Cuadros medios y análisis de varianza para Componentes de rendimiento en el cultivo de quinua	47
CUADRO 19: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el número de plantas por m ² en el cultivo de quinua.....	48
CUADRO 20: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el rendimiento de granos/panoja en el cultivo de quinua.	49
CUADRO 21: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el peso de 1000 granos en el cultivo de quinua.	50
CUADRO 22: Cuadros de medios y análisis de varianza para Variables de Crecimiento en el cultivo de quinua	56
CUADRO 23: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para la altura de planta en el cultivo de quinua.....	57
CUADRO 24: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para la longitud de panoja en el cultivo de quinua.....	58
CUADRO 25: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el diámetro de panoja en el cultivo de quinua.....	59
CUADRO 26: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el área foliar en el cultivo de quinua.....	60
CUADRO 27: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para materia seca de hoja en el cultivo de quinua.....	61
CUADRO 28: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para materia seca de tallo en el cultivo de quinua.....	62
CUADRO 29: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para materia seca de panoja en el cultivo de quinua.	63
CUADRO 30: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para materia seca total en el cultivo de quinua.	64
CUADRO 31: Cuadros medios y análisis de varianza para Componentes de calidad en el cultivo de quinua	71

CUADRO 32: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el porcentaje de granulometría de 2.0 mm. en el cultivo de quinua.....	72
CUADRO 33: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para la granulometría de 1.7mm. en el cultivo de quinua.	72
CUADRO 34: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el porcentaje de granulometría de 1.4 mm. en el cultivo de quinua.....	73
CUADRO 35: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el porcentaje de granulometría menor de 1.4 mm. en el cultivo de quinua.....	73
CUADRO 36: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el porcentaje de proteínas en el cultivo de quinua.	74
CUADRO 37: Prueba de Duncan para comparación de las variedades para el porcentaje de saponinas en el cultivo de quinua.....	75
CUADRO 38: Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el porcentaje de humedad en granos en el cultivo de quinua.	76
CUADRO 39: Análisis agro - económico para el cultivo de quinua.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Panoja de la variedad La Molina 89, posterior a la cosecha.....	17
Figura 2: Panoja de la variedad Salcedo - INIA, posterior a la cosecha.	18
Figura 3: Panoja de la variedad Negra Collana, posterior a la cosecha.	19
Figura 4: Panoja de la variedad Pasankalla, posterior a la cosecha.	20
Figura 5: Esquema de aleatorización de cuatro variedades de quinua bajo tres densidades de siembra.	28
Figura 6: Cronograma de actividades y labores culturales en el experimento.....	32
Figura 7: Comparación de la interacción de los factores para el rendimiento en el cultivo de quinua.....	44
Figura 8: Comparación de la densidad de siembra para el número de plantas/m ² en el cultivo de quinua.....	48
Figura 9: Comparación de la interacción de los factores para el rendimiento de granos/panoja en el cultivo de quinua.	49
Figura 10: Comparación de la interacción de los factores para el peso de 1000 granos en el cultivo de quinua.	50
Figura 11: Comparación de la interacción de los factores para la altura de planta en el cultivo de quinua.....	57
Figura 12: Comparación de la interacción de los factores para la longitud de panoja en el cultivo de quinua.	58
Figura 13: Comparación de la interacción de los factores para el diámetro de panoja en el cultivo de quinua.	59
Figura 14: Comparación de la interacción de los factores para el área foliar en el cultivo de quinua.	60
Figura 15: Comparación de la interacción de los factores para la materia seca de hoja en el cultivo de quinua.	61
Figura 16: Comparación de la interacción de los factores para la materia seca de tallo en el cultivo de quinua.	62

Figura 17: Comparación de la interacción de los factores para la materia seca de panoja en el cultivo de quinua.	63
Figura 18: Comparación de la interacción de los factores para la materia seca total en el cultivo de quinua.	64
Figura 19: Proporción de diámetros de grano en el cultivo de quinua variedad La Molina 89.	65
Figura 20: Proporción de diámetros de grano en el cultivo de quinua variedad Salcedo INIA.	66
Figura 21: Proporción de diámetros de grano en el cultivo de quinua variedad Pasankalla.	67
Figura 22: Proporción de diámetros de grano en el cultivo de quinua variedad Negra Collana.	68
Figura 23: Comparación de las variedades para el porcentaje de proteínas en el cultivo de quinua.	74
Figura 24: Comparación de las variedades para el porcentaje de saponinas en el cultivo de quinua.	75
Figura 25: Comparación de la interacción de los factores para el porcentaje de humedad en granos en el cultivo de quinua.	76

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Porcentaje (%) de saponina en granos de quinua	26
Ecuación 2: Eficiencia de uso de agua (EUA)	26

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Área del experimento	87
ANEXO 2: Norma técnica NTP 205.062 2009/INDECOPI-CNB publicado en julio del 2009 que regula los estándares de calidad de la quinua, tomado de Estrada 2013.	87
ANEXO 3: Fotografías del cultivo de quinua durante su crecimiento y desarrollo.	88
ANEXO 4: Análisis estadístico para el rendimiento de grano (kg/ha).....	90
ANEXO 5: Análisis estadístico para los componentes de rendimiento.....	91
ANEXO 6: Análisis estadístico para las variables de crecimiento.....	94
ANEXO 7: Análisis estadístico para la calidad de grano	102
ANEXO 8: Análisis estadístico para los parámetros agronómicos	109
ANEXO 9. Costos de Producción.....	113

RESUMEN

La fase de campo del experimento se llevó a cabo en la Unidad de Riegos del Departamento Académico de Suelos de la Universidad Agraria La Molina entre los meses de setiembre del 2013 a febrero del 2014. El objetivo fue estudiar tres densidades de siembra (D1: 100,000 plantas/ha, D2: 150,000 plantas/ha y D3: 200,000 plantas/ha.) en el rendimiento, sus componentes, variables de crecimiento, parámetros agronómicos, calidad de grano y realizar el análisis agro económico en cuatro variedades de quinua; La Molina 89, Salcedo INIA, Negra Collana y Pasankalla; bajo riego localizado por goteo.

El diseño estadístico fue de parcelas divididas. Las cuatro variedades de quinua en estudio fueron asignadas aleatoriamente a nivel de las subparcelas dentro de cada parcela completa. Las densidades de siembra fueron asignadas aleatoriamente a nivel de parcelas dentro de cada bloque, con cuatro repeticiones.

Los resultados del experimento indican que los efectos de interacción entre variedades de quinua y densidades de siembra son altamente significativos para el rendimiento comercial, rendimiento por panoja y el peso de mil granos. El mayor rendimiento comercial de quinua se presenta con la variedad La Molina 89 a la densidad de 200,000 plantas/ha con 5,288 kg/ha de grano quinua, y el rendimiento menor en la variedad Pasankalla a la densidad de 100,000 plantas/ha con 444 kg/ha, similar a la variedad Negra Collana, con diferencias porcentuales de 1,190%. Asimismo, Salcedo INIA con rendimientos de 1,491 kg/ha presenta diferencias del 354.6% respecto de La Molina 89, pero supera en 259.3% a Pasankalla y Negra Collana.

Las variables de crecimiento altura de planta, diámetro de panoja, área foliar, materia seca y sus componentes hojas, tallos y panoja presentaron efectos de interacción, Variedad x Densidad altamente significativos. Solo la longitud de panoja presentó diferencias significativas para la interacción de factores. La Molina 89 a la densidad de 100,000 plantas/ha presentó el mayor diámetro de panoja, la mayor altura de planta, la mayor área foliar y la mayor materia seca total, a diferencia de Salcedo INIA, Pasankalla y Negra Collana que presentaron los menor valores a 200,000 plantas/ha.

De otro lado, los componentes de calidad, humedad de grano, porcentaje de saponinas y granulometría presentaron efectos altamente significativos para la interacción Variedad x Densidad. En cambio, el porcentaje de proteínas solo presenta alta significación estadística para Variedades de Quinoa. Pasankalla se caracteriza por presentar el mayor porcentaje de granos de 1.4 mm. El menor valor caracteriza a Negra Collana. Asimismo, los mayores valores en el porcentaje de proteínas caracterizo a la variedad Salcedo INIA (14.1%) y a La Molina 89 (14.0%). Los menores porcentajes en Pasankalla (11.3%) y Negra Collana (11.4%).

Bajo las condiciones del ensayo, La Molina 89 presentó la más elevada eficiencia de uso de agua (EUA) con 0.88 kg de grano quinoa por m³ de agua aplicado y las variedades Negra Collana y Pasankalla el menor Índice de cosecha (IC) con 8.7% y 8.9% respectivamente. En general, se presentó un bajo índice de área foliar (IAF) de 0.48 m²/m² y un alto coeficiente de transpiración (CT) 440.2 l/kg.

El análisis agroeconómico indica que el mayor Índice de rentabilidad (117.6%) se presentó en la variedad La Molina 89 a la densidad de 200,000 plantas/ha. Para las variedades Salcedo INIA, Pasankalla y Negra Collana sus índices de rentabilidad fueron negativos.

Palabras Claves: Quinoa, densidad de siembra, variedades, rendimiento, crecimiento, calidad.

ABSTRACT

The field phase of the experiment was carried out in the Irrigation Unit of the Soil Academic Department of the La Molina Agrarian University between the months of september 2013 to february 2014. The objective was to study three planting densities (D1: 100,000 plants/ha, D2: 150,000 plants/ha and D3: 200,000 plants/ha.) In the yield, its components, growth variables, agronomic parameters, grain quality and perform the agro-economic analysis in four varieties of quinoa; La Molina 89, Salcedo INIA, Negra Collana and Pasankalla; under drip localized irrigation.

The statistical design was of divided plots. The four varieties of quinoa under study were randomly assigned at the level of the subplots within each complete plot. Seeding densities were randomly assigned at the level of plots within each block, with four repetitions.

The results of the experiment indicate that the interaction effects between quinoa varieties and planting densities are highly significant for commercial yield, yield per panicle and thousand grain weight. The highest commercial yield of quinoa occurs with the variety La Molina 89 at the density of 200,000 plants/ha with 5,288 kg/ha of quinoa grain, and the lower yield in the Pasankalla variety at the density of 100,000 plants/ha with 444 kg/ha, similar to the Negra Collana variety, with percentage differences of 1.190%. In addition, Salcedo INIA, with yields of 1,491 kg/ha presented differences of 354.6% with respect to La Molina 89, but exceeded Pasankalla and Negra Collana by 259.3%.

The growth variables of plant height, panicle diameter, foliar area, dry matter and its components leaves, stems and panicle had highly significant interaction effects, Variety x Density. Only panicle length showed significant differences for the interaction of factors. La Molina 89 at the density of 100,000 plants/ha had the largest panicle diameter, the highest plant height, the largest leaf area and the highest total dry matter, unlike Salcedo INIA, Pasankalla and Negra Collana that presented the lowest values to 200,000 plants/ha.

On the other hand, the components of quality, humidity of grain, percentage of saponins and granulometry presented highly significant effect for the interaction Variety x Density. In contrast, the percentage of proteins only presents high statistical significance for Quinoa Varieties. Pasankalla is characterized by having the highest percentage of grains of 1.4

mm. The lowest value characterizes Negra Collana. Likewise, the highest values in the percentage of proteins characterized the variety Salcedo INIA (14.1%) and La Molina 89 (14.0%). The lowest percentages in Pasankalla (11.3%) and Negra Collana (11.4%).

Under the conditions of the trial, La Molina 89 presented the highest water use efficiency (EUA) with 0.88 kg of quinoa grain per m³ of water applied and the Negra Collana and Pasankalla varieties the lowest Harvest Index (CI) with 8.7% and 8.9% respectively. In general, there was a low leaf area index (LAI) of 0.48 m² / m² and a high transpiration coefficient (CT) of 440.2 l / kg.

The agroeconomic analysis indicates that the highest profitability index (117.6%) was presented in the La Molina 89 variety at a density of 200,000 plants /ha. For the Salcedo INIA, Pasankalla and Negra Collana varieties, their profitability indices were negative.

Key words: Quinoa, density of sowing, varieties, yield, growth, quality.

I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), planta cultivada en zonas áridas y semiáridas de los andes, toma importancia económica en estas últimas décadas donde la creciente demanda de alimentos se agudiza y se trata de obtener alimentos de buena calidad, altamente nutritivos, sanos y baratos; este grano es básico en la alimentación del poblador rural y su importancia se debe al hecho de ser el único alimento vegetal que posee todos los aminoácidos esenciales, oligoelementos y vitaminas y no contiene gluten. Los aminoácidos esenciales se encuentran en el núcleo del grano, a diferencia de otros cereales que los tienen en el exosperma o cáscara, como el arroz o trigo.

De otro lado, el cultivo tiene una extraordinaria adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos. Puede crecer con humedades relativas desde 40% hasta 88%, y soporta temperaturas desde -4°C hasta 38°C. Es una planta eficiente en el uso de agua, es tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo, y permite producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm.

Se podría extender su cultivo a las zonas de expansión agrícola de la costa, caracterizadas por presentar suelos sumamente pobres de textura arenosa o franco-arenosa, salinos y de escaso recurso hídrico donde no prosperan otros cultivos; pero antes debe desarrollarse el paquete tecnológico adecuado que permita rentabilidad y producción razonables, teniendo en cuenta que en costa el agua es una limitante por ello es necesario emplear sistemas eficientes de irrigación como los RLAF (goteo, exudación, entre otros).

La principal limitante de la producción agrícola de la Costa es el recurso hídrico y el factor edáfico, lo cual hace necesario el uso de técnicas modernas de producción que permitan incrementar la eficiencia de uso de agua, lo cual es posible mejorando la agronomía de los cultivos. El cultivo de la quinua de gran proyección para la exportación requiere de técnicas de producción que permitan lograr el mayor potencial.

Por lo anterior expuesto, se realizó el siguiente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

1. Determinar la respuesta de la interacción genotipo densidad de siembra en el rendimiento, componentes de rendimiento, variables de crecimiento y componentes de calidad en cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

2. Determinar los parámetros agronómicos del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo el sistema de riego por goteo.

3. Determinar la respuesta de la interacción genotipo densidad de siembra en la rentabilidad final de cuatro variedades del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).

II. REVISIÓN LITERARIA

2.1 AGRONOMIA DEL CULTIVO

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un cultivo con alto potencial para contribuir a la seguridad alimentaria de diversas regiones del país, especialmente en aquellos departamentos donde la población no tiene acceso a fuentes de proteína o donde las condiciones de producción son limitadas por la escasa humedad, la baja disponibilidad de insumos y la aridez.

Su potencial de rendimiento está alrededor de las 11 ton/ha (Canahua et. al., 2001), mientras que las estadísticas agrarias señalan que el rendimiento promedio nacional es de 3.0 ton/ha (SIEA, 2015), esto significa que hay una gran brecha que debe ser superada.

Los principales productores a nivel mundial son Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia (Coila et al., 2001). En el Perú se viene incrementando la producción de manera sostenida desde el año 1993, y actualmente es superior a las 114,3 toneladas anuales (SIEA, 2015).

El Centro de comercio exterior (CCEX) de la Cámara de Comercio de Lima (CCL) informó que la exportación de quinua peruana al cierre del 2015 se valorizó en US\$ 143 millones y los envíos en volumen sumaron cerca de 42.000 toneladas, lo que significó un crecimiento de 13% es decir 4.743 toneladas más que el año anterior. (Gestión, 2016). Respecto a los principales mercados de destino, Estados Unidos representa el 44% del total exportado por el Perú, seguido de Canadá (8%), Holanda y Reino Unido con 7% para ambos casos e Italia con 5%.

Por ello, se trata de buscar tecnologías modernas de producción que permitan abastecer el mercado interno y a su vez generar excedentes para su exportación hacia mercados mundiales.

Las cualidades nutricionales de la quinua según los estándares de nutrición humana establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales (Koziol 1992; González *et al.* 2012). Además de su alta calidad nutritiva, tiene una amplia variabilidad genética y adaptabilidad a diversas condiciones de clima y suelo, capacidades que se traducen en bajos costos de producción.

Risi (1991), dice que el balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche. Su composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con la carne, el huevo, el queso y la leche se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición del valor nutricional de la quinua en comparación con alimentos básicos (%)

Componentes (%)	Quinua	carne	Huevo	Queso	Leche vacuna	Leche humana
Proteínas	13,00	30,00	14,00	18,00	3,50	1,80
Grasa	6,10	50,00	3,20		3,50	3,50
Hidratos de carbono	71,00					
Azúcar					4,70	7,50
Hierro	5,20	2,20	3,20		2,50	
Calorías 100 g	350	431	200	24	60	80

Fuente: Informe agroalimentario, 2009 MDRT-BOLIVIA

La quinua es clasificada taxonómicamente, por Jacoben y Risi (2001):

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógamas
Clase:	Dicotiledóneas
Subclase:	Angiospermas
Orden:	Centrospermales
Familia:	Amaranthaceae
Sub familia	Chenopodioidea
Género:	Chenopodium
Especie:	Quinoa
Nombre científico:	<i>Chenopodium quinoa</i> Willdenow.
Nombre vulgar:	Quinoa

El área de dispersión geográfica de la quinua es bastante amplia, no solo por su importancia social y económica, sino porque según Buskasov su centro de origen se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú Cárdenas (1944). Encontrándose allí la mayor diversidad de ecotipos tanto cultivados técnicamente como en estado silvestre.

Tanto Mujica (1993), como Tapia (1997), reconocen 5 grupos básicos, denominados por Tapia (1982) como grupos agroecológicos, los cuales presentan características botánicas, agronómicas y de adaptación diferentes. Siendo estas quinuas del valle, subtropicales o de las Yungas (Bolivia), del Altiplano, de los Salares o de terrenos salinos y del Nivel del Mar.

La descripción botánica de la quinua nos dice que es una planta anual, con un periodo vegetativo que según la variedad está entre los 90 a 240 días, presentan un tamaño muy variable, puede medir desde 0.6 m. hasta 3.5 m. de altura, según los ecotipos, las razas y el medio ecológico donde se cultive, el color de la planta también es variable, desde el verde hasta el rojo pasando por el púrpura, con todas las gamas (Tapia, 1997).

La raíz es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa, esto le da característica de supervivencia a las condiciones adversas. Según Quillatupa (2009), la profundidad de la raíz guarda estrecha relación con la altura de la planta. El tallo es casi cilíndrico en parte del cuello y anguloso desde el comienzo de las ramificaciones. Su diámetro puede variar desde 1 a 8 cm. Las hojas son muy variadas, alternas simples, de coloración variada desde verde al rojo. La inflorescencia es una panoja típica, formada por un eje central, ejes secundarios y terciarios que sostienen a los glomérulos (grupos de flores). Las flores son muy pequeñas y densas, pueden alcanzar hasta 3 mm; y pueden presentar hasta tres tipos de flores; flores hermafroditas (perfectas), femeninas y androésteriles (imperfectas). Las flores permanecen abiertas por un período que varía de 5 a 7 días, y como no se abren simultáneamente, se determinó que el tiempo de duración de la floración está entre 12 a 15 días (Heisser y Nelson, 1974; Mujica, 1992; Lescano, 1994).

El fruto es un aquenio, tiene forma cilíndrica- lenticular, levemente ensanchado hacia el centro. Está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo, y contiene una sola semilla, de coloración variable, la cual se desprende con facilidad a la madurez. La semilla constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal,

cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas: episperma, embrión y perisperma. (Mujica, 1997). Según Tapia (1990), el perigonio cubre a la semilla y se desprende con facilidad al frotarlo. El episperma que envuelve al grano está compuesto por cuatro capas: la externa determina el color de la semilla, es de superficie rugosa, quebradiza, se desprende fácilmente con agua, y contiene a la saponina.

El ciclo vegetativo de la quinua es de 5 a 8 meses, Gómez y Aguilar (2013) afirman que el ciclo de vida se alarga con la altitud del piso ecológico y con temperaturas bajas. Canahua *et. al.* (2001) mencionan que la quinua pasa por 12 fases fenológicas para las condiciones y variedades de Puno. Así mismo, Quillatupa (2009) determina los requerimientos de días para las fases y sub fases de accesiones estudiadas en La Molina (2007-2008), como lo muestra el Cuadro 2.

La quinua para crecer y desarrollarse requiere de suelos francos, poco arenosos o franco arcillosos; semiprofundos, con alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas, de buen drenaje, porque la quinua es muy susceptible al exceso de humedad, sobre todo en los primeros estados. (Mujica *et. al.*, 2001). En cuanto al requerimiento de fertilización, para condiciones de costa y riego por gravedad, se recomienda que el nitrógeno se fraccione en tres partes, una tercera a la siembra, la otra tercera al deshierbo y la última tercera parte en la floración. Esto permitirá un mejor aprovechamiento del nitrógeno y evita pérdidas por lixiviación, volatilización por las altas temperaturas, mientras que todo el fósforo y el potasio a la siembra (Mujica *et. al.*, 2001). La quinua prospera con diferentes niveles de precipitación, esta depende de la zona agroecológica y del genotipo al que pertenece la planta. Varía desde el rango de 200 – 250 mm en los salares de Bolivia (Tapia *et. al.*, 2000).

En los andes ecuatorianos crece con precipitaciones desde 600 a 800 mm, en el Valle de Mantaro de 400 a 500 mm, en la zona del Lago Titicaca de 500 a 800 mm y en Puno de 250 a 500 mm (Canahua *et. al.*, 2001 citado por Quillatupa, 2009)

El buen manejo de la quinua inicia con la utilización de una semilla de buena calidad, que será la base primordial para el éxito de la siembra y posterior desarrollo del cultivo. Así, Apaza (2006) recomienda utilizar semilla certificada, que responda a una pureza varietal, es decir, que la semilla que utilicemos represente una variedad y no sea una mezcla. Dentro

de los requisitos que debe reunir una buena semilla, Gómez y Aguilar (2013) refieren que la semilla debe de ser de pureza genética, física, de poder germinativo, vigor y estar libre de enfermedades que se transmiten por semilla.

Cuadro 2. Resumen de los requerimientos de días para las fases y sub fases de accesiones estudiadas (La Molina 2007 - 2008)

Fases y sub fases	Promedio de días
0.0-0.9 GERMINACIÓN	4.63
Emergencia	3.44
Hojas cotiledonales extendidas	4.63
1.0-1.9 DESARROLLO VEGETATIVO	33.56
Dos hojas verdaderas desplegadas	10.44
Cuatro hojas verdaderas desplegadas	16.63
Seis hojas verdaderas desplegadas	22.56
Ocho hojas verdaderas desplegadas	28.25
Diez hojas verdaderas desplegadas	33.56
2.0-2.9 RAMIFICACIÓN	28.88
3.0-3.9 DESARROLLO DEL BOTÓN FLORAL	44.88
Botón floral visible	33.94
4.0-4.9 DESARROLLO DE LA INFLORESCENCIA	59.81
Inicio de pirimidación	49.94
Pirimidación completa	59.81
5.0-5.1 FLORACIÓN	76.88
Inicio de floración	49.94
Plena floración	59.81
6.0-6.1 ANTESIS	81.88
7.0-7.9 GRANO ACUOSO	100.44
8.0-8.9 GRANO LECHOSO	114.19
9.0-9.9 GRANO PASTOSO	135.94
Grano pastoso suave (madurez fisiológica)	135.31
Grano pastoso duro (grano rayable con la uña)	135.94

FUENTE: Escala Quillatupa (2009).

La preparación de suelos es una labor importante, que determinara el éxito futuro de la instalación del cultivo, por ello, esta debe de efectuarse con el esmero necesario, en la época oportuna, con los implementos adecuados y utilizando tecnologías, formas y características propias para el cultivo, dado el tamaño reducido de la semilla y dependiendo del tipo de suelo a ser utilizado

La preparación de suelo para el cultivo de quinua viene dado en referencia a la tecnología disponible del lugar y a factores topográficos del suelo. Así, en terrenos planos y grandes, la utilización de una mecanización agrícola mediante un tractor va ser factible para la preparación del terreno para la siembra, en caso contrario; de disponer de terrenos accidentados, con pendiente elevada o de ubicación en laderas de los cerros, se va a tener que utilizar únicamente arado de yunta o la fuerza humana.

En la actualidad se pone mayor énfasis en esta labor, ya que de una buena preparación del suelo se va poder tener una buena siembra y con ello una buena densidad y establecimiento de plantas, asimismo va permitir aminorar el riesgo de problemas sanitarios, como la presencia de malezas que compitan en los primeros estadios del cultivo, así como problemas de chupadera por un mal drenaje del campo.

La siembra consiste en colocar la semilla en un terreno preparado adecuadamente para facilitar el desarrollo normal de la planta. La siembra puede ser manual o mecanizada.

La época de siembra debe considerar muchos factores, entre ellos las condiciones climáticas del lugar y la variedad que se va utilizar. En el caso de la siembra en los andes, las fechas coindicen con los inicios de la lluvia, entre los meses de octubre y diciembre. En el caso de la costa, la siembra se efectúa, generalmente, entre los meses de junio y agosto, utilizándose variedades precoces.

Blanco (1969), ensayó siembras en Bolivia con diferentes distanciamientos entre surcos y concluye que 60 y 80 cm son los mejores, además observo que hay mayor porcentaje de plantas vigorosas cuanto mayor es el distanciamiento entre ellas (Cuadro 3.)

Cuadro 3. Rendimiento (Kg/ha), número de plantas por m2 y porcentaje de plantas en diferentes distanciamientos entre surcos.

Distanciamiento entre surcos (cm)	Rendimiento kg/ha	Nº de plantas por m2	% plantas vigorosas
Voleo	2510	27.2	12
20	2770	27.74	13.7
40	2970	21.57	20.8
60	3140	12.65	30
80	3050	5.8	86.4

FUENTE: Blanco (1969)

Ortiz (1974), comparó 3 distanciamientos entre surcos (20, 30, 40 cm) concluyendo que el distanciamiento de 40 cm fue significativamente superior a los otros dos, presentando ventajas como facilidad en el deshierbo y aplicación de pesticidas y a la vez disminuye el peligro de dañar a las plantas al realizar las labores agronómicas.

Burgasi *et. al.* (1990), recomiendan que “es conveniente reducir al mínimo la distancia entre hileras, al disminuir esta distancia podemos reducir el libre desarrollo de las malezas y aumentar la distancia entre plantas en la hilera”. También afirman que “mientras el control de malezas se haga en forma manual la distancia entre hileras no puede inferior a los 20 cm. En el caso que el agricultor disponga de un cultivador para hileras enganchables al tractor la distancia de siembra se debe adaptar al equipo.

Existen diferentes sistemas de siembra a utilizarse, ya sea al voleo o en surcos, de estas la siembra al voleo demandara una mayor cantidad de semillas, pero hay otro tipo que lo constituye la siembra indirecta, mediante trasplantes, donde la utilización de semilla es mínima.

Según Blanco (1969), los rendimientos dependen de la cantidad de semilla por unidad de área, número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de plantas vigorosas. El realizo un ensayo en el altiplano central de Bolivia, donde obtuvo el mejor rendimiento con la menor densidad (5 kg/ha) la cual también dio el mayor porcentaje de plantas vigorosas. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Densidad de siembra, relacionada con el porcentaje de plantas vigorosas y rendimiento

Densidad kg/ha	N° de plantas por m ²	% plantas vigorosas	Rendimiento kg/ha
5	9.15	42.8	2157
10	21.55	14.5	1872
20	26.8	10.5	1670
30	51.25	2.3	1460

FUENTE: Blanco (1969)

Rea *et al* (1979), mencionan que para el altiplano de Bolivia se usa 4 a 6 kg/ha, mientras que en el altiplano Puneño se emplea hasta 15 a 23 kg de semilla por ha.

Según Tapia (1990), la densidad varía de acuerdo a las condiciones climáticas, preparación de suelo, sistema de siembra y la calidad de las semillas. Se puede utilizar desde 4 kg/ha con una buena humedad en el suelo, siembra en surcos y con una semilla con alto valor de germinación.

León (2003), menciona que en la sierra y especialmente en el altiplano puneño es de 4 a 6 kg/ha de semilla seleccionada, procedente de semilleros. Las adversidades de clima y falta de humedad pueden disminuir el porcentaje de germinación y lógicamente la emergencia.

Durante el crecimiento de la quinua es importante realizar diferentes labores culturales que permiten el mantenimiento y cuidado del cultivo. La quinua como cualquier otra planta es sensible a la competencia por malezas, sobre todo en los primeros estadios, por ello se recomienda efectuar deshierbas tempranas, para favorecer un buen establecimiento del cultivo en campo, así como evitar la presencia de plagas y enfermedades por actuar como agente hospederos, lo cual repercutirá en el futuro potencial productivo y calidad de la semilla de quinua. Es importante realizar la labor de desahíje, raleo o entresaque, porque así evitaremos la competencia por espacio y nutrientes entre las plantas de quinua.

Los aporques son necesario para sostener la planta o darle un buen anclaje, evitando de este modo el tumbado o vuelco de las plantas. Así mismo le permite resistir los fuertes embates de los vientos sobre todo en las zonas ventosas y de fuertes corrientes de aire.

Generalmente se recomienda un buen aporte antes de la floración y junto a la fertilización complementaria, lo que le permitirá un mayor enraizamiento y por lo tanto mayor sostenibilidad.

La cosecha es una labor de mucha importancia en el proceso productivo, de ella depende el éxito para la obtención de la calidad comercial del grano. La cosecha puede realizarse de forma manual, manual-mecánica o mecánica.

Gómez y Aguilar (2013), mencionan que existen cinco etapas para realizar la cosecha de forma manual: siega, secado, trillado, venteado y limpieza y secado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 LUGAR DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Unidad de Investigación en riegos perteneciente al Departamento Académico de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina. La ubicación geográfica es la siguiente: Latitud: 12°05'06", Longitud: 76°57'00", Altitud: 238 msnm.

3.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Los suelos de la Molina ubican en una terraza media de origen aluvial. Es propio de estos suelos presentar una textura franco arenosa, estructura granular fina, buen drenaje, permeabilidad moderada, de mediana a baja capacidad retentiva de humedad y consistencia en húmedo que va desde friable y muy friable

El análisis de caracterización del suelo fue realizado en el Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

En el Cuadro 5 se observa los resultados del análisis, en el cual el suelo pertenece a la clase textural franco-arenosa, con pH moderadamente básico, con conductividad eléctrica moderadamente salina, con CIC que está en el límite de los rangos bajo y medio, bajo contenido de materia orgánica, contenido bajo de fósforo y potasio disponible. En general, es un suelo con fertilidad potencial baja.

3.1.3 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

El agua utilizada para el riego proviene de la red de agua de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

En el análisis de agua de riego presentado en el Cuadro 6 se puede observar que el agua utilizada es altamente salina, la cual presenta una conductividad eléctrica de 3.1 dS/m. Por ello el agua es clasificada como C4, este tipo de agua solo se usa en casos muy especiales donde los suelos son muy permeables, con buen drenaje y cultivos muy tolerantes a la salinidad. Se tendrán pérdidas significativas en los rendimientos y el uso de este tipo de agua afecta al suelo, debido al riesgo inminente de salinidad.

Cuadro 5. Análisis de caracterización química de suelo

Determinación	Unidad	Valor
C.E.e	dS/m	7.8
Arena	%	61
Limo	%	23
Arcilla	%	16
Clase textural	-	Franco Arenoso
pH (1:1)	-	7.3
CaCO ₃	%	3.1
M.O.	%	0.57
P	ppm	8.9
K	ppm	83
CIC	meq/100g	12.32
Ca ²⁺	meq/100g	9.45
Mg ²⁺	meq/100g	2
K ⁺	meq/100g	0.39
Na ⁺	meq/100g	0.48

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes de la UNALM

Cuadro 6. Análisis de caracterización de agua

Variable	Unidad	Valor
pH	-	7.4
C.E.	dS/m	3.1
Calcio	meq/l	19.3
Magnesio	meq/l	5.41
Sodio	meq/l	13.48
Potasio	meq/l	0.26
Suma de Cationes		38.45
Nitrato	meq/l	0.65
Carbonatos	meq/l	0
Bicarbonato	meq/l	1.52
Sulfatos	meq/l	13.13
Cloruros	meq/l	23.2
Suma de Aniones		38.5
Sodio	%	35.1
RAS	-	3.8
Boro	ppm	0.75
Clasificación		C4-S1

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes de la UNALM

Presenta bajo peligro de Sodio (S1), con un bajo RAS que implica que es un agua apta para la mayoría de suelos, lo cual no genero problemas de alcalinidad. También se observa un nivel elevado de iones de sodio y de iones cloruros, generando un elevado riesgo por problemas de toxicidad para el cultivo.

3.1.4 CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA

El Cuadro 7, muestra los registros climatológicos de la estación meteorológica *Alexander Von Humboldt* de la Universidad Nacional Agraria La Molina, correspondientes a la zona experimental durante los meses de Septiembre 2013 a Febrero 2014, periodo de desarrollo del cultivo.

Los datos del cuadro son característicos de la Costa central peruana, con lluvias casi inexistentes, niveles altos de humedad y nubosidad.

Cuadro 7. Datos climatológicos promedios de La Molina. Periodo experimental Setiembre 2013 - Febrero 2014

Mes	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)	Eto tanque A (mm/día)	Heliofanía (horas/día)	Radiación Circunglobal (Ly/mes)
	Máxima	Mínima	Media					
Setiembre	20.0	13.5	16.0	0.12	82.74			
Octubre	21.2	14.5	17.4	0.00	76.79	2.54	4.59	10501.6
Noviembre	22.0	15.3	18.7	0.02	72.95	2.49	4.73	10413.8
Diciembre	26.0	17.5	21.8	0.01	70.47	3.44	5.82	11749.1
Enero	28.1	19.7	24.0	0.06	70.41	3.52	4.10	11312.2
Febrero	28.8	18.8	23.2	0.14	71.18	4.57	6.06	11640.1

FUENTE: Estación 'Alexander Von Humboldt'. Elaboración propia

3.1.5 VARIEDADES DE QUINUA EN ESTUDIO

LA MOLINA 89

Esta variedad está caracterizada como precoz (130 días hasta la maduración total), no presenta ramificación, tiene una sola panoja por planta, que es de tipo amarantiforme, compacta, de aprox. 36 cm de longitud y de 7-9 cm de diámetro, con granos de color crema; la planta mide en promedio 1.3 m de altura. Se sabe que presenta tolerancia al mildiu (Tapia 2003 y Apaza, 1995) y también resistencia a esta enfermedad (Ortiz *et al.*, 2001).



Figura 1. Panoja de la variedad La Molina 89, posterior a la cosecha.

VARIEDAD SALCEDO- INIA

Apaza *et al.* (2013), señalan que es una variedad obtenida del cruce de las variedades Real Boliviana por Sajama, en 1995.

Se caracteriza por tener grano grande de 1.8 a 2 mm de diámetro, de color blanco. Periodo vegetativo de 160 días (precoz), rendimiento de 2500 kg/ha, tolerante al mildiu (*Peronospora variabilis*), así como a heladas y sequías. Se adapta a condiciones del altiplano, valles interandino y Costa.



Figura 2. Panoja de la variedad Salcedo - INIA, posterior a la cosecha.

VARIEDAD NEGRA COLLANA

El Apaza *et al.* (2013), indican que es un compuesto de 13 accesiones de 12 localidades, comúnmente conocidas como “Quyujiwras”, que tienen su origen en las accesiones que fueron recolectadas en 1978 de las localidades de Caritamay, distrito de Ácora, provincia de Puno. Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del altiplano, entre los 3815 y 3900 msnm, con clima frío seco, precipitación de 400 a 550 mm y temperatura de 4° a 15° C.

La altura de planta varía de 94 a 110 cm, su ciclo vegetativo es de 136 a 140 días. Las semillas tienen el pericarpio de color plomo y el episperma de color negro. Tiene buen potencial de rendimiento promedio de 3000 Kg/ha., precocidad y tolerancia a bajas temperaturas y a enfermedades.



Figura 3. Panoja de la variedad Negra Collana, posterior a la cosecha.

VARIEDAD PASANKALLA

El Apaza *et al.* (2013), señalan que es una variedad liberada en el año 2006, obtenida por selección planta surco de ecotipos de la localidad de Caritamaya, distrito de Ácora, provincia de Puno. Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del altiplano entre los 3800 y 3900 m.s.n.m. y soporta un clima frío seco. Es una variedad óptima para la agroindustria, con alta productividad.

El tamaño del grano es de 2,10 mm, tiene el pericarpio color plomo claro y el episperma de color castaño - rojo, de tamaño 130 a 170 cm y tiene un periodo vegetativo de 140 días en el altiplano.

Esta variedad posee alto valor nutricional, excelente calidad de grano para la transformación agroindustrial y con rendimientos superiores a los 3000 Kg/ha. Pero, también presenta limitaciones en cuanto a su adaptación como; susceptibilidad al granizo, mediana tolerancia a factores adversos como a heladas de -3°C y susceptible al ataque de pájaros. Esta variedad presenta tolerancia al mildiú.



Figura 4. Panoja de la variedad Pasankalla, posterior a la cosecha.

3.1.6 FERTILIZANTES

Cuadro 8. Fuentes de fertilizantes utilizados durante el experimento

FUENTE	% N	% P₂O₅	% K₂O
Nitrato de Amonio	33.5	-	-
Fosfato Monoamónico	10.5	61	-
Nitrato de Potasio	13.5	-	44

Fuente: Elaboración propia

3.1.7 MÓDULO DE RIEGO

Se utilizó riego por goteo. Sus componentes del módulo son los siguientes:

Matriz

- 1 válvula de 1 pulg. (llave de control de ingreso)
- 2 válvulas de $\frac{3}{4}$ de pulg. (control del venturi)
- 1 válvula de presión de 1 pulg.
- 1 filtro de anillos de 1 pulg.
- 1 contómetro de agua tipo reloj de $\frac{3}{4}$ de pulg.
- 12 micro-válvulas de 16 mm de diámetro.

Laterales

- 160 m de lateral de goteo de 16 mm (PE)
- 504 goteros autocompensados Katiff de 2.3 l/h
- 12 conectores de salida
- 12 terminales de línea en ocho

Fertilización

- 1 venturi de 1 pulg.
- 1 tanque para la solución fertilizante

3.1.8 OTROS

Fase de campo: Pico, rastrillos, mangueras, baldes, mochila de fumigación, insecticida, fungicida, fertilizantes, libreta de campo, cinta métrica, wincha.

Fase de laboratorio: Estufa, tubos de ensayo, tamices de 2 – 1,7 – 4,4 mm, balanza digital de precisión, equipo “Infratek” para la determinación de proteínas, humedad, etc.

3.2 METODOLOGÍA

El experimento evaluó tres densidades de siembra en cuatro variedades de quinua (La Molina 89, Salcedo INIA, Pasankalla y Negra Collana) bajo riego por goteo. La modalidad de siembra fue directa depositando 3 semillas por golpe, y en el desahíje se dejó una planta por golpe.

El distanciamiento entre plantas estuvo en relación con la densidad a probar. Para la densidad D1 (100,000 planta/ha) el espaciamiento fue 8.0 cm entre plantas, para la densidad D2 (150,000 planta/ha) el espaciamiento fue 5.3 cm entre plantas y para la densidad D3 (200,000 planta/ha) el espaciamiento fue 4.0 cm entre plantas.

El nivel de fertilización estándar NPK fue constante en todo el campo experimental, siendo el nivel de fertilización 160-80-120 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O. En general, las labores agronómicas y de sanidad del cultivo fueron manejadas en un nivel alto y estándar para el campo experimental de tal manera que no afectaron los resultados de los factores en prueba.

El campo experimental constó de 12 camas distanciadas una de la otra en 1.25 m. entre lateral de riego. Cada cama de producción fue irrigada con un lateral de riego con goteros insertados a 0.30 m. Cada cama tiene una longitud neta de 12 m.

3.2.1 FACTORES EN ESTUDIO

DENSIDAD DE SIEMBRA

Cuadro 9. Densidades de siembra utilizadas durante el experimento

Clave	Densidad plantas/ha	Espaciamiento cm/planta
D ₁	100,000	8.0
D ₂	150,000	5.3
D ₃	200,000	4.0

Fuente: Elaboración propia

VARIETADES DE QUINUA

Cuadro 10. Variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd)

Clave	Variedad	Característica
V ₁	La Molina 89	Grano de color crema
V ₂	Salcedo-INIA	Grano de color blanco
V ₃	Pasankalla	Semillas tienen el pericarpio de color plomo y el episperma de color castaño-rojo
V ₄	Negra collana	Semillas tienen el pericarpio de color plomo y el episperma de color negro

FUENTE: Elaboración propia

3.2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue el de parcelas divididas. Las variedades de quinua en estudio fueron asignadas aleatoriamente a nivel de las subparcelas dentro de cada parcela completa. Las densidades de siembra fueron asignadas aleatoriamente a nivel de parcelas dentro de cada bloque, con cuatro repeticiones. El análisis de variancia y las diferencias en medias se realizaron a través de la aplicación del software estadístico SAS (Statistical Analysis System Versión 8.)

Cuadro 11. Diseño experimental utilizado durante el experimento

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	3
Densidad de siembra (A)	2
Error (a)	6
Variedades (B)	3
Interacción variedad-densidad (AxB)	6
Error (b)	27
Total	47

a) Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + (T\beta)_{ij} + \gamma_{jk} + (T\gamma)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es el rendimiento obtenido con la K-ésima variedad, i-ésima densidad de siembra en el j-ésimo bloque

μ = Es el efecto de la media en general

T_i = Es el efecto de la i – ésima densidad de siembra

β_j = Es el efecto de la j – ésimo bloque

$(T\beta)_{ij}$ = Es el efecto del error experimental de la i-ésima densidad de siembra en el j-ésimo bloque

γ_{jk} = Es el efecto de la interacción de la k-ésima variedad, i-ésima densidad de siembra en el j-ésimo bloque

$(T\gamma)_{ik}$ = Es el efecto de la interacción de la i-ésima densidad de siembra y k-ésima variedad

ϵ_{ijk} = Es el efecto del error experimental del y k-ésima variedad, i-ésima densidad de siembra en el j-ésimo bloque

3.2.3 VARIABLES EVALUADAS

a) **Rendimiento de grano (kg/ha)**

Terminada la recolección de panojas secas del campo, se hicieron secar al ambiente para después proceder a la trilla, limpieza y venteo, finalmente se pesó el rendimiento de cada subparcela.

b) **Componentes de rendimiento**

i. Número de plantas por m²: al momento de la cosecha, se contó el total de plantas de cada subparcela. El resultado fue expresado en número de plantas por m².

- ii. Rendimiento de grano por panoja (g): cada planta presenta una sola panoja, por lo que el rendimiento por panoja fue hallado dividiendo el rendimiento de cada subparcela entre el número de plantas presentes en la misma.
- iii. Peso de mil granos (g): de los granos trillados y limpiados de cada subparcela se tomó al azar 1000 granos y se pesarán en una balanza electrónica.

c) Variables de crecimiento

- i. Altura de planta (cm): se midió con una regla graduada desde la base de la planta hasta el punto terminal de la planta. Para ello se tomaron 6 plantas al azar de cada una de las 48 subparcelas.
- ii. Longitud de panoja (cm): se midió desde el comienzo de las ramificaciones de la panoja, hasta el extremo apical del mismo. Se tomaron 6 plantas al azar de cada una de las 48 subparcelas.
- iii. Diámetro de panoja (cm): se tomó el diámetro máximo de la parte media de cada panoja. Se tomaron 6 plantas al azar de cada una de las 48 subparcelas.
- iv. Área foliar (cm²/planta): se tomaron muestras de hojas con un área conocida, determinando su peso, para luego relacionarlo con el peso total de hojas por planta.
- v. Materia seca total (g/planta): se determinó por separado el peso de la materia seca de toda la parte aérea de la planta (hoja, tallo y panoja), para ello, se empleó un horno de secado a temperatura constante de 70°C por 48 horas; previo al secado en horno, la muestra fue secada al ambiente por varias semanas.
- vi. Componentes de la materia seca total (g/planta): estos son la materia seca de hojas, tallos y panojas, para determinarla se empleó la metodología descrita para hallar la materia seca total. La materia seca de panojas incluyó la materia seca del eje central de la panoja así como los ejes secundarios, terciarios, hojas de la panoja, pedicelos y glomérulos, estos últimos constituidos por los perigonios y granos.

d) Componentes de calidad

- i. Granulometría: esta evaluación se realizó para ver la composición granulométrica por panoja. Para esto se emplearon las zarandas N°10, 12, 14 y 16 que clasifican según diámetro de granos de 2 mm, 1,7 mm, 1,4 mm y $\leq 1,4$ mm, respectivamente.
- ii. Proteínas en grano (%) y humedad del grano (%): estas evaluaciones se realizaron con el equipo Infratec 1241 – Grain analyzer del laboratorio de calidad del Programa de Cereales y Granos Nativos de la UNALM, que realiza sus estimaciones a través de un método no destructivo y la lectura es de forma directa
- iii. Saponinas en grano (%): esta evaluación se realizó a través del método afrosimétrico mecánico. El procedimiento consiste en pesar 0,5 gramos de granos de 1,7 mm; colocarlo en un tubo de ensayo y agregar 5 ml de agua destilada, agitarlo por 30 minutos y luego dejar en reposo por cinco minutos. La agitación genera una espuma, la altura que alcanza es relacionada con el contenido de saponinas en el grano a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Saponinas (\%)} = \frac{\text{altura espuma (cm)} - 0.29}{3.74} \quad (\text{EC 1})$$

e) Parámetros agronómicos

- i. Evapotranspiración del cultivo (ETC = mm/Campaña): Cantidad de agua evapotranspirada durante el ciclo vegetativo del cultivo de quinua.
- ii. Eficiencia de uso de agua (EUA - kg/m^3): Relación existente entre el rendimiento comercial y el requerimiento de riego del cultivo.

$$\text{EUA (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Rendimiento quinua Grano (kg/ha)}}{\text{Requerimiento de riego aplicado (m}^3\text{/ha)}} \quad (\text{EC 2})$$

- iii. Coeficiente de transpiración (CT - l/kg): se obtiene dividiendo el requerimiento neto de riego sobre la materia seca total producida por el cultivo, mide la capacidad de transpiración del cultivo.

- iv. Índice de área foliar (IAF): es la relación entre la superficie foliar (m²) y el área efectiva promedio de cada variedad.
- v. Índice de cosecha IC-(%): Es la relación entre el peso de la semilla (rendimiento económico) y el peso seco de toda la planta, incluyendo la semilla (rendimiento biológico)

3.2.4 CARACTERÍSTICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL

a) Del Campo Experimental

Largo efectivo	12.0 m
Ancho efectivo	15.0 m
Área efectiva	180.0 m ²

b) Del bloque

Largo efectivo	12.0 m
Ancho efectivo	3.75 m
Área efectiva	45.0 m ²
Número de bloques	4

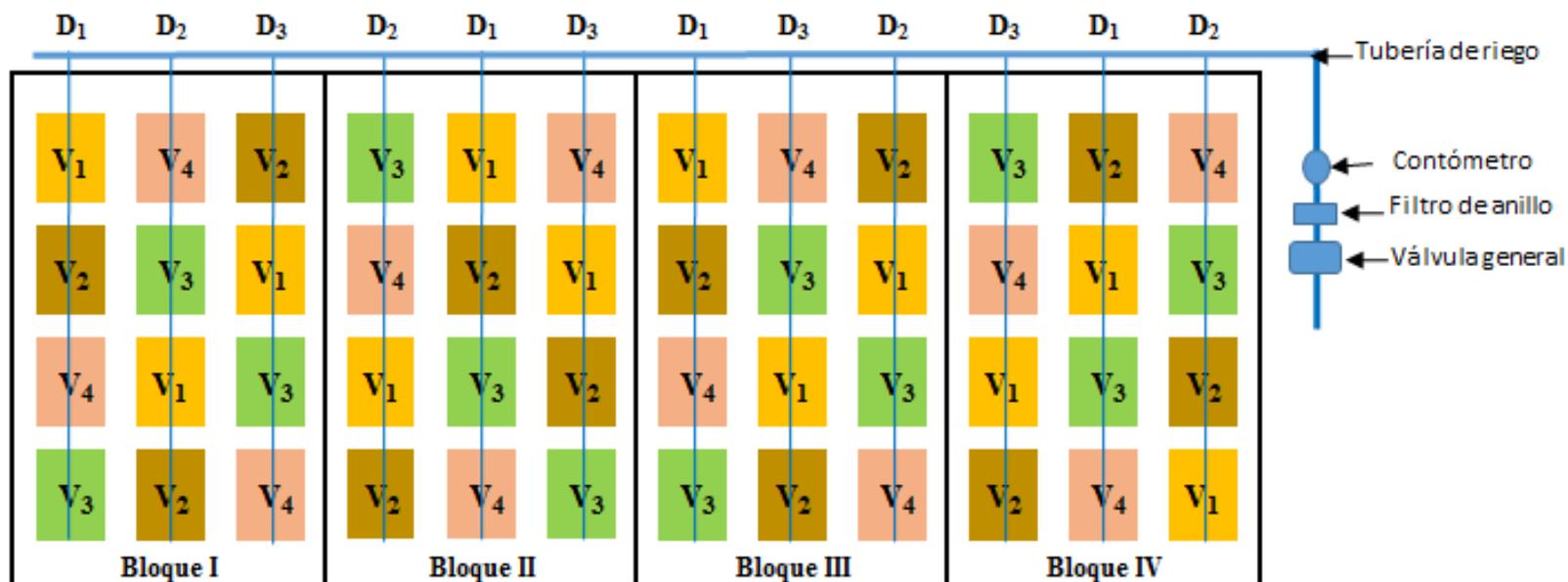
c) De la parcela

Largo	12.0 m
Ancho	1.25 m
Área	15 m ²
Número de parcelas	12

d) De la subparcela

Largo efectivo	3.0 m
Ancho efectivo	1.25 m
Área efectiva	3.75 m ²
Número de subparcelas	48

Figura 5. Esquema de aleatorización de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo tres densidades de siembra.



Leyenda

Variedad	
V ₁	Pasankalla
V ₂	La Molina 89
V ₃	Salcedo - INIA
V ₄	Negra Collana

Densidad	
D ₁	100 000 plantas /ha
D ₂	150 000 plantas/ ha
D ₃	200 000 plantas/ha

3.2.5 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

Se realizó un lavado de suelos del área experimental para evitar en lo posible la moderada salinidad del suelo por uso de agua de riego de salinidad elevada y la interacción del efecto residual de ensayos anteriores.

Se limpió los laterales de riego y emisores, donde se eliminó los precipitados de las mangueras y goteros realizando un remojo y lavado en lejía al 3% de todo el material durante una semana, después fueron enjuagados y devueltos al campo. La zona de cultivo fue trabajada a una profundidad de 40 cm, una vez desterronado y mullido se procedió luego a levantar las camas a una altura de 15 cm aproximadamente, las cuales fueron niveladas y uniformizadas con rastrillo. Finalmente, se procedió a la demarcación de subparcelas y calles con ayuda de wincha, cordeles y estacas.

La siembra fue el 21 de Setiembre del 2013, esta siembra fue directa depositando 3 semillas por golpe, el distanciamiento entre plantas estará en relación con la densidad a probar. Las semillas se desinfectaron con Homai W.P. (Thiophanatemethyl + Thiram) a dosis de 2 g/kg de semilla la cual fue tapadas a no más de 2 cm de profundidad.

El nivel de fertilización fue de 160-80-120 kg/ha de NPK. Cada fuente de fertilizante fue solubilizada, para ser inyectada a la red de riego. El fosforo fue fraccionado en 4 partes, el nitrógeno en 10 y el potasio en 8, estos tres fertilizantes fueron aplicados con una frecuencia semanal.

Todas las parcelas del experimento fueron regadas de forma homogénea, para tener un control del riego se realizó el registro de la lectura del caudalímetro instalado al inicio del módulo de riego. Cuadro 12.

En el desahíje se dejó 1 planta por golpe, esta labor se efectuó junto al primero deshierbo y el primer aporque, realizándose manualmente todas las labores a los 29 DDS. Se realizaron tres aporques, el primero junto al desahíje y al deshierbo, el segundo antes de la floración (65 DDS) y el tercero en el llenado de grano (109 DDS), con la finalidad de evitar el tumbado de las plantas debido al gran tamaño alcanzado.

Se realizaron tres aplicaciones fitosanitarias para el control de plagas y enfermedades durante el desarrollo del cultivo, se aplicó Fitoklin (Metalaxyl) para el control de mildiu (*Peronospora variabilis*), Cipermax Super 10 CE (Alfacipermetrin) para el control de gusanos comedores de follaje (*Spodoptera* spp), Dimethoate para el control de Mosca minadora (*Liriomyza* spp.) y Biobit WG (*Bacillus thuringiensis*) para el control de *Eurysacca melanocampta* (Polilla de la quinua).

Durante las etapas de panojamiento y llenado de grano se tuvo mayor incidencia de *Eurysacca melanocampta* (Polilla de la quinua), por lo que causo daños significativos que se vieron reflejados en el rendimiento, calidad de grano y producción. También se tuvo el ataque de aves, a pesar que se realizó el control colocando cintas de casete para espantarlas.

La determinación de pesos secos y área foliar se realizó a los 121 DDS y a los 129 DDS las mediciones de altura de planta, longitud y diámetro de panoja y conteo de plantas.

El cierre del sistema de riego se realizó a los 139 DDS, siendo este el último riego.

La cosecha se realizó a los 159 DDS en forma manual, en cada subparcela y consistió en el corte de las panojas, luego de ello se dejaron en el campo para que sequen completamente y después se procedió a la trilla, limpieza, venteo y finalmente se guardaron dentro de bolsas de papel kraff, debidamente rotuladas. En la figura 6 se muestra el cronograma de actividades realizadas durante el experimento.

3.2.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma de las actividades que se realizaron en la conducción del cultivo se presenta en la figura 6.

Cuadro 12. Programación de riego del cultivo de quinua

Etapa de cultivo	Estado Fenológico	Fecha	Ciclo Vegetativo (días)		Eo (mm/día)	Kc	ETc (mm/ha)	Requerimiento de Riego	
			Parcial	Acumulados				Neto (mm)	Total (m3/ha)
Apertura del sistema		20-sep	-1					1.800	20.00
Siembra		21-sep	0	0				1.010	11.22
Germinación	Emergencia total de las semillas	25-sep	4	4	1.52	0.4	0.61	2.429	26.99
Desarrollo vegetativo	Dos hojas verdaderas desplegadas	30-sep	5	9	1.52	0.47	0.71	3.572	39.69
	Seis hojas verdaderas desplegadas	10-oct	10	19	2.54	0.56	1.42	14.224	158.04
	Diez hojas verdaderas desplegadas	20-oct	10	29	2.54	0.67	1.70	17.018	189.09
Desarrollo Reproductivo y Polinización	Desarrollo del botón floral	31-oct	11	40	2.54	0.71	1.80	19.837	220.42
	Desarrollo de la inflorescencia	14-nov	14	54	2.86	0.83	2.37	33.233	369.26
	Floración	04-dic	20	74	3.44	0.92	3.16	63.296	703.29
	Antesis	09-dic	5	79	3.44	1.01	3.47	17.372	193.02
Llenado de granos	Grano acuoso	27-dic	18	97	3.44	1.08	3.72	66.874	743.04
	Grano lechoso	11-ene	15	112	3.52	1.08	3.80	57.024	633.60
	Grano pastoso (madurez fisiológica)	26-ene	15	127	3.52	0.94	3.31	49.632	551.47
Cierre de sistema	Grano pastoso (grano rayable con la uña en 50% de la panoja)	07-feb	12	139	4.57	0.82	3.75	44.969	499.65
Cosecha	Grano rayables con la uña en toda la panoja	27-feb	20	159					
TOTAL Y/O PROMEDIOS					3.17	0.85	2.80	392.29	4358.78

Riego por goteo: Eficiencia de riego 90%

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuadros que se presentan y discuten a continuación han sido elaborados en base a los cuadros que figuran en los anexos 4 al 9, en los cuales se muestran valores promedios del rendimiento de grano y sus componentes, variables de crecimiento, componentes de calidad y parámetros agronómicos de las variedades La Molina 89, Salcedo INIA, Negra Collana y Pasankalla; así también presentan el análisis agroenómico de cada tratamiento de las cuatro variedades.

4.1 RESULTADOS GENERALES DE CUATRO VARIEDADES DE QUINUA POR DENSIDAD DE SIEMBRA

Los cuadros 13, 14 y 15 presentan los parámetros agronómicos, rendimiento de grano y sus componentes, variables de crecimiento y los componentes de calidad de las cuatro variedades en estudio por efecto de las tres densidades de siembra.

4.1.1 Efecto de la densidad de siembra

Densidad 100000 plantas/ha

En el cuadro 13, se muestra que bajo las condiciones de D1:100,000 plantas/ha, el rendimiento de grano de quinua fue de 1,418 kg/ha, con un requerimiento de riego de 4358.8 m³/ha y una población media de 9.6 plantas/m². El peso promedio de grano de quinua por panoja fue de 33.7 g y el peso promedio de 1000 granos de 2.01 g. Las plantas alcanzaron una altura de 163.6 cm, una longitud de panoja 62.7 cm y un diámetro de panoja de 16.9 cm. Expandieron una especie foliar de 133.26 cm²/planta y acumularon un total de materia seca total 88 g/planta, la materia seca de hojas 6.51 g/planta, la materia seca de tallos 27.8 g/planta y la materia seca de panojas 56.40 g/planta. Con un 12.9% de proteínas, con 10.8% de humedad, con 0.5% de saponinas en los granos, también se halló la granulometría teniendo 2.2 % de granos de 2 mm, 17.5% de granos de 1.7 mm, 57.3% de granos de 1.4 mm y 21.4% de granos menores a 1.4 mm.

Finalmente, la eficiencia de uso de agua (E.U.A) promedio fue de 0.27 kg/m³, el coeficiente de transpiración (CT) 542.1 l/kg, el índice de cosecha (I.C.) fue de 22.4%, y el índice de área foliar (IAF) fue de 0.12.

Densidad 150000 plantas/ha

En el cuadro 14, se muestra que bajo las condiciones de D2:150,000 plantas/has, el rendimiento de grano de quinua fue de 1,710 kg/ha, con un requerimiento de riego de 4358.8 m³/ha y una población media de 14.8 plantas/m². El peso promedio de grano de quinua por panoja fue de 25.1 g y el peso promedio de 1000 granos de 1.92 g. Las plantas alcanzaron una altura de 159.3 cm, una longitud de panoja 58.0 cm y un diámetro de panoja de 15.9 cm. Expandieron una especie foliar de 121.4 cm²/planta y acumularon un total de materia seca total 79.67 g/planta, la materia seca de hojas 5.4 g/planta, la materia seca de tallos 23.9 g/planta y la materia seca de panojas 50.4 g/planta. Con un 12.6% de proteínas, con 10.1% de humedad, con 0.51% de saponinas en los granos, también se halló la granulometría teniendo 2.1 % de granos de 2 mm, 14.9% de granos de 1.7 mm, 58.1% de granos de 1.4 mm y 24.1% de granos menores a 1.4 mm

Finalmente, la eficiencia de uso de agua (E.U.A) promedio fue de 0.34 kg/m³, el coeficiente de transpiración (CT) 419.2 l/kg, el índice de cosecha (I.C.) fue de 19.2%, y el índice de área foliar (IAF) fue de 0.18.

Densidad 200000 plantas/ha

En el cuadro 15, se muestra que bajo las condiciones de D3: 200,000 plantas/has, el rendimiento de grano de quinua fue de 2,081 kg/ha, con un requerimiento de riego de 4358.8 m³/ha y una población media de 14.8 plantas/m². El peso promedio de grano de quinua por panoja fue de 20.2 g y el peso promedio de 1000 granos de 1.9 g. Las plantas alcanzaron una altura de 155.43 cm, una longitud de panoja 55.6 cm y un diámetro de panoja de 13.0 cm. Expandieron una especie foliar de 93.2 cm²/planta y acumularon un total de materia seca total 65.8 g/planta, la materia seca de hojas 3.9 g/planta, la materia seca de tallos 19.7 g/planta y la materia seca de panojas 42.2 g/planta. Con un 12.6% de proteínas, con 10.5% de humedad, con 0.55% de saponinas en los granos, también se halló la granulometría teniendo 1.6 % de granos de 2 mm, 14.5% de granos de 1.7 mm, 60.6% de granos de 1.4 mm y 25.1% de granos menores a 1.4 mm

Finalmente, la eficiencia de uso de agua (E.U.A) promedio fue de 0.42 kg/m³, el coeficiente de transpiración (CT) 359.5 l/kg, el índice de cosecha (I.C.) fue de 21.5%, y el índice de área foliar (IAF) fue de 0.18.

4.1.2 Efecto de variedades de quinua

Variedad LA MOLINA 89

Con un rendimiento de grano de quinua de 3,683 kg/ha para D1: 100,000 plantas/ha, de 4,589 kg/ha para D2: 150000 y de 5,289 kg/ha para D3: 200000 plantas/ha. Bajo estas condiciones las plantas alcanzan una altura de 187.2 cm para D1, de 186.2 cm para D2 y de 153.2 cm para D3. De la misma forma el peso de grano por panoja, presenta promedios de 88.1 g, 77.4 g y 56.9 g, el área foliar 238.6, 211.3 y 124.4 cm²/planta. Para D1, D2 y D3 respectivamente.

Variedad SALCEDO INIA

Con un rendimiento de grano de quinua de 1,048 kg/ha para D1: 100,000plantas/ha, de 1,175 kg/ha para D2: 150,000 y de 1,492 kg/ha para D3: 200,000 plantas/ha. Bajo estas condiciones las plantas alcanzan una altura de 149.3 cm para D1, de 143.9 cm para D2 y de 151.1 cm para D3. De la misma forma el peso de grano por panoja, presenta promedios de 20.2 g, 12.8 g y 12.3 g, el área foliar 80.7, 83.5 y 65.3 cm²/planta. Para D1, D2 y D3 respectivamente.

Variedad PASANKALLA

Con un rendimiento de grano de quinua de 444 kg/ha para D1: 100,000plantas/ha, de 513 kg/ha para D2: 150,000 y de 790 kg/ha para D3: 200,000 plantas/ha. Bajo estas condiciones las plantas alcanzan una altura de 169.0 cm para D1, de 157.9 cm para D2 y de 175.3 cm para D3. De la misma forma el peso de grano por panoja, presenta promedios de 15.9 g, 4.9 g y 5.8 g, el área foliar 140.5, 82.3 y 90.5 cm²/planta. Para D1, D2 y D3 respectivamente.

Variedad NEGRA COLLANA

Con un rendimiento de grano de quinua de 499 kg/ha para D1: 100,000 plantas/ha, de 564 kg/ha para D2: 150,000 y de 757 kg/ha para D3: 200,000 plantas/ha. Bajo estas

condiciones las plantas alcanzan una altura de 149.0 cm para D1, de 149.2 cm para D2 y de 141.8 cm para D3. De la misma forma el peso de grano por panoja, presenta promedios de 10.8 g, 5.42 g y 6.0 g, el área foliar 73.3, 108.6 y 92.7 cm²/planta. Para D1, D2 y D3 respectivamente.

4.2 PARÁMETROS AGRONÓMICOS

En el cuadro 12, 13 y 14, se presenta los valores de los parámetros agronómicos registrados en el presente ensayo, puede observarse que el requerimiento de riego para las cuatro variedades en estudio fue alto (4,358.8 m³/ha) tratándose de un sistema de riego por goteo.

4.2.1 EFICIENCIA DE USO DE AGUA - EUA (kg/m³)

La variedad la Molina 89 presenta mayores valores D1: 0.69 kg/m³, D2: 0.91 kg/m³ y D3: 1.05 kg/m³ de EUA a diferencia de las variedades Pasankalla con valores D1: 0.09 kg/m³, D2: 0.10 kg/m³ y D3: 0.16 kg/m³, Negra Collana D1: 0.10 kg/m³, D2: 0.11 kg/m³ y D3: 0.15 kg/m³ y Salcedo INIA D1: 0.21 kg/m³, D2: 0.23 kg/m³ y D3: 0.30 kg/m³, esto se debe a que este parámetro está relacionado a los kilogramos producidos por metro cubico de agua aplicado en el riego. Por lo que la variedad la Molina 89 al obtener altos rendimientos presenta también altos valores de EUA.

4.2.2 COEFICIENTE DE TRANSPIRACIÓN - CT (l/kg)

Se obtuvo el promedio global del coeficiente de transpiración para el cultivo de quinua cuyo valor es de 440.2 l/kg.

Para la variedad La Molina 89 con densidades (D1: 100,000 plantas/ha, D2: 150,000 plantas/ha y D3: 200,000 plantas/ha) presento los siguientes valores de CT para D1: 444.2 l/kg, D2: 272.4 l/kg y D3: 320.3 l/kg, de la misma manera la variedad Salcedo INIA obtuvo valores de coeficiente de transpiración de D1: 693.7 l/kg, D2: 684.6 l/kg y D3: 414.3 l/kg y la variedad Pasankalla presento valores de coeficiente de transpiración D1: 421.8 l/kg, D2: 331.1 l/kg y D3: 285.7 l/kg. Finalmente la variedad Negra Collana obtuvo valores de CT para D1: 608.6 l/kg, D2: 388.6 l/kg y D3: 417.5 l/kg

4.2.3 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (IAF)

Este parámetro determina la capacidad de producción del cultivo, dado que, expresa la relación entre la superficie foliar expuesta a la radiación solar por unidad de terreno.

Los valores obtenidos del IAF de la variedad La Molina 89 para las densidades (D1: 100,000 plantas/ha, D2: 150,000 plantas/ha y D3: 200,000 plantas/ha) es de D1: 0.18 m²/m², D2: 0.32 m²/m² y D3: 0.25 m²/m².

Asimismo la Variedad Salcedo INIA presenta valores de IAF de D1: 0.07 m²/m², D2: 0.12 m²/m² y D3: 0.13 m²/m² y la variedad Pasankalla obtuvo valores de IAF de D1: 0.12 m²/m², D2: 0.13 m²/m² y D3: 0.18 m²/m². Finalmente la variedad Negra Collana presentó valores de IAF de D1: 0.07 m²/m², D2: 0.16 m²/m² y D3: 0.14 m²/m²

4.2.4 ÍNDICE DE COSECHA - IC (%)

La variedad la Molina 89 presenta valores de IC para las densidades (D1: 100,000 plantas/ha, D2: 150,000 plantas/ha y D3: 200,000 plantas/ha) de D1: 46.6%, D2: 47.4 % y D3: 46.0%, estos resultados son mejores que los obtenidos por las variedades Salcedo INIA (D1: 21.5%, D2: 20.3 % y D3: 20.8%), Pasankalla (D1: 13.4%, D2: 5.5 % y D3: 7.6%) y Negra Collana (D1: 8.3%, D2: 6.9 % y D3: 11.7%)

Barnett (2005) indica que la quinua presenta después de la cosecha una materia seca de 16 ton/ha aproximadamente (incluido grano, tallos y broza) y Canahua *et al.*, (2001) menciona que el índice de cosecha promedio en quinua es 30%, con una variación de 21 a 45% dependiendo de las variedades. Por ello podemos determinar que las variedades Pasankalla y Negra Collana presentan un bajo IC.

Cuadro 13. Resultados promedios de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) para D1: 100,000 plantas/ha

CARACTERÍSTICAS	Unidad	Variedades				Prom.
		LA MOLINA 89	SALCEDO INIA	PASANKA LLA	NEGRA COLLANA	
1.Rendimiento de grano	kg/ha	3683.2	1047.5	444.3	499.4	1418.6
2.Componentes de rendimiento						
Número de plantas por m2	plantas	9.5	9.7	9.3	9.9	9.6
Rendimiento de grano por panoja	g	88.1	20.2	15.9	10.8	33.7
Peso de mil granos	g	2.1	2.2	2.1	1.6	2.0
3.Variables de crecimiento						
Altura de planta	cm	187.2	149.3	169.0	149.0	163.6
Longitud de panoja	cm	63.3	61.1	63.9	62.8	62.8
Diámetro de panoja	cm	19.8	14.1	19.2	14.6	16.9
Área foliar	cm ² /planta.	238.6	80.7	140.5	73.3	133.3
Materia Seca Total - Parte aérea	g/planta	126.9	62.0	100.5	62.6	88.0
Materia seca de hojas	g/planta	10.3	3.1	9.5	3.1	6.5
Materia seca de panoja	g/planta	85.1	43.8	53.8	37.1	55.0
Materia seca de tallo	g/planta	36.5	15.0	37.2	22.4	27.8
4.Componentes de calidad						
<i>Granulometría</i>						
2 mm	%	2.73	2.92	3.00	0.30	2.24
1.7 mm	%	13.5	23.9	22.9	9.8	17.5
1.4 mm	%	62.9	52.6	63.4	50.3	57.3
≤1,4 mm	%	14.7	20.6	10.7	39.6	21.4
Porcentaje de proteínas del grano	%	13.9	14.3	11.0	12.3	12.9
Porcentaje de saponinas	%	1.33	0.29	0.26	0.13	0.50
Porcentaje de humedad	%	11.1	11.3	11.2	9.5	10.8
5.Parámetros agronómicos						
Eficiencia de uso de agua (EUA)	kg/m ³	0.69	0.20	0.09	0.10	0.27
Coefficiente de transpiración (CT)	l/kg	444.2	693.7	421.8	608.6	542.1
Índice de área foliar (IAF)	m ² /m ²	0.18	0.07	0.12	0.07	0.11
Índice de cosecha (IC)	%	46.6	21.5	13.4	8.3	22.4

Cuadro 14. Resultados promedios de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) para D2: 150,000 plantas/ha

CARACTERÍSTICAS	Unidad	Variedades				Prom.
		LA MOLINA 89	SALCEDO INIA	PASAN KALLA	NEGRA COLLANA	
1. Rendimiento de grano	kg/ha	4588.5	1174.8	512.9	563.9	1710.0
2. Componentes de rendimiento						
Número de plantas por m ²	plantas	14.7	14.8	15.0	14.9	14.8
Rendimiento de grano por panoja	g	77.4	12.8	4.9	5.4	25.1
Peso de mil granos	g	2.3	2.3	1.8	1.3	1.9
3. Variables de crecimiento						
Altura de planta	cm	186.2	143.9	157.9	149.2	159.3
Longitud de panoja	cm	63.2	54.6	52.8	61.5	58.0
Diámetro de panoja	cm	17.2	15.5	16.8	14.2	15.9
Área foliar	cm ² /planta.	211.3	83.5	82.3	108.6	121.4
Materia Seca Total - Parte aérea	g/planta	99.7	59.5	85.6	73.8	79.7
Materia seca de hojas	g/planta	6.9	3.6	5.4	5.7	5.4
Materia seca de panoja	g/planta	63.4	39.2	54.6	44.3	50.4
Materia seca de tallo	g/planta	29.4	16.7	25.6	23.9	23.9
4. Componentes de calidad						
Granulometría						
2 mm	%	3.12	3.40	1.99	0.03	2.14
1.7 mm	%	16.5	20.7	20.1	2.2	14.9
1.4 mm	%	63.5	50.4	63.5	54.8	58.1
≤1,4 mm	%	16.8	25.4	14.4	39.7	24.1
Porcentaje de proteínas del grano	%	14.0	14.1	11.5	10.8	12.6
Porcentaje de saponinas	%	1.31	0.44	0.20	0.10	0.51
Porcentaje de humedad	%	11.2	11.1	10.7	7.3	10.1
5. Parámetros agronómicos						
Eficiencia de uso de agua (EUA)	kg/m ³	0.91	0.24	0.10	0.11	0.34
Coefficiente de transpiración (CT)	l/kg	272.4	684.6	331.1	388.6	419.2
Índice de área foliar (IAF)	m ² /m ²	0.32	0.12	0.13	0.16	0.18
Índice de cosecha (IC)	%	47.4	20.3	5.5	6.9	20.0

Cuadro 15. Resultados promedios de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) para D3: 200000 plantas/ha

CARACTERÍSTICAS	Unidad	Variedades				Prom.
		LA MOLINA 89	SALCEDO INIA	PASANKALLA	NEGRA COLLANA	
1. Rendimiento de grano	kg/ha	5288.7	1491.5	790.1	757.2	2081.9
2. Componentes de rendimiento						
Número de plantas por m ²	plantas	19.8	19.8	19.9	19.9	19.8
Rendimiento de grano por panoja	g	56.9	12.3	5.8	6.0	20.2
Peso de mil granos	g	2.3	1.9	1.9	1.4	1.9
3. Variables de crecimiento						
Altura de planta	cm	153.2	151.5	175.3	141.8	155.4
Longitud de panoja	cm	55.2	54.5	57.2	55.6	55.6
Diámetro de panoja	cm	11.4	11.6	15.7	13.5	13.0
Área foliar	cm ² /planta	124.4	65.3	90.5	92.7	93.2
Materia Seca Total - Parte aérea	g/planta	69.7	57.7	86.0	49.6	65.8
Materia seca de hojas	g/planta	4.8	3.2	4.4	3.3	3.9
Materia seca de panoja	g/planta	46.1	38.0	49.9	34.8	42.2
Materia seca de tallo	g/planta	18.8	16.5	31.7	11.6	19.7
4. Componentes de calidad						
Granulometría						
2 mm	%	2.73	1.44	2.16	0.15	1.62
1.7 mm	%	19.5	10.5	24.2	3.9	14.5
1.4 mm	%	60.1	60.0	64.9	57.6	60.6
≤1,4 mm	%	17.7	30.8	8.8	43.2	25.1
Porcentaje de proteínas del grano	%	14.1	14.0	11.3	11.1	12.6
Porcentaje de saponinas	%	1.24	0.42	0.10	0.45	0.55
Porcentaje de humedad	%	11.4	11.3	10.7	8.8	10.5
5. Parámetros agronómicos						
Eficiencia de uso de agua (EUA)	kg/m ³	1.05	0.30	0.16	0.15	0.42
Coficiente de transpiración (CT)	l/kg	320.3	414.3	285.7	417.5	359.5
Índice de área foliar (IAF)	m ² /m ²	0.25	0.13	0.18	0.14	0.18
Índice de cosecha (IC)	%	46.0	20.8	7.6	11.7	21.5

4.3 RENDIMIENTO (kg/ha)

El cuadro 16, muestra el análisis de varianza para el rendimiento en Kg/ha, con un coeficiente de variabilidad de 17.5%, una media de 1,736.8 kg/ha y un R2 de 0.98. Al respecto se observa que no existe diferencia estadísticas entre las densidades de siembra, sin embargo, existe diferencias altamente significativas entre variedad, y la interacción de los factores.

La prueba de comparación de medias de Duncan para el rendimiento se presenta en el Cuadro 17 y Figura 7. Se observa que la variedad La Molina 89 con una densidad de siembra de 200,000 plantas/ha presenta mayor rendimiento (5,288.7 kg/ha) en 190.4 % respecto a la variedad Pasankalla con una densidad de 100,000 plantas/ha, cuyo rendimiento (444.3 kg/ha) es el menor de todos los tratamientos. Pero estadísticamente similares a los rendimientos de Pasankalla a 200,000 plantas/ha (790.0 kg/ha) y 150,000 plantas/ha (512.9 kg/ha), Negra Collana a 200,000 plantas/ha, 150,000 plantas/ha y 100,000 plantas/ha. cuyos valores son 757.2 kg/ha, 563.9 kg/ha y 499.4 kg/ha respectivamente.

El rendimiento de Salcedo INIA para las densidades 100,000 plantas/ha (1,047.5 kg/ha), 150,000 plantas/ha (1,174.8 kg/ha) y 200,000 plantas/ha (1,491.5 kg/ha), son estadísticamente similares. Esta variedad con densidad de siembra de 150,000 plantas/ha (1174.8 kg/ha) y 100,000 plantas/ha (1047.5 kg/ha) es estadísticamente igual a Pasankalla y Negra Collana con 200,000 plantas/ha, con rendimientos de 790 kg/ha, 757.2 kg/ha respectivamente.

Las densidades 100,000 plantas/ha, 150,000 plantas/ha y 200,000 plantas/ha de la Molina 89 presentaron rendimientos de 3,683.2 kg/ha, 4,588.5 kg/ha y 5,288.73 kg/ha, siendo estos valores estadísticamente diferentes y se observa que a mayor densidad de siembra mayores rendimientos.

Gordon (2011), halló en la variedad Pasankalla un rendimiento promedio de 3,1927 kg/ha bajo un sistema con insumos convencionales o productos orgánicos y Quispe (2015) obtuvo un rendimiento de 2,227.5 kg/ha usando productos inorgánicos; ambos en condiciones de La Molina.

Todas las variedades con una densidad de 200,000 plantas/ha presentaron un mayor rendimiento, esto también está en concordancia con Apaza (1995) quien también obtuvo sus mayores rendimientos con mayores densidades de siembra. Lo contrario hallaron Rivero (1985) y Blanco (1969) quienes obtuvieron mayores rendimientos a densidades menores pero lo realizaron con otras variedades y bajo condiciones de secano.

Mujica et al., (2001) mencionan que los rendimientos varían de acuerdo a las variedades, a las condiciones del ambiente, a las labores culturales y al control fitosanitario,

Cuadro 16. Cuadrados medios y análisis de varianza para Rendimiento en el cultivo de quinua

FV	GL	Rendimiento de grano (kg/ha)
Densidad	2	1768403.597 ns
Variedad	3	42420992.204**
Interacción (Densidad x Variedad)	6	412865.975 **
TOTAL	47	
Media		1736.84
CV (%)		17.49

n.s: No significativo

*($\alpha \leq 0.05$) Significativo

** ($\alpha \leq 0.01$) Altamente significativo

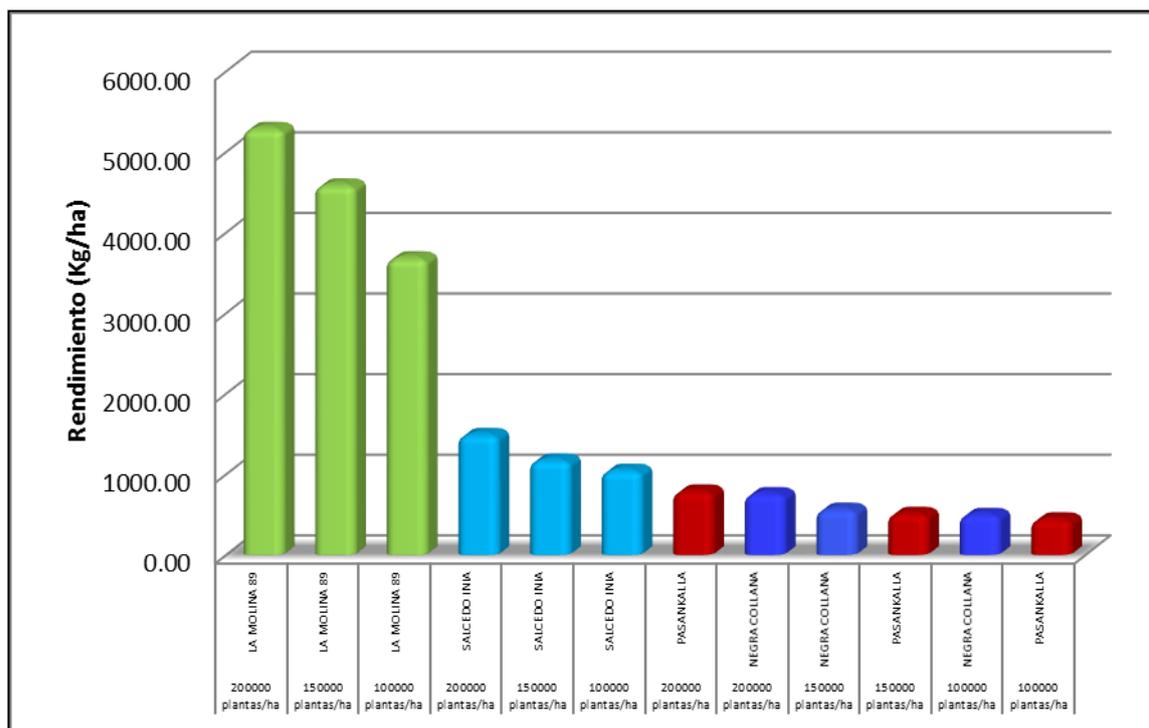


Figura 7. Comparación de la interacción de los factores para el rendimiento en el cultivo de quinua.

Cuadro 17. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el rendimiento en el cultivo de quinua

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	5288.7	A	1190.4
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	4588.5	B	1032.8
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	3683.2	C	829.0
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	1491.5	D	335.7
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	1174.8	D E	264.4
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	1047.5	D E	235.8
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	790.1	E F	177.8
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	757.2	E F	170.4
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	563.9	F	126.9
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	512.9	F	115.5
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	499.4	F	112.4
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	444.3	F	100

4.4 COMPONENTES DE RENDIMIENTO

4.4.1 NÚMERO DE PLANTAS POR m²

En Cuadro 18, muestra el análisis de varianza para el número de planta por m², con un coeficiente de variabilidad de 2.2%, una media de 14.8 plantas por m² y un R² de 0.99.

Al respecto se observa que no existe diferencia estadística entre las variedades, e interacción de los factores, sin embargo, existe diferencias altamente significativas entre las densidades de siembra.

La prueba de comparación de medias de Duncan para el número de plantas/m² se presenta en el Cuadro 19 y Figura 8. Se observa que la densidad de siembra de 200,000 plantas/ha presenta 19.8 plantas/m² siendo este el mayor valor en comparación con las densidades de 150,000 plantas/ha (14.8 plantas/m²) y 100,000 plantas/ha (9.6 plantas/m²), con una diferencia porcentual de 112.6% respecto de la mayor y menor densidad. Pudiendo observarse que esta variable está relacionada directamente con la densidad de siembra.

Tapia (2003), menciona que la densidad de siembra es un componente importante del paquete tecnológico de la quinua porque nos podría permitir incrementar los rendimientos manejando un número adecuado de plantas/m² y por un control indirecto, de malezas ya que el cultivo estaría denso y no habría espacio para las malezas.

4.4.2 RENDIMIENTO DE GRANO POR PANOJA (g)

En Cuadro 18, muestra el análisis de varianza para el rendimiento de granos/panoja, con un coeficiente de variabilidad de 18.4%, una media de 26.4 granos/panoja y un R² de 0.98. Se observa que no existe diferencias estadísticas entre las densidades de siembra, sin embargo, existe diferencias altamente significativas entre las variedades y las densidades de siembra. La prueba de comparación de medias de Duncan para el rendimiento de granos por panoja se presenta en el Cuadro 20 y Figura 9. Se observa que la variedad La Molina 89 con una densidad de siembra de 100,000 plantas/ha presentan un mayor rendimiento de granos por panoja (88.1 g) en comparación de los demás tratamientos. Esto refuerza lo obtenido por Rivero (1985) que determinó que a medida que aumenta la densidad de siembra el rendimiento de grano es menor.

4.4.3 PESO DE MIL GRANOS (g)

En Cuadro 18, muestra el análisis de varianza para el peso de 1000 granos, con un coeficiente de variabilidad de 9.0%, una media de 1.9 g/1000 granos y un R^2 de 0.88.

Al respecto se observa que no existe diferencia estadísticas entre las densidades de siembra, sin embargo, existe diferencias altamente significativas entre las variedades y la interacción de los factores.

La prueba de comparación de medias de Duncan para el peso de 1000 granos se presenta en el Cuadro 21 y Figura 10. Se observa que la variedad La Molina 89 con densidades de siembra de 200000 plantas/ha (2.3 g) , 150000 plantas/ha (2.32 g) y 100000 plantas/ha (2.1 g), Salcedo INIA a 100,000 plantas/ha (2.2 g) y 150,000 plantas/ha (2.3 g) y Pasankalla a 100,000 plantas/ha (2.1 g) sus valores son estadísticamente iguales y presentan un mayor peso de 10000 granos en comparación a la variedad Negra Collana a 150,000 y 200,000 plantas/ha, con valores de 1.3 g y 1.4 g respectivamente.

El promedio global para el peso de mil granos de la variedad Salcedo INIA fue de 2.1 g y Pasankalla fue de 1.9 g, cuyos valores son menores a lo hallado por Burín (2016), que obtuvo con la mismas variedades los valores 3.7 g y 3.3 g para las variedades Salcedo INIA y Pasankalla respectivamente. Quispe (2015) obtuvo un valor de 3.8 g y Gordon (2011) reportó 1.64 g para la variedad Pasankalla.

El valor hallado por León (2014) para la variedad la Molina 89 fue de 2,885 g/1000 granos, menciona que el valor hallado está dentro del rango propuesto por Mujica *et al.* (2001) quienes indican que esta variedad varía de 1,93 a 3,35 g/1000 granos, por lo que el valor obtenido (2.26 g/1000 granos) en el experimento también está dentro de este rango.

Cuadro 18. Cuadros medios y análisis de varianza para Componentes de rendimiento en el cultivo de quinua

FV	GL	N° de plantas por m²	Rendimiento de grano por panoja	Peso de mil granos
Densidad	2	417.025 **	748.225 ns	0.079 ns
Variedad	3	0.107 ns	12302.304 **	1.593 **
Interacción (Densidad x Variedad)	6	0.130 ns	174.502 **	0.110 **
TOTAL	47			
Media		14.77	26.37	1.93
CV (%)		2.23	18.38	9.0

n.s: No significativo

*($\alpha \leq 0.05$) Significativo

** ($\alpha \leq 0.01$) Altamente significativo

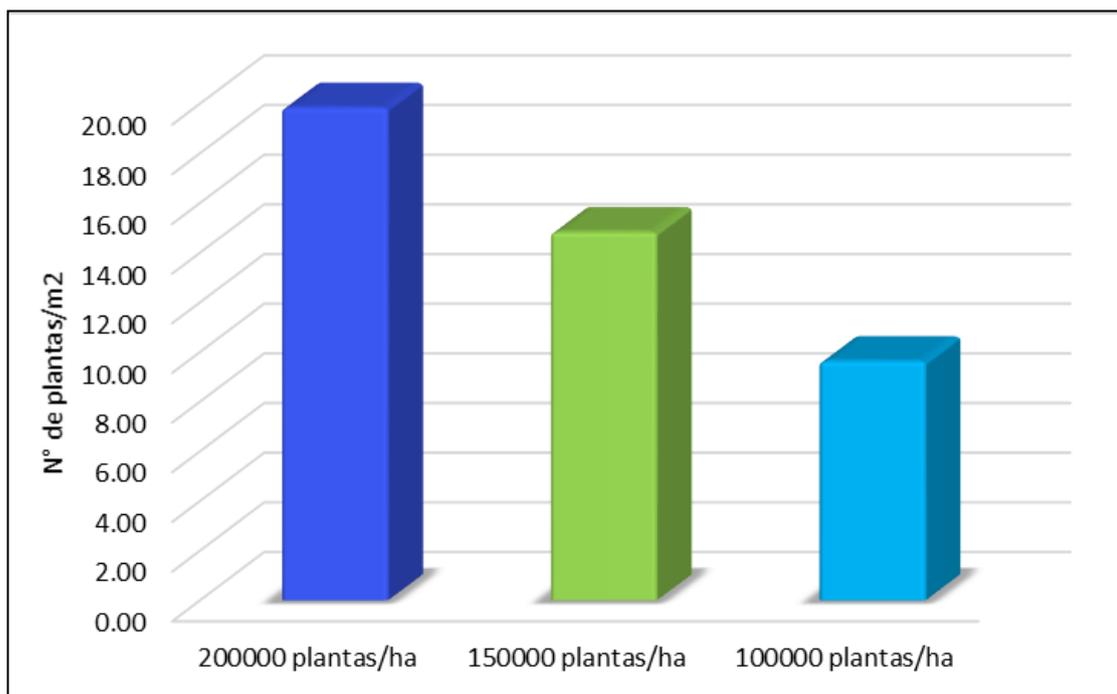


Figura 8. Comparación de la densidad de siembra para el número de plantas/m2 en el cultivo de quinua.

Cuadro 19. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el número de plantas por m2 en el cultivo de quinua

DENSIDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
200,000 plantas/ha	19.8	A	212.6
150,000 plantas/ha	14.8	B	158.9
100,000 plantas/ha	9.6	C	100

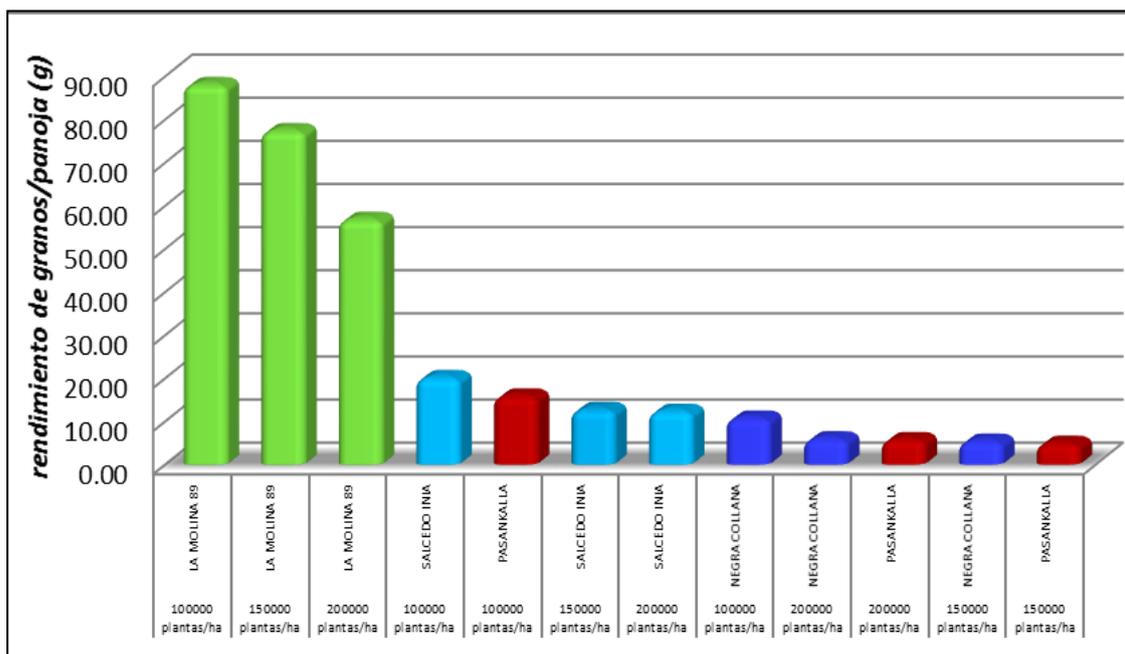


Figura 9. Comparación de la interacción de los factores para el rendimiento de granos/panoja en el cultivo de quinua.

Cuadro 20. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el rendimiento de granos/panoja en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	88.1	A	1791.1
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	77.4	B	1573.8
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	56.9	C	1155.7
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	20.2	D	410.0
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	15.9	D E	323.2
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	12.8	E F	259.3
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	12.4	E F	251.0
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	10.8	E F	219.1
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	6.0	F	121.1
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	5.8	F	117.5
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	5.4	F	110.2
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	4.9	F	100

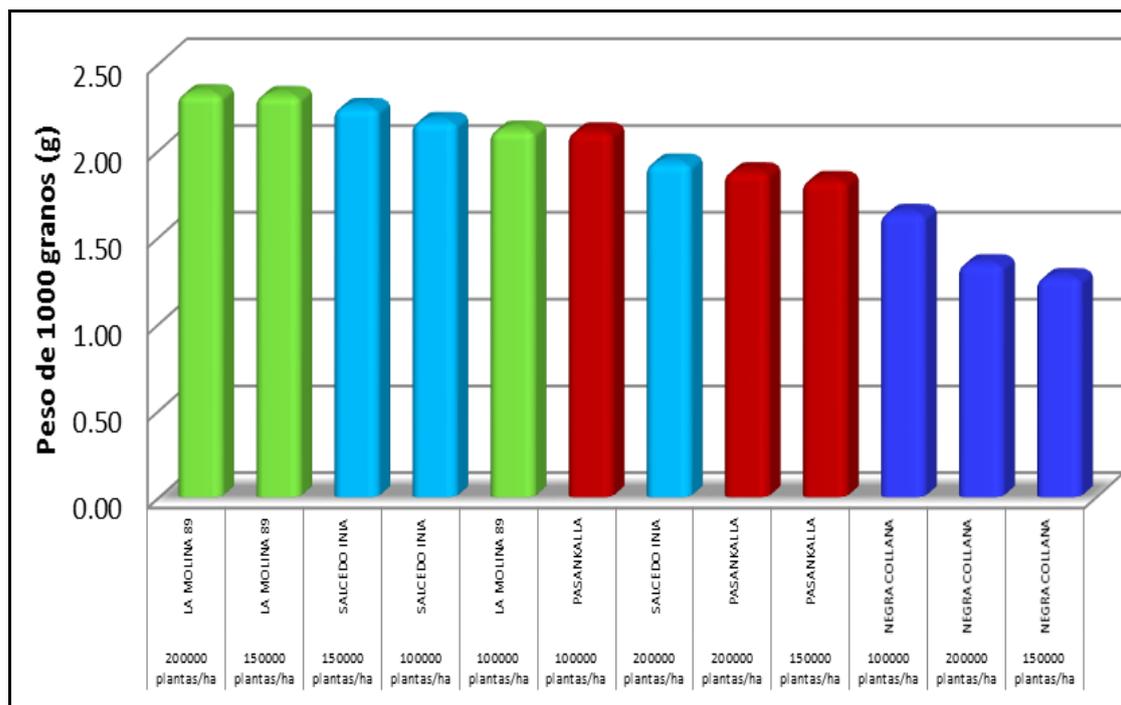


Figura 10. Comparación de la interacción de los factores para el peso de 1000 granos en el cultivo de quinua.

Cuadro 21. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el peso de 1000 granos en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	2.3	A	183.5
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	2.3	A	182.7
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	2.3	A	177.2
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	2.2	A B	170.9
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	2.1	A B C	166.9
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	2.1	A B C	166.1
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	1.9	B C D	152.0
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	1.9	C D E	148.0
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	1.8	D E	144.1
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	1.6	E	137.3
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	1.4	F	106.3
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	1.3	F	100.0

4.5 VARIABLES DE CRECIMIENTO

Los resultados obtenidos muestra que a menor densidad de siembra hay mayor distanciamiento entre plantas por lo que ofrecerá mayor número de condiciones favorables (espacio, luz, aprovechamiento de agua, nutrientes, etc.) para un buen crecimiento y desarrollo, presentado mayor altura, mayor longitud y diámetro de panoja, así como área foliar y materia seca total.

4.5.1 ALTURA DE PLANTA (cm)

El Cuadro 22, se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la altura planta, con un coeficiente de variabilidad de 6.7%, una media de 159.5 cm de altura de planta y un R^2 de 0.79. Se observa que no existe diferencia estadísticas entre las densidades de siembra, sin embargo, existe diferencias altamente significativas entre variedad y la interacción de los factores.

La prueba de comparación de medias de Duncan se presenta en la Figura 11 y Cuadro 23. Se observa que La Molina 89 a densidades de siembra de 100,000 plantas/ha y 150,000 plantas/ha y Pasankalla 200,000 plantas/ha que presentaron valores estadísticamente iguales de 187.2 cm, 186.2 cm y 175.3 cm respectivamente, fueron los que se obtuvieron mayor altura de planta a comparación de Pasankalla a densidad siembra de 150,000 plantas/ha (157.9 cm), Salcedo INIA a 100,000 plantas/ha (149.3 cm), 150,000 plantas/ha (143.9 cm) y 200,000 plantas/ha (151.5 cm), Negra Collana a 100,000 plantas/ha (149 cm), 150,000 plantas/ha (149.2 cm) y 200,000 plantas/ha (141.8 cm) y La Molina 89 a 200,000 plantas/ha (153.2 cm), cuyos valores son homogéneos estadísticamente.

La variedad La Molina 89 como promedio presenta 175.53 cm, siendo un valor elevado a diferencia del obtenido por Apaza (1995) y León (2014) cuyos valores fueron de 130 cm y 91.66 cm. Ellos utilizaron niveles de nitrógeno menores 120kg/N/ha y 40 kg/N/ha respectivamente. Salcedo INIA y Pasankalla como promedio presentaron valores de 148.23 cm y 167.39 cm para la altura de planta, Burín (2016) halló valores de 138.40 cm y 147.23 cm de altura de planta para las mismas variedades Salcedo INIA y Pasankalla, utilizando el nivel de fertilización de 160 Kg/N/ha el mismo que se utilizó en el

experimento. Se pudo observar que al incrementar la dosis de nitrógeno este afecta positivamente a la altura de planta.

Mori (2015) halló que la altura de planta de la variedad Salcedo INIA oscila entre 125 cm y 101.9 cm, en condiciones de La Molina.

4.5.2 LONGITUD DE PANOJA (cm)

En Cuadro 22, muestra el análisis de varianza para la longitud de panoja, con un coeficiente de variabilidad de 6.2%, una media de 58.6 cm y un R^2 de 0.73.

Al respecto se observa que no existe diferencia estadísticas entre las variedades, sin embargo, existe diferencia significativa en la interacción de los factores, y altamente significativa entre densidades de siembra.

La prueba de comparación de medias de Duncan para la interacción de los factores en la medición de longitud de panoja se presenta en la Figura 12 y Cuadro 24. Se observa a la variedad Pasankalla a 100,000 plantas/ha, La Molina 89 a 100,000 plantas/ha y 150,000 plantas/ha, Negra Collana a 100,000 plantas/ha, 150,000 plantas/ha y Salcedo INIA a 100,000 plantas/ha presentan una mayor longitud de panoja de 63.9 cm, 63.3 cm, 63.2 cm, 62.8 cm, 61.5 cm y 61.1 cm respectivamente, en comparación de la variedad Pasankalla, Negra Collana, La Molina 89 y Salcedo INIA a una densidad de 200,000 plantas/ha; Salcedo INIA y Pasankalla (150,000 plantas/ha), las que presentan menor longitud de panoja.

Tapia (1997), menciona que en general la planta de quinua presenta una longitud de panoja que oscila entre los 15 y 70 cm.

En el experimento se puede observar que La Molina 89 la longitud de panoja aumenta a medida que la densidad es menor teniendo como valor promedio de longitud de panoja 60.6 cm, Tapia (2003) al realizar varios ensayos empleando la misma variedad obtuvo valores entre 32.9 a 40 cm. y también halló que los mayores valores de longitud de panoja se obtienen cuando el cultivo tiene menor densidad por área.

4.5.3 DIÁMETRO DE PANOJA (cm)

En Cuadro 22, muestra el análisis de varianza (ANVA) para el diámetro de panoja, con un coeficiente de variabilidad de 7.7%, una media de 15.3 cm de longitud de panoja y un R^2 de 0.90. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre variedades, densidad y la interacción de los factores.

La prueba de comparación de medias de Duncan para el diámetro de panoja se presenta en la Figura 13 y Cuadro 25. Se observa las variedades La Molina 89 y Pasankalla con una densidad de 100,000 plantas/ha presentan los mayores diámetros de panoja 19.75 cm y 19.20 cm respectivamente en comparación con los demás tratamientos. Siendo Salcedo INIA de 200,000 plantas/ha (11.6 cm) y La Molina 89 de 200,000 plantas/ha (11.4 cm) los tratamientos que presentaron menor diámetro de panoja.

Apaza (1995) obtuvo diámetros de panoja muy cercanos a 7.0 cm en la variedad La Molina 89 al evaluar dos distanciamientos, concluyendo que en ésta variedad la densidad del cultivo no tiene mayor efecto sobre el diámetro de panoja, a diferencia de lo hallado en el experimento donde la densidades de siembra es altamente significativas para todas las variedades de quinua del experimento. Tapia (2003) empleando la misma variedad obtuvo valores entre 2.5 a 4.1 cm.

Se puede observar que el diámetro de panoja disminuye conforme la densidad de siembra es mayor, esta observación también fue hallada por Rivero (1985) y Timaná (1992), quien ensayó con la línea Avanzada 5 actualmente 'La Molina 89'.

4.5.4 ÁREA FOLIAR (cm²/planta)

El Cuadro 22, se muestra el análisis de varianza (ANVA) para el área foliar, con un coeficiente de variabilidad de 5.91%, una media de 116 cm²/planta. y un R^2 de 0.99. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre densidad de siembra, variedades, y la interacción de los factores.

La prueba de comparación de medias de Duncan para el área foliar se presenta en el Cuadro 26 y Figura 14. Se observa que en la variedad La Molina 89 con un densidad de

siembra de 100,000 plantas/ha, presentan mayor área foliar (238.6 cm^2) en comparación con Salcedo INIA a 200,000 plantas/ha cuyo valor es $65.3 \text{ cm}^2/\text{planta}$.

Burín (2016), con una densidad de siembra de 12.5 plantas/m² para las variedades Pasankalla y Salcedo INIA obtuvo valores similares estadísticamente de $682.4 \text{ cm}^2/\text{planta}$ y $692.3 \text{ cm}^2/\text{planta}$ respectivamente.

Tapia (2003), menciona que la variedad Amarilla de Marangani con una distancia entre surco 0.80 m su crecimiento fue más exuberante en follaje, esto se debió a la menor competencia entre plantas y el mayor distanciamiento entre surcos y competencia inicial de malezas

4.5.5 MATERIA SECA TOTAL Y SUS COMPONENTES

4.5.5.1 MATERIA SECA DE HOJA (g/planta)

El Cuadro 22, muestra el análisis de varianza para la materia seca de hoja, con un coeficiente de variabilidad de 15.9%, una media de 5.3 g/planta y un R^2 de 0.94.

Al respecto se observa que existen diferencias altamente significativas entre densidad de siembra, variedades, y la interacción de los factores.

La prueba de comparación de medias de Duncan para el peso de materia seca de hoja se presenta en el Cuadro 27 y Figura 15. Se observa que la variedades La Molina 89 y Pasankalla con una densidad de siembra de 100,000 plantas/ha presentan el mayor peso de materia seca de hoja por planta con valores 10.3 y 9.5 g/planta a comparación de Pasankalla 200,000 plantas/ha, Salcedo INIA 100,000 plantas/ha, 150,000 plantas/ha, 200,000 plantas/ha y Negra Collana 100,000 plantas/ha y 200,000 plantas/ha cuyos valores 4.5 g/planta, 3.1 g/planta, 3.6 g/planta, 3.2 g/planta, 3.1 g/planta y 3.3 g/planta son similares y menores a diferencia de los otros tratamientos.

4.5.5.2 MATERIA SECA DE TALLO (g/planta)

El Cuadro 22, muestra el análisis de varianza para la materia seca de tallo, con un coeficiente de variabilidad de 12.7%, una media de 23.8 g/planta y un R^2 de 0.93. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre densidad de siembra, variedades, y la interacción de los factores.

La prueba de comparación de medias de Duncan para la materia seca de tallo se presenta en la Cuadro 28 y Figura 16. Se observa que en la variedades Pasankalla y La Molina 89 con una densidad de siembra de 100,000 plantas/ha presentan el mayor peso de materia seca de tallo por planta con valores de 37.2 g/planta y 36.6 g/planta respectivamente en comparación de los demás tratamientos.

4.5.5.3 MATERIA SECA DE PANOJA (g/planta)

El Cuadro 22, se muestra el análisis de varianza para la materia seca de panoja, con un coeficiente de variabilidad de 11.3%, una media de 49.2 g/planta y un R^2 de 0.91. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre densidad de siembra, variedades, y la interacción de los factores.

La prueba de comparación de medias de Duncan para la materia seca de panoja se presenta en la Cuadro 29 y Figura 17. Se observa que la variedad La Molina 89 con una densidad de siembra de 100,000 plantas/ha presenta el mayor peso de materia seca de panoja por planta (85.1 g/planta) a comparación de Salcedo INIA a 150,000 plantas/ha, 200,000 plantas/ha, y Negra Collana a 100,000 plantas/ha, 200,000 plantas/ha con valores de 39.2 g/planta, 38 g/planta, 37 34.8 g/planta respectivamente, los cuales son similares y menores.

4.5.5.4 MATERIA SECA TOTAL (g/planta)

El Cuadro 22, muestra el análisis de varianza para la materia seca total, con un coeficiente de variabilidad de 10 %, una media de 77.8 g/planta y un R^2 de 0.93.

Al respecto se observa que existen diferencias altamente significativas entre densidad de siembra, variedades, y la interacción de los factores.

La prueba de comparación de medias de Duncan para materia seca total se presenta en el Cuadro 30 y Figura 18. Se observa que en la variedad La Molina 89 con una densidad de siembra de 100,000 plantas/ha (126.9 g/planta) presentan el mayor peso de materia seca de panoja por planta en comparación de los demás tratamientos.

Cuadro 22. Cuadros de medios y análisis de varianza para Variables de Crecimiento en el cultivo de quinua

FV	GL	Altura de planta (cm)	Longitud de panoja (cm)	Diámetro de panoja (cm)	Área foliar (cm²/planta.)	Materia Seca Total (g/planta)	Materia seca de hojas (g/planta)	Materia seca de panoja (g/planta)	Materia seca de tallo (g/planta)
Densidad	2	268.842 ns	212.329**	64.675**	6772.621**	2022.655**	26.887**	671.006**	265.085**
Variedad	3	2446.069**	38.667 ns	33.691**	31915.193**	4730.352**	44.330**	1786.821**	635.639**
Interacción (Densidad x Variedad)	6	558.603**	38.287*	12.620**	4346.344**	717.706**	13.760**	341.613**	123.958**
TOTAL	47								
Media		159.45	58.59	15.29	115.97	77.80	5.28	49.16	23.79
CV (%)		6.73	6.22	7.68	5.91	10.02	15.93	11.34	12.65

n.s: No significativo

*($\alpha \leq 0.05$) Significativo

** ($\alpha \leq 0.01$) Altamente significativo

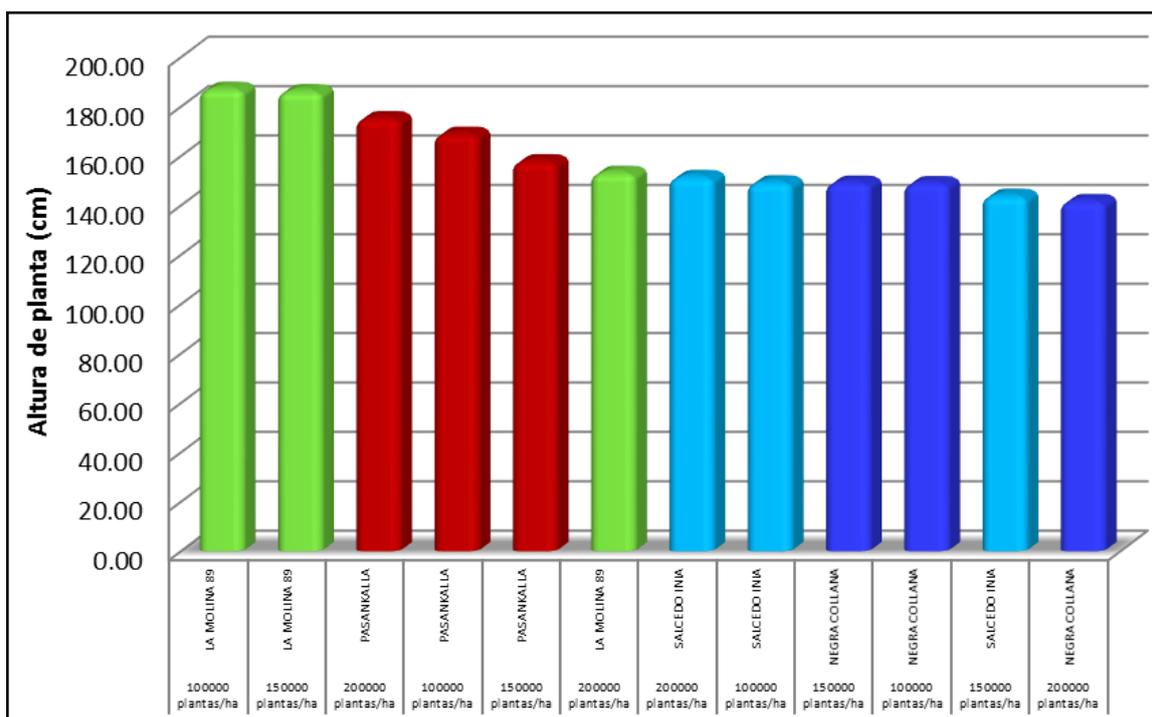


Figura 11. Comparación de la interacción de los factores para la altura de planta en el cultivo de quinua.

Cuadro 23. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para la altura de planta en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	187.2	A	132.1
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	186.2	A	131.4
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	175.3	A B	123.7
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	169.0	B C	119.2
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	157.9	C D	111.4
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	153.2	C D	108.1
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	151.5	D	106.9
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	149.3	D	105.3
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	149.2	D	105.2
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	149.0	D	105.1
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	143.9	D	101.5
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	141.8	D	100.0

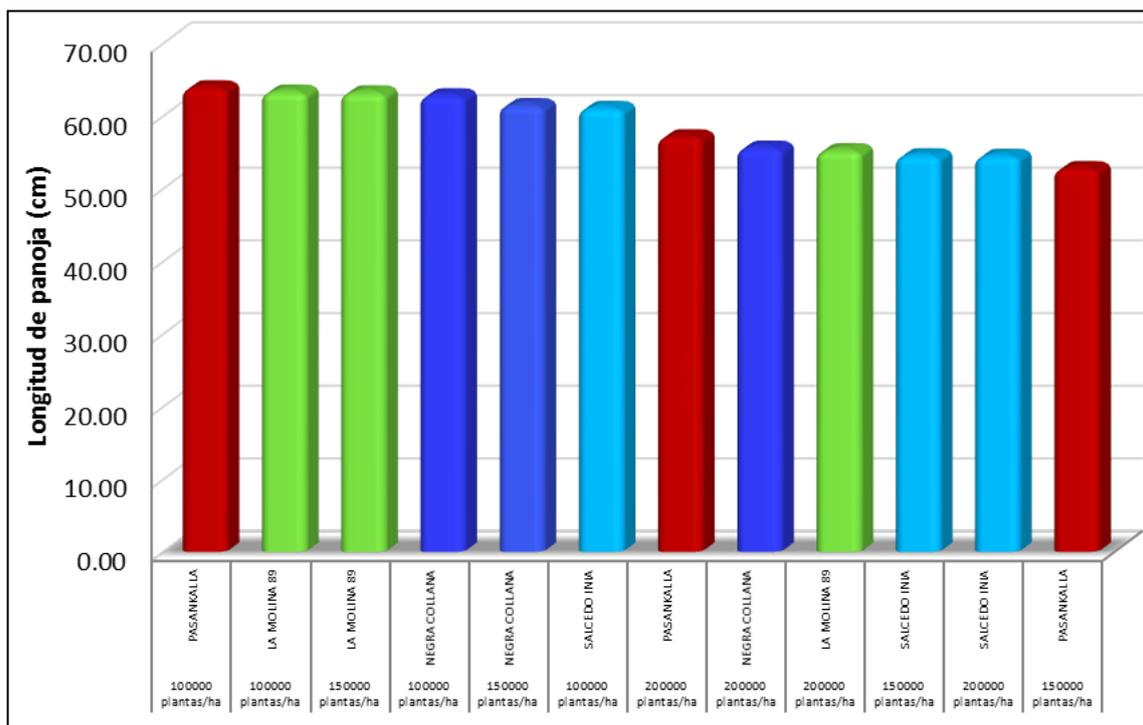


Figura 12. Comparación de la interacción de los factores para la longitud de panoja en el cultivo de quinua.

Cuadro 24. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para la longitud de panoja en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	63.9	A	121.1
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	63.3	A	120.0
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	63.2	A	119.7
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	62.8	A B	119.0
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	61.5	A B	116.4
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	61.1	A B C	115.7
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	57.2	B C D	108.3
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	55.6	C D	105.3
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	55.2	D	104.7
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	54.6	D	103.4
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	54.5	D	103.2
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	52.8	D	100.0

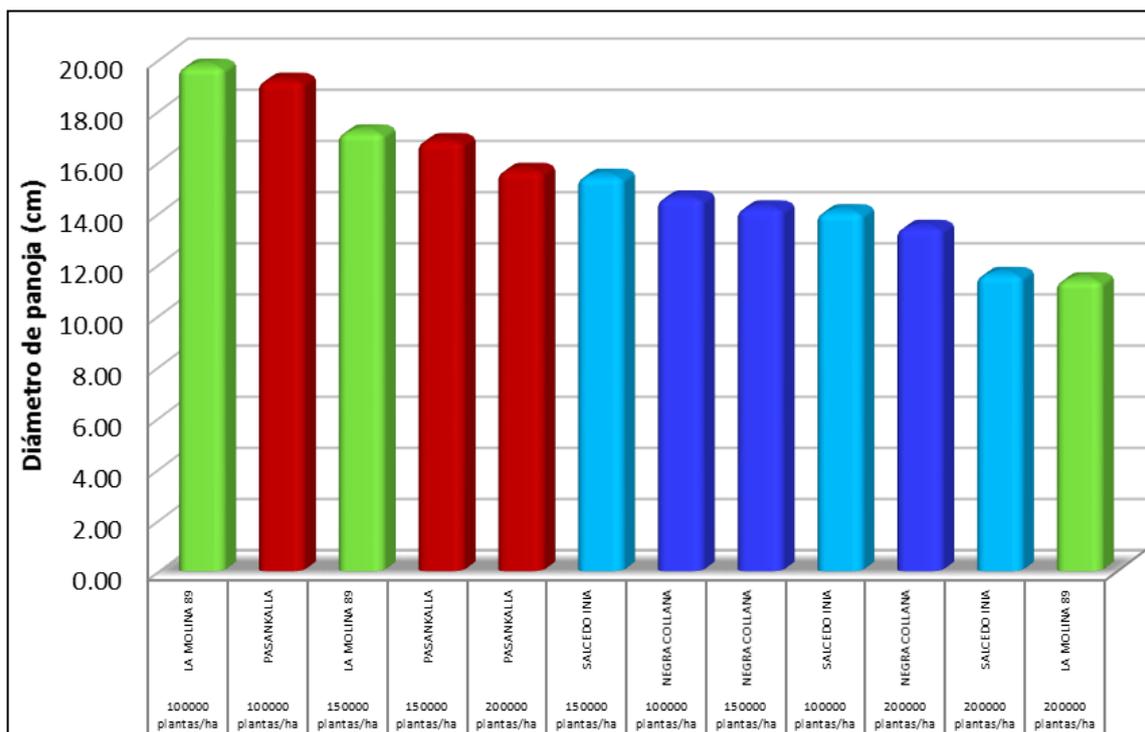


Figura 13. Comparación de la interacción de los factores para el diámetro de panoja en el cultivo de quinua.

Cuadro 25. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el diámetro de panoja en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	19.8	A	173.2
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	19.2	A	168.4
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	17.2	B	150.7
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	16.8	B	147.7
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	15.7	B C	137.5
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	15.5	B C	135.5
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	14.6	C D	128.1
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	14.2	C D	124.6
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	14.1	C D	123.3
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	13.5	D	118.0
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	11.6	E	101.8
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	11.4	E	100.0

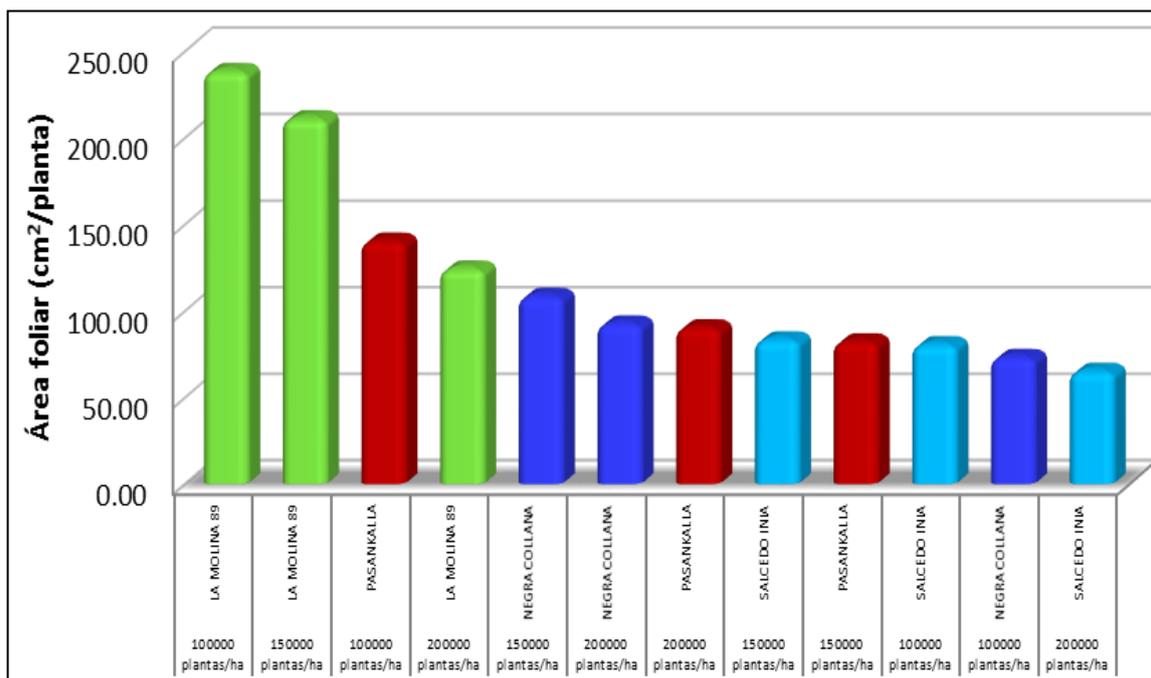


Figura 14. Comparación de la interacción de los factores para el área foliar en el cultivo de quinua.

Cuadro 26. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el área foliar en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	238.6	A	365.3
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	211.3	B	323.5
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	140.5	C	215.1
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	124.4	D	190.5
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	108.6	E	166.3
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	92.7	F	141.9
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	90.5	F G	138.5
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	83.5	F G H	127.8
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	82.3	F G H	126.1
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	80.7	G H	123.6
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	73.3	H I	112.2
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	65.3	I	100.0

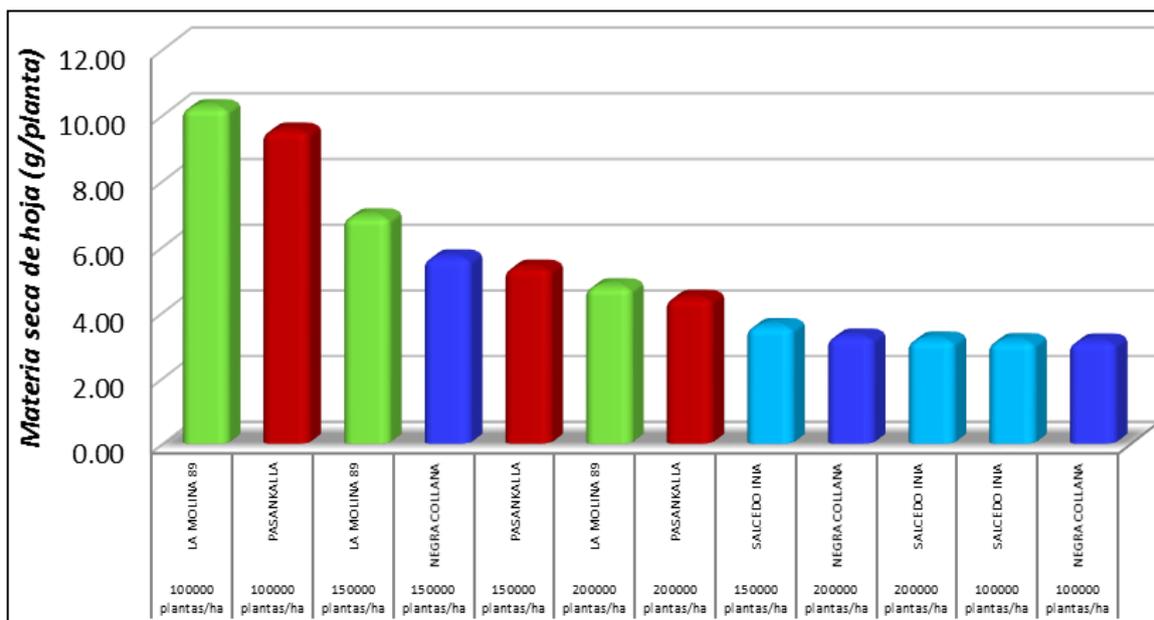


Figura 15. Comparación de la interacción de los factores para la materia seca de hoja en el cultivo de quinua.

Cuadro 27. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para materia seca de hoja en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	10.3	A	328.5
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	9.5	A	305.8
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	6.9	B	222.1
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	5.7	C	182.1
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	5.4	C	172.1
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	4.8	C D	153.8
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	4.5	C D E	142.6
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	3.6	D E	115.1
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	3.3	E	104.8
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	3.2	E	101.9
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	3.1	E	100.3
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	3.1	E	100.0

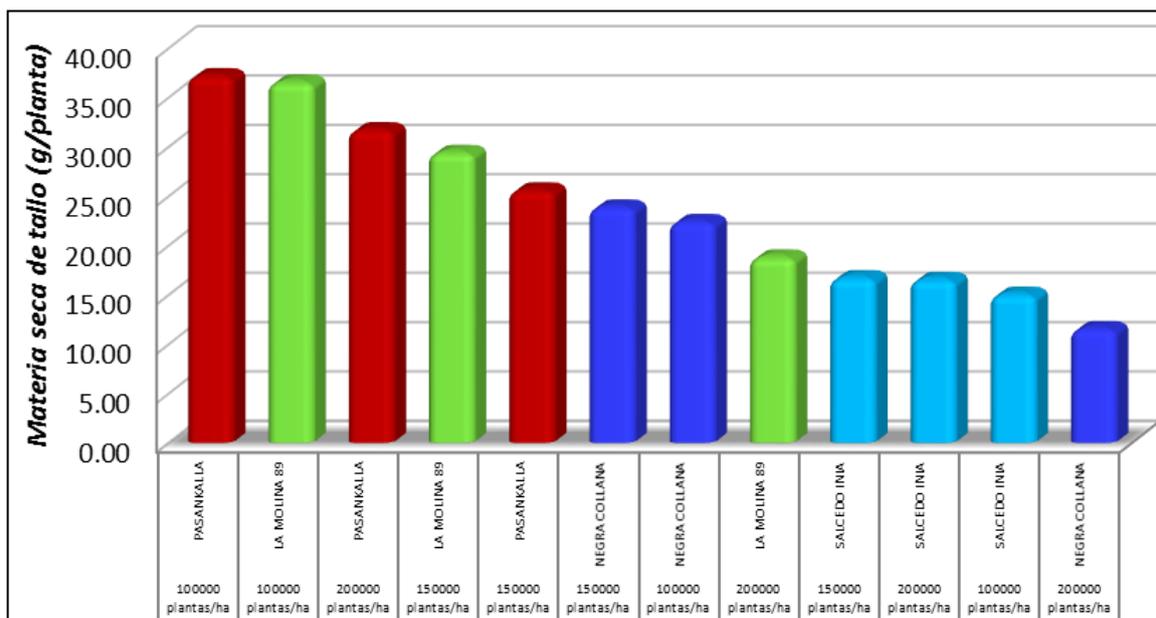


Figura 16. Comparación de la interacción de los factores para la materia seca de tallo en el cultivo de quinua.

Cuadro 28. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para materia seca de tallo en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	37.2	A	321.7
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	36.6	A	316.2
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	31.7	B	274.2
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	29.4	B C	254.5
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	25.6	C D	221.5
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	23.9	D	206.6
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	22.4	D E	193.9
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	18.8	E F	162.8
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	16.7	F	144.6
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	16.6	F	143.2
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	15.0	F G	130.1
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	11.6	G	100.0

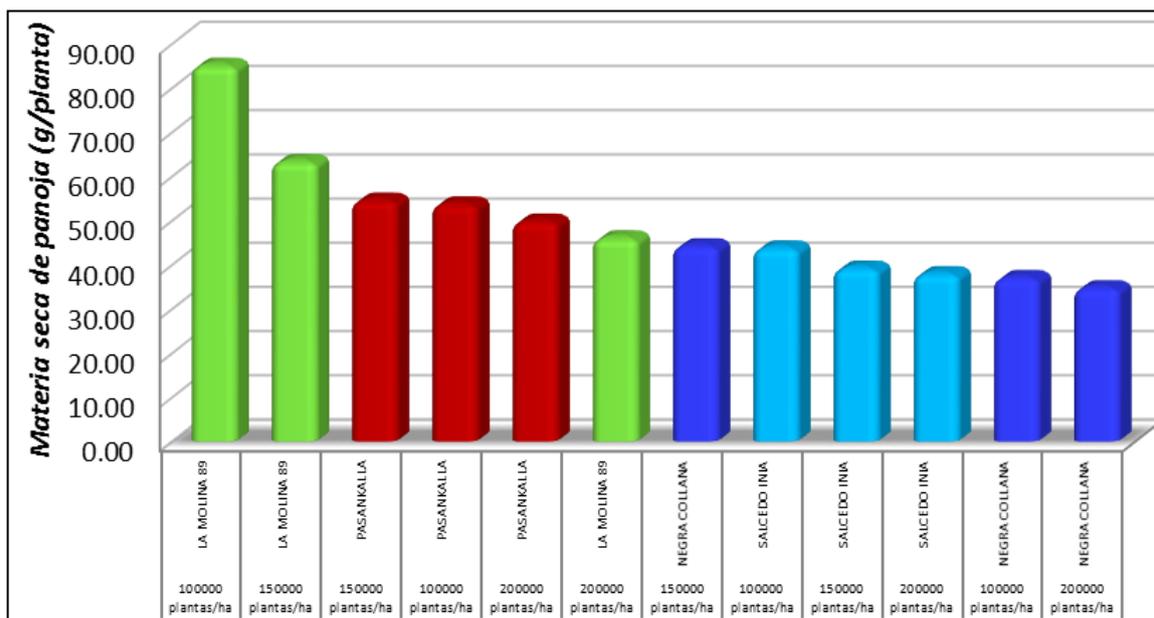


Figura 17. Comparación de la interacción de los factores para la materia seca de panoja en el cultivo de quinua.

Cuadro 29. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para materia seca de panoja en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	85.1	A	244.8
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	63.4	B	182.3
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	54.6	C	157.0
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	53.8	C	154.5
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	49.9	C D	143.3
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	46.1	C D E	132.4
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	44.3	D E	127.3
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	43.8	D E	126.0
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	39.2	E F	112.7
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	38.0	E F	109.1
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	37.1	E F	106.6
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	34.8	F	100.0

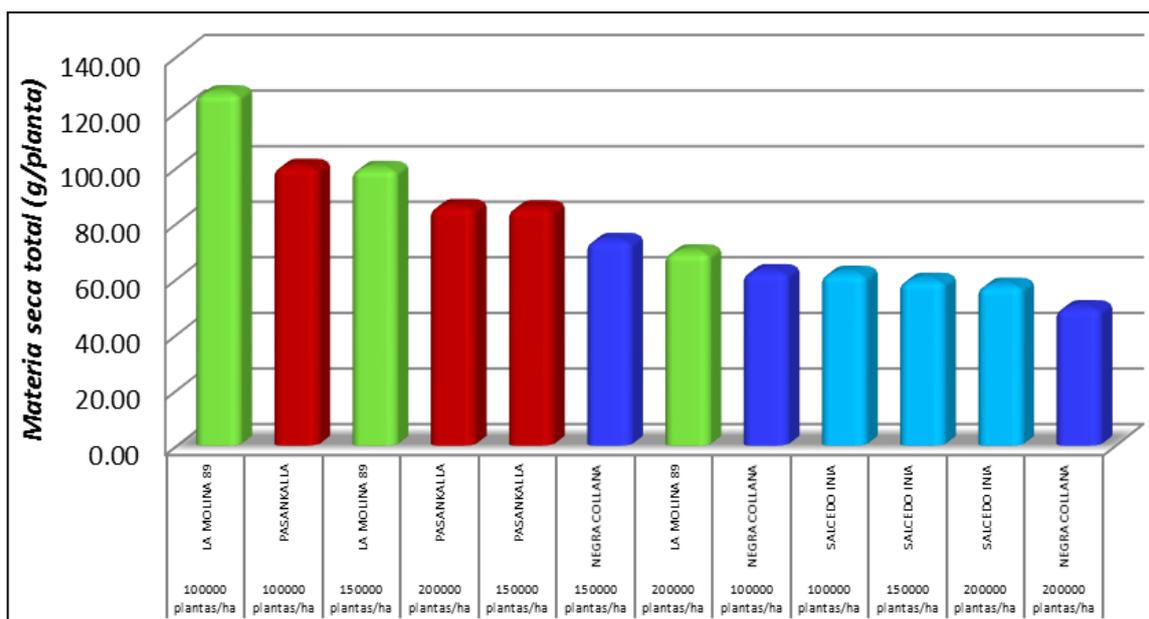


Figura 18. Comparación de la interacción de los factores para la materia seca total en el cultivo de quinua.

Cuadro 30. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para materia seca total en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	126.9	A	255.9
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	100.5	B	202.5
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	99.7	B	201.0
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	86.0	C	173.4
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	85.6	C	172.5
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	73.8	D	148.8
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	69.7	D E	140.5
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	62.6	D E	126.2
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	62.0	D E	124.9
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	59.5	E F	120.0
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	57.7	E F	116.3
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	49.6	F	100.0

4.6 COMPONENTES DE CALIDAD

4.6.1 GRANULOMETRÍA

Se ha evaluado la granulometría de una misma panoja para ver el efecto de cada variedad con su tratamiento en la proporción de los distintos tamaños de grano.

VARIEDAD LA MOLINA 89

La figura 19 muestra que la mayor proporción de granos de la Variedad La Molina 89, están en el diámetro 1.4 mm cuyos valores son 60.1%, 62.9% y 63.5% para sus tratamientos 200,000, 100,000 y 150,000, plantas/ha respectivamente.

Con estos datos y según la norma técnica peruana (NTP 205.062, 2009) que puede ser revisada en el Anexo 2, La variedad La Molina 89 tendría mayor proporción de granos medianos. León (2014) halló que esta variedad posee granos grandes a medianos y que las limitaciones hídricas durante el periodo crítico de llenado de grano repercutieron en menores diámetros de grano.

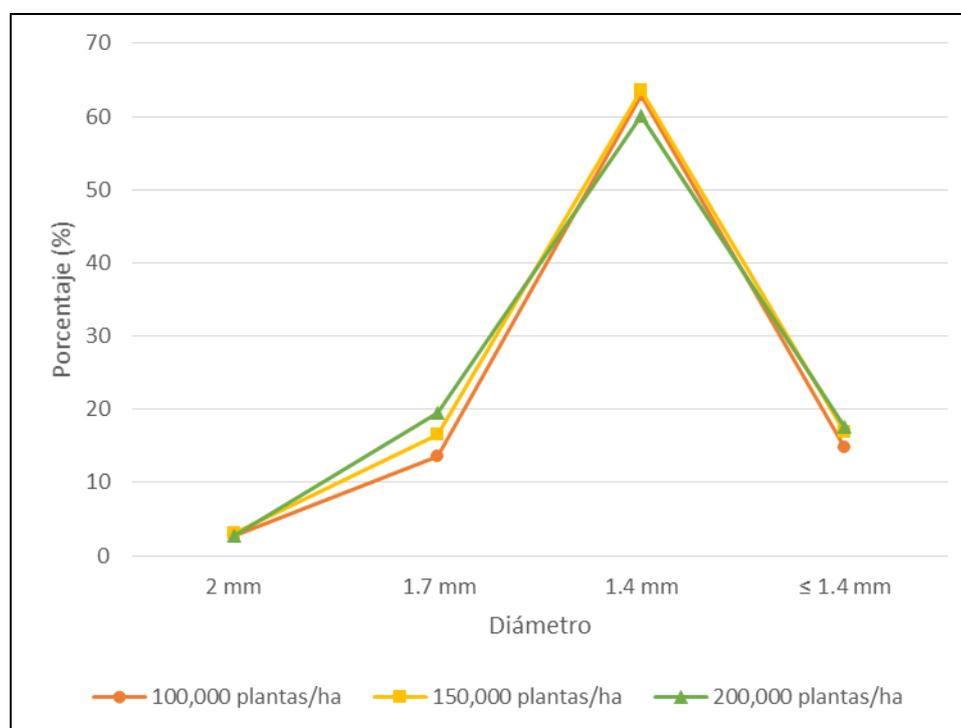


Figura 19. Proporción de diámetros de grano en el cultivo de quinua variedad La Molina 89.

VARIEDAD SALCEDO INIA

La figura 20 muestra que la mayor proporción de granos de la Variedad Salcedo INIA, están en el diámetro 1.4 mm cuyos valores son 60.0%, 52.6% y 50.4% para sus tratamientos 200,000, 100,000, 150,000 plantas/ha respectivamente.

Con estos datos y según la norma técnica peruana (NTP 205.062, 2009) que puede ser revisada en el Anexo 2, La variedad Salcedo INIA tendría mayor proporción de granos medianos.

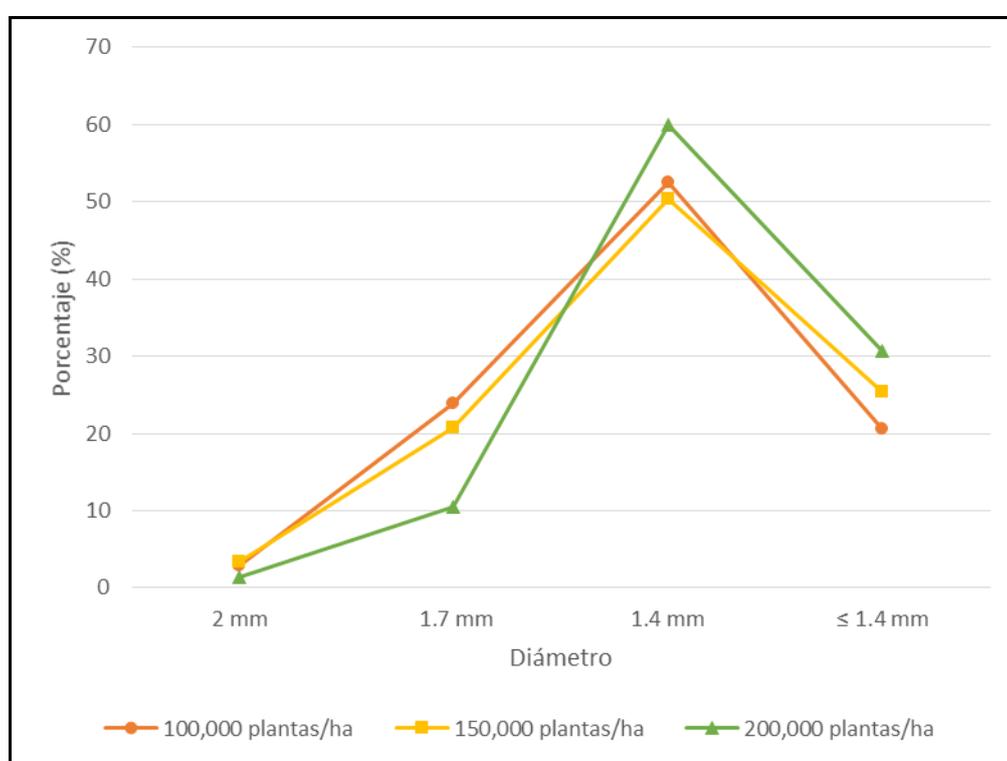


Figura 20. Proporción de diámetros de grano en el cultivo de quinua variedad Salcedo INIA.

VARIEDAD PASANKALLA

La figura 21 muestra que hay una marcada proporción de granos de la Variedad Pasankalla, de 1.4 mm diámetro con valores de 64.9%, 63.5% y 63.4% para las densidades 200,000, 150,000 y 100,000 plantas/ha respectivamente. A diferencia de los granos de 2 mm de diámetro que presentaron menor proporción de granos 3.0%, 2.2% y 2.0% para las densidades 100,000, 200,000 y 150,000 plantas/ha respectivamente.

Con estos datos y según la norma técnica peruana (NTP 205.062, 2009) que puede ser revisada en el Anexo 2, la variedad Pasankalla tendría mayor proporción de granos medianos.

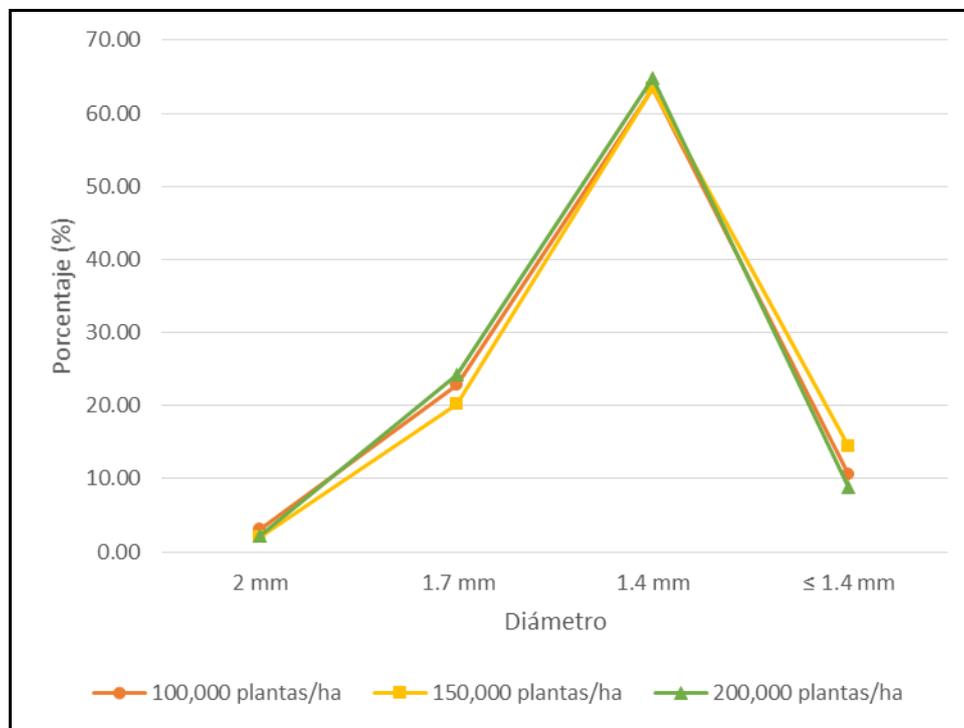


Figura 21. Proporción de diámetros de grano en el cultivo de quinua variedad Pasankalla.

VARIEDAD NEGRA COLLANA

La figura 22 muestra que la mayor proporción de granos de la Variedad Negra Collana, están comprendidos entre los diámetros 1.4 y ≤ 1.4 mm. El diámetro 1.4 mm, se obtuvo 57.6%, 54.8% y 50.3% de granos para las densidades 200,000, 150,000 y 100,000 plantas/ha respectivamente y para el diámetro ≤ 1.4 mm se obtuvieron los valores 43.2%, 39.7% y 39.6% de granos para las densidades 200,000, 150,000 y 100,000 plantas/ha respectivamente.

Con estos datos y según la norma técnica peruana (NTP 205.062, 2009) que puede ser revisada en el Anexo 2, la variedad Negra Collana tendría mayor proporción de granos medianos y pequeños.

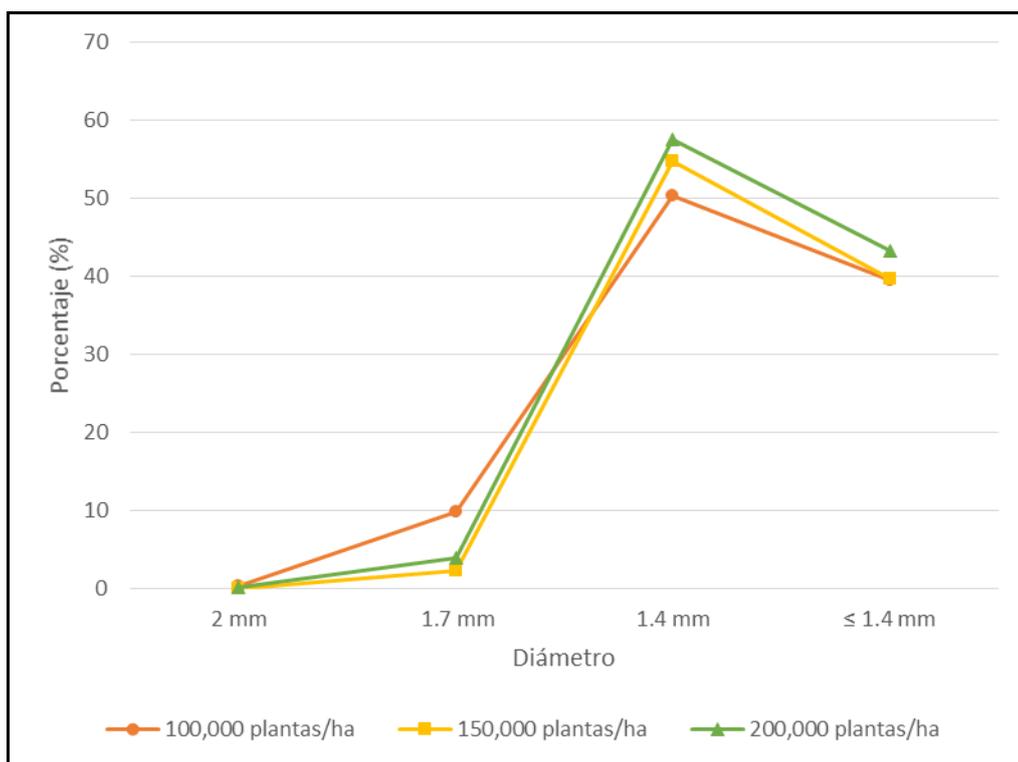


Figura 22. Proporción de diámetros de grano en el cultivo de quinua variedad Negra Collana.

4.6.2 PORCENTAJE DE PROTEÍNAS EN EL GRANO (%)

En Cuadro 31, muestra el análisis de varianza para el porcentaje de proteínas, con un coeficiente de variabilidad de 6.8%, una media de 12.7% de proteínas y un R^2 de 0.84.

Al respecto se observa que no existe diferencia estadísticas entre densidad de siembra, e interacción de los factores, sin embargo, existe diferencias altamente significativas entre variedades.

La prueba de comparación de medias de Duncan para el porcentaje de proteínas se presenta en el Cuadro 36 y Figura 23. Se observa la variedad Salcedo INIA y La Molina 89 con valores similares de 14.1% y 14.0% respectivamente presentan el mayor porcentaje de proteínas en comparación a las variedades Pasankalla y Negra Collana (11.3% y 11.4% respectivamente) cuyos valores son estadísticamente iguales.

Barnett (2005) halló que el contenido de proteína en granos de la variedad La Molina 89 fue superado por lo hallado en las variedades Rosada de Huancayo y Blanca de Hualhuas con diferencias estadísticas altamente significativas, concluyo que este fenómeno se debe al reducido tamaño de los granos de las dos últimas variedades mencionadas, observación que también ha sido reportada por Ayala *et al.*, (2001), citado por (Canahua *et al.*, 2001), quienes encontraron mayor porcentaje de proteína en semillas de menor tamaño.

Para las variedades Pasankalla y Salcedo INIA, Burín (2016) halló valores de 10.9 % y 12.71 % de proteínas. Gordon (2011) informa un contenido de proteínas de grano promedio de 11.7% y Quispe (2015) obtuvo un valor de 11.3% para la variedad Pasankalla. Respecto a esto Canahua *et al.*, (2001) nos dicen que el contenido de proteína hallado en diversas evaluaciones llevadas a cabo en Perú, es de 14 a 22%.

4.6.3 PORCENTAJE DE SAPONINAS (%)

En Cuadro 31, muestra el análisis de varianza para el porcentaje de saponinas, con un coeficiente de variabilidad de 22.2%, una media de 0.5% y un R^2 de 0.97. Se observa que no existe diferencia estadísticas entre densidad de siembra, sin embargo, existe diferencias altamente significativa entre las variedades y la interacción de los factores. La prueba de comparación de medias de Duncan para el porcentaje de saponinas se presenta en el Cuadro 37 y Figura 24. La variedad La Molina 89 presenta los mayores valores de saponinas 1.33 %, 1.31% y 1.24 % para las densidades 200,000, 150,000 y 100,000 plantas/ha respectivamente, en comparación a las variedades Salcedo INIA y Pasankalla, Negra Collana con valores promedio similares de 0.38%, 0.19% y 0.23% respectivamente. León (2014), halló para la Molina 89 un promedio de 1.4% de saponina y Burín (2016) halló para las variedades Pasankalla y Salcedo INIA valores de saponina 0.5% y 3.98%. Quispe (2015) para la variedad Pasankalla halló 0% de saponina.

El contenido de saponina de una variedad de quinua, al ser llevada a otras zonas, puede aumentar o disminuir (Conrado, 1992).

Vílchez (2013), menciona que el contenido de saponina es mayor en variedades de sabor amargo que en variedades dulces de bajo nivel de saponinas.

4.6.4 PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)

El Cuadro 31, se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de humedad en granos, con un coeficiente de variabilidad de 3.1%, una media de 10.5% y un R^2 de 0.88. Al respecto se observa que existen diferencias altamente significativas entre densidad de siembra, variedad, y la interacción de los factores.

La prueba de comparación de medias de Duncan para el porcentaje de humedad en granos se presenta en el Cuadro 38 y Figura 25. Se observa que la variedad La Molina 89, Salcedo INIA con densidades de siembra de 200,000, 150,000 y 100,000 plantas/ha, y Pasankalla a 100,000 plantas/ha presentan valores similares de 11.4%, 11.2%, 11.1%, 11.3%, 11.2%, 11.3% y 11.2% respectivamente, los cuales son mayores a comparación de la variedad Negra Collana a densidad de siembra de 100,000 plantas/ha (9.5%), 150,000 plantas/ha (7.3%) y 200,000 plantas/ha (8.8%) los cuales presentan un menor porcentaje de humedad. A nivel comercial, el contenido de humedad aceptado es de 12 por ciento (León, 2014).

Cuadro 31. Cuadrados medios y análisis de varianza para Componentes de calidad en el cultivo de quinua

FV	GL	Granos de 2 mm (%)	Granos de 1.7 mm (%)	Granos de 1.4 mm (%)	Granos de ≤ 1,4 mm (%)	Proteína (%)	Saponina (%)	Humedad (%)
Densidad	2	1.753**	42.852*	48.743*	58.738**	0.283 ns	0.003 ns	1.905 **
Variedad	3	18.476**	642.758**	314.575**	2022.303**	29.379 **	3.391 **	19.932 **
Interacción (Densidad x Variedad)	6	1.293**	89.666**	40.655**	34.304**	0.837 ns	0.087 **	1.146 **
TOTAL	47							
Media		2	15.66	58.67	23.53	12.7	0.5	10.45
CV (%)		10.17	18.39	4.23	8.0	6.78	22.23	3.14

n.s: No significativo

*($\alpha \leq 0.05$)

Significativo

** ($\alpha \leq 0.01$) Altamente significativo

Cuadro 32. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el porcentaje de granulometría de 2.0 mm. en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	3.4	A	11333.3
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	3.1	A B	10400.0
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	3.0	B C	10033.3
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	2.9	B C	9733.3
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	2.7	C	9100.0
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	2.7	C	9100.0
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	2.2	D	7200.0
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	2.0	D	6633.3
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	1.4	E	4800.0
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	0.3	F	1000.0
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	0.2	F	500.0
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	0.0	F	100.0

Cuadro 33. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para la granulometría de 1.7mm. en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	24.2	A	1076.4
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	23.9	A B	1063.1
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	22.9	A B	1018.2
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	20.7	A B C	920.9
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	20.1	A B C	895.1
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	19.5	B C	866.2
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	16.5	C D	734.2
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	13.5	D E	600.9
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	10.5	E	467.6
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	9.8	E	436.0
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	3.9	F	174.2
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	2.3	F	100.0

Cuadro 34. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el porcentaje de granulometría de 1.4 mm. en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	64.9	A	128.9
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	63.5	A B	126.3
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	63.5	A B	126.3
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	63.4	A B	126.1
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	62.9	A B	125.1
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	60.1	B C	119.5
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	60.0	B C	119.3
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	57.6	C D	114.4
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	54.8	D E	108.9
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	52.6	E F	104.5
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	50.4	F	100.3
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	50.3	F	100.0

Cuadro 35. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el porcentaje de granulometría menor de 1.4 mm. en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	43.2	A	493.0
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	39.7	B	453.1
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	39.6	B	451.5
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	30.8	C	350.7
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	25.5	D	290.2
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	20.6	E	235.0
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	17.7	F	201.5
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	16.8	F G	191.9
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	14.7	G	168.1
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	14.4	G	163.7
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	10.7	H	121.7
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	8.8	H	100.0

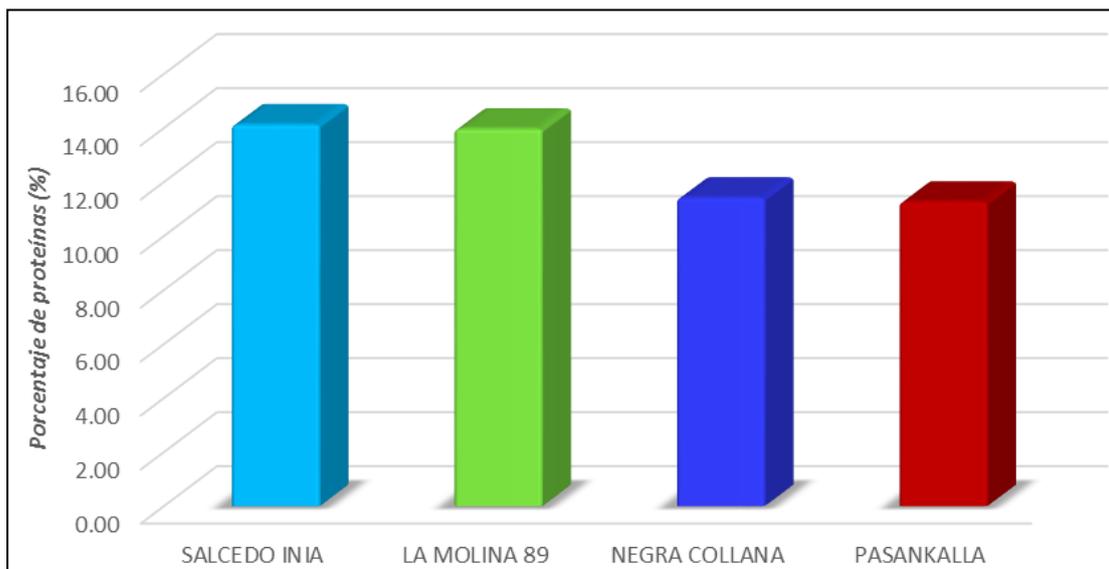


Figura 23. Comparación de las variedades para el porcentaje de proteínas en el cultivo de quinua.

Cuadro 36. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el porcentaje de proteínas en el cultivo de quinua.

VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
SALCEDO INIA	14.1	A	125.4
LA MOLINA 89	14.0	A	124.0
NEGRA COLLANA	11.4	B	101.3
PASANKALLA	11.3	B	100.0

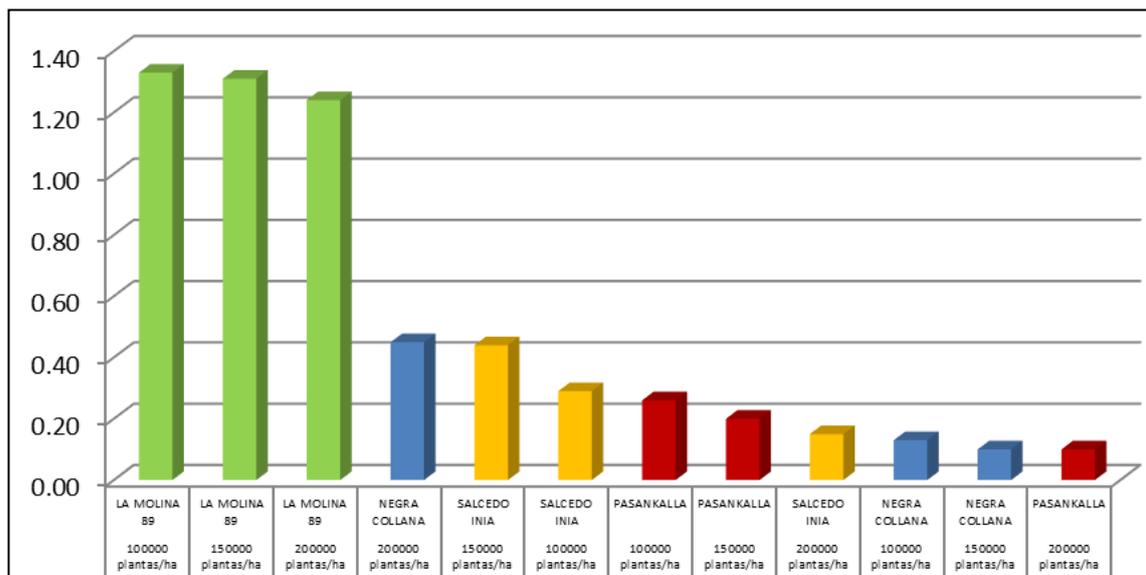


Figura 24. Comparación de las variedades para el porcentaje de saponinas en el cultivo de quinua.

Cuadro 37. Prueba de Duncan para comparación de las variedades para el porcentaje de saponinas en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
100000 plantas/ha	LA MOLINA 89	1.33	A	1330.0
150000 plantas/ha	LA MOLINA 89	1.31	A	1310.0
200000 plantas/ha	LA MOLINA 89	1.24	A	1240.0
200000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	0.45	B	450.0
150000 plantas/ha	SALCEDO INIA	0.44	B	440.0
200000 plantas/ha	SALCEDO INIA	0.42	B C	420.0
100000 plantas/ha	SALCEDO INIA	0.29	C D	290.0
100000 plantas/ha	PASANKALLA	0.26	C D	260.0
150000 plantas/ha	PASANKALLA	0.20	C D	200.0
100000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	0.13	C D	130.0
150000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	0.10	D	100.0
200000 plantas/ha	PASANKALLA	0.10	D	100.0

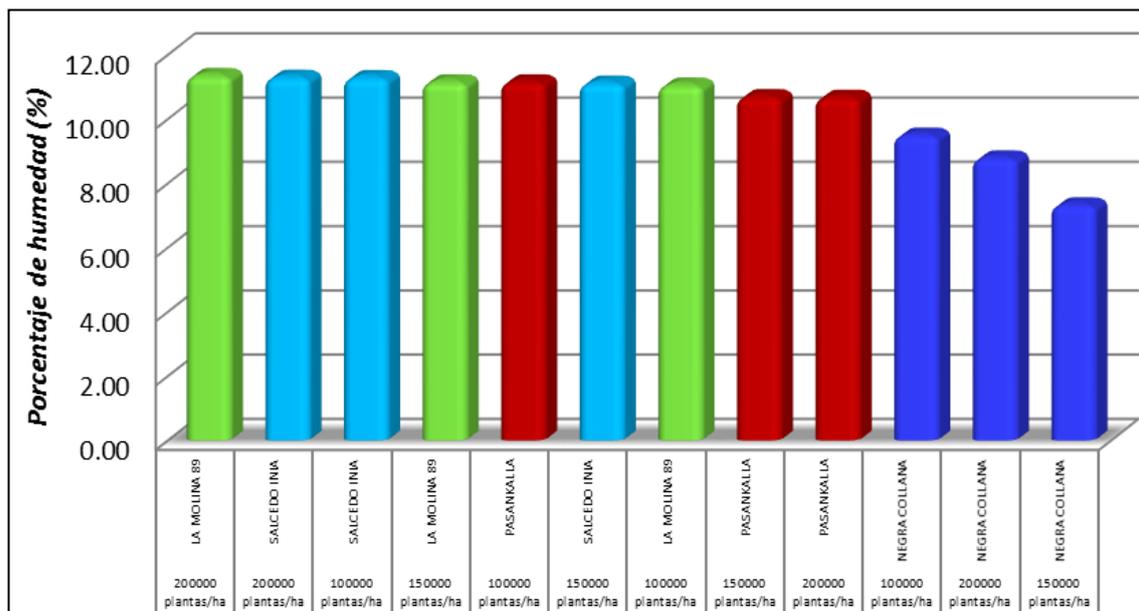


Figura 25. Comparación de la interacción de los factores para el porcentaje de humedad en granos en el cultivo de quinua.

Cuadro 38. Prueba de Duncan para comparación de la interacción de los factores para el porcentaje de humedad en granos en el cultivo de quinua.

DENSIDAD	VARIEDAD	MEDIA	SIG.	% Δ
200,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	11.4	A	155.0
200,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	11.3	A	154.2
100,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	11.3	A	153.6
150,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	11.2	A B	152.4
100,000 plantas/ha	PASANKALLA	11.2	A B	152.3
150,000 plantas/ha	SALCEDO INIA	11.1	A B	151.7
100,000 plantas/ha	LA MOLINA 89	11.1	A B	150.9
150,000 plantas/ha	PASANKALLA	10.7	B	146.0
200,000 plantas/ha	PASANKALLA	10.7	B	145.7
100,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	9.5	C	129.6
200,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	8.8	D	119.9
150,000 plantas/ha	NEGRA COLLANA	7.3	E	100.0

4.7 ANÁLISIS AGRO - ECONÓMICO

El Cuadro 39, presenta los resultados del análisis económico de las cuatro variedades de quinua en estudio bajo la modalidad de riego por goteo.

La variedad La Molina 89 tiene para todos sus densidades de siembra evaluadas Índices de Rentabilidad (IR) positivos, con un valor Bruto de producción promedio de 24861 soles/ha. Se puede apreciar que las variedades Salcedo INIA, Pasankalla y Negra Collana presentan una alta inversión y una utilidad neta menor por lo que los Índices de Rentabilidad son muy negativos para todas las densidades de siembra evaluadas, por lo tanto no es rentable con ninguno de las densidades en estudio y se traduce en pérdidas económicas.

Cuadro 39. Análisis agro - económico para el cultivo de quinua.

Var.	Plantas/ha	Rendimiento (Kg/ha)	Valor bruto de la Producción (S/.)	Costo total de la Producción (S/)	Utilidad Neta (S/)	Índice de Rentabilidad (%)
LA MOLINA 89	100 000	3683	20257	11325	8933	78.9
	150 000	4589	25237	11416	13821	121.1
	200 000	5289	29088	11508	17580	152.8
	PROMEDIO	4520	24861	11416	13444	117.6
SALCEDO INIA	100 000	1048	5761	11325	-5563	-49.1
	150 000	1175	6461	11416	-4955	-43.4
	200 000	1492	8203	11508	-3304	-28.7
	PROMEDIO	1238	6809	11416	-4608	-40.4
PASANKALLA	100 000	444	2443	11325	-8881	-78.4
	150 000	513	2821	11416	-8595	-75.3
	200 000	790	4345	11508	-7163	-62.2
	PROMEDIO	582	3203	11416	-8213	-72.0
NEGRA COLLANA	100 000	499	2747	11325	-8578	-75.7
	150 000	564	3102	11416	-8315	-72.8
	200 000	757	4164	11508	-7343	-63.8
	PROMEDIO	607	3338	11416	-8079	-70.8

Precio unitario: 5.5 soles/k

V. CONCLUSIONES

OBJETIVO 1

- Los efectos de interacción entre variedades de quinua y densidades de siembra son altamente significativos para el rendimiento comercial, rendimiento por panoja y el peso de mil granos.

- El mayor rendimiento comercial de quinua se presenta con la variedad La Molina 89 a la densidad de 200,000 plantas/ha con 5,288 kg/ha de grano quinua, y el rendimiento menor en la variedad Pasankalla a la densidad de 100,000 plantas/ha con 444 kg/ha, similar a la variedad Negra Collana, con diferencias porcentuales de 1,190%. Asimismo, Salcedo INIA, con rendimientos de 1,491 kg/ha presenta diferencias del 354.6% respecto de La Molina 89, pero supera en 259.3% a Pasankalla y Negra Collana.

- Las variables de crecimiento altura de planta, diámetro de panoja, área foliar, materia seca y sus componentes hojas, tallos y panoja presentaron efectos de interacción, Variedad x Densidad altamente significativos. Solo la longitud de panoja presentó diferencias significativas para la interacción de factores. La Molina 89 a la densidad de 100,000 plantas/ha presentó el mayor diámetro de panoja, la mayor altura de planta, la mayor área foliar y la mayor materia seca total, a diferencia de Salcedo INIA, Pasankalla y Negra Collana que presentaron los menor valores a 200,000 plantas/ha.

- Los componentes de calidad, humedad de grano, porcentaje de saponinas y granulometría presentaron efecto altamente significativos para la interacción Variedad x Densidad. En cambio, el porcentaje de proteínas solo presenta alta significación estadística para Variedades de Quinua. Pasankalla se caracteriza por presentar el mayor porcentaje de granos de 1.4 mm. El menor valor caracteriza a Negra Collana. Asimismo, los mayores valores en el porcentaje de proteínas caracterizo a la variedad Salcedo INIA (14.1%) y a La Molina 89 (14.0%). Los menores porcentajes en Pasankalla (11.3%) y Negra Collana (11.4%).

OBJETIVO 2

- La Molina 89 presentó la más elevada eficiencia de uso de agua (EUA) con 0.88 kg de grano quinua por m³ de agua aplicado y las variedades Negra Collana y Pasankalla el menor Índice de cosecha (IC) con 8.7 % y 8.9 % respectivamente. En general, se presentó un bajo índice de área foliar (IAF) de 0.48 m²/m² y un alto coeficiente de transpiración (CT) 440.2 l/kg.

OBJETIVO 3

- El análisis agroeconómico presenta que el mayor el índice de rentabilidad (IR) de La Molina 89 es para la densidades de 200,000 plantas/ha. Para las variedades Salcedo INIA, Pasankalla y Negra Collana sus índices de rentabilidad fueron negativos.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir realizando investigaciones con mayores densidades de siembra por metro cuadrado en distintas partes del Perú.
- Probar nuevas variedades de quinua para evaluar su rendimiento, calidad y adaptaciones en la Costa.
- Se recomienda utilizar semillas de calidad genética.
- Realizar estudios de tipos de siembra directa y trasplante.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS

Apaza, A., Cáceres, G., Estrada, R. y Pinedo R. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Primera Edición. Lima – Perú.

Apaza, W. 1995. Efecto de densidad y niveles de fertilidad en el rendimiento de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Costa Central. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.

Apaza, V. 2006. Producción de quinua de calidad. Editado por el INIA. Impreso en Puno. pp 2, 5,6.

Ayala, G., Ortega L. y Morón C. 2001. Valor nutritivo y usos de la quinua. En Food and Agriculture Organization (FAO), “Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro”, Cap. VII. Versión 1.0 en CD ROM. Santiago, Chile. pp.31

Barnett, A. 2005. Efectos de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo riego por goteo. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.

Blanco, C. 1969. La Quinua; Como se debe cultivar. Universidad Técnica de Oruro. Bolivia.

Burgasi, G., Pavon, J. y Von Rutte, S. 1990. Cultivo comercial, In: Quinua hacia un cultivo comercial. Latinreco S.A. Quito-Ecuador.

Burín, Y. 2016. Rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo tres láminas de riego por goteo. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.

Cárdenas, M. 1944. Descripción preliminar de las variedades de *Chenopodium quinoa* de Bolivia. Revista de Agricultura. Universidad Mayor San Simón de Cochabamba (Bol.) Vol. 2, No. 2, pp 13-26.

Canahua, A., A. Mujica y R. Saravia 2001. Agronomía del cultivo de la quinua. En Food and Agriculture Organization (FAO), “Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro”, Cap. II. Versión 1.0 en CD ROM. Santiago, Chile. pp.18

Coila, J., Quispe, P. y Mujica, A. 2001. Aspectos Económicos de la Producción de Quinua. En: Food and Agriculture Organization (FAO), “Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del presente y Futuro, Cap. X. Versión 1.0 en CD ROM. Santiago, Chile. pp.24

Conrado, E. 1992. Elaboración de un concentrado proteico de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis para obtener el Grado de Magister Scientiae. UNALM. Lima, Perú.

Domínguez, T. 1993. Situación actual y perspectivas del riego. México

Estrada, R. 2013. Cultivo de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la región Cusco. Recopilación de las experiencias de investigación en granos andinos desarrollados por el INIA. Cusco – Perú.

Gestión, 2016. “Perú se consolidó como primer exportador de quinua a nivel mundial.” Original de Internet:

<http://gestion.pe/economia/peru-se-consolido-como-primer-exportador-quinua-nivel-mundial-2156129>

Gómez, L. 2004. La Quinua. Original en internet

<http://www.samconet.com/productos/producto44/descripciom44.htm>

Gómez, L., Aguilar, E., 2013. Manual de cultivo de la quinua. Programa de Investigación y Proyección Social de Cereales y Granos Nativos, Facultad de Agronomía, La Molina. Lima- Perú.

Gonzales, L. 2001, Efecto de la fertilización nitrogenada-potásica y de la aplicación de microelementos en el rendimiento del cultivo de pepinillo (*Cucumissativus* L.) para encurtido cv. Nacional Pickling, bajo R.L.A.F.: Goteo. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.

González, J, Konishi, Y, Bruno, M, Valoya, M. & Pradoc, F. 2012. Interrelationships among seed yield, total protein and amino acid composition of ten quinoa (*Chenopodium quinoa*) cultivars from two different agroecological regions. Journal of the Science of Food and Agriculture 92:1222-1229.

Gordon, A. 2011. Sistemas de cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus efectos en el rendimiento y calidad en condiciones de verano en la Molina. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Peru 120 páginas

Heisser, C. y D. Nelson. 1974. On the origin of the cultivated chenopods (*Chenopodium*). Genetic 78: 503-505.

Hurtado, L. 2003, Manejo y Conservación del Suelo Fundamentos y Practicas. PRONAMACHCS. Lima, Perú.

Jacobsen, S. & Risi, J. 2001. Distribución geográfica de la quinua fuera de los países andinos. En: Food and Agriculture Organization (FAO), “Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral cultivo Andino, alimento del presente y futuro”, cap. III Versión 1.0. Santiago, Chile. En CD ROM.

Koziol, M. 1992. Chemical composition and nutritional value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Journal of Food Composition and Analysis 5, 35–68

León, R. 2014. Respuesta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) línea mutante ‘la molina 89-77’ a tres regímenes de riego, en condiciones de la molina. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.

León, J. 2003. Cultivo de la Quinua en descripción, manejo y producción. Puno-Perú. Pg. 24,27.

Lescano, J. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos: quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa Interinstitucional de Waru Waru, Convenio INADE/PELT - COTESU. 459 p.

Mori, A. 2015. Efecto de cinco láminas de riego en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), mediante riego por goteo. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.

Mujica, A. 1992. Granos y leguminosas andinas. In: J. Hernández, J. Bermejo y J. León (eds). Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, Roma. pp 129-146.

Mujica, A. 1993, Cultivo de Quinua. INIA-DGIA. Serie Manual N° 11-93 Lima, Perú.

Mujica, A. 1997. Cultivo de quinua. Editado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Impreso en Lima. pp. 9 – 18, 27 – 30, 35-38, 51, 61, 64-80, 108.

Mujica, A.; Canahua, A & Saravia, R. 2001^a. Agronomía del cultivo de la Quinua. En: Food and Agriculture Organization (FAO), “Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral cultivo Andino, alimento del presente y futuro”, cap. II Versión 1.0. Santiago, Chile. En CD ROM.

Mujica, A.; Izquierdo, J. & Marathee, J. 2001^b. Origen y descripción de la Quinua. En: Food and Agriculture Organization (FAO), “Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral cultivo Andino, alimento del presente y futuro”, cap. I Versión 1.0, Santiago, Chile. En CD ROM.

Ortiz, L. 1974. Avances en la investigación agrícola en Puno. Ministerio de Agricultura, Zona XII, Puno, Perú. Vol. N°3

Ortiz, R., Danielsen, S., Ames, T. y Castro, A. 2001. Plagas y Enfermedades. En: Food and Agriculture Organization (FAO), “Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro”, Cap V. Versión 1.0 en CD ROM. Santiago, Chile. pp.17.

Quillatupa, C. 2009. Caracterización de las fases fenológicas, determinación de unidades de calor y rendimiento de 16 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en condiciones de la Molina. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú. 158p

Quispe, L., 2015. Evaluación del potencial de rendimiento y calidad de líneas mutantes de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) var. Pasankalla en condiciones de Costa Central. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú. 89p.

Rea, J., M. Tapia, A. Mujica. 1979. Prácticas agronómicas In: Quinua y Kañiwua. Cultivos Andinos. (M.E. Tapia ed) Serie de libros y Materiales educativos N° 49, pp 83-120. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Bogotá, Colombia. Bogotá – Colombia.

Risi, J. 1991. La Investigación de la quinua en Puno. In: L. Arguelles y R. Estrada (eds) Perspectivas de la investigación agropecuaria para el Altiplano. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Proyecto de Investigación en Sistemas Agropecuarios Andinos. Convenio ACDI-CIID-INIAA. Lima, Perú. pp 209-258.

Rivero, L. 1985. Efecto del distanciamiento entre surcos y entre plantas sobre el rendimiento y otros caracteres de dos ecotipos de Quinua (*Chenopodium quinoa* W.) bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada. Tesis Mg. Sc. Lima, UNALM. 40p.

Sistema Integrado de Estadísticas Agraria (SIEA) 2015. Estadística Agraria mensual. Original en Internet:

http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/boletineselectronicos/estadisticaagrariamensual/2015/bemsa_enero15-final.pdf

Tapia, M. 1982. El medio, los cultivos y los sistemas agrícolas de los andes del sur del Perú. Proyecto PISCA IICA/CIID. 79 pp.

Tapia, M. 1990. Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIAA – FAO, Oficina para América Latina y El Caribe, Santiago de Chile.

Tapia, M. 1997. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. 2^{da} Edición. Food and Agriculture Organization (FAO). Santiago, Chile.

Tapia, T. 2003. Influencia de dos tecnologías de cultivo en la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Costa. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en la especialidad de Producción Agrícola. UNALM Lima- Perú.

Tapia, M., Sánchez, I., Morón., C., Ayala, G., Fries, A. y Bacigalupo, A. 2000. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. FAO. Segunda Edición. Santiago – Chile. 170 paginas.

Timaná, G. 1992. Dosis y momento de aplicación de Cycocel y su efecto frente a niveles crecientes de nitrógeno en el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú.

Vilchez, C. 2003. Physical properties of quinoa sedes. Bioystems Engineering. Pag 59-65

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. Área del experimento



FUENTE: Google Earth Maps (2017)

ANEXO 2. Norma técnica NTP 205.062 2009/INDECOPI-CNB publicado en julio del 2009 que regula los estándares de calidad de la quinua, tomado de Estrada 2013.

Tabla 1: Determinación del tamaño de los granos de quinua en función de diámetro promedio

Tamaño de los granos	Diámetro promedio de los granos expresado en mm	Malla
Extra grande	mayor a 2.0	85% retenido en la malla ASTM 10
Grandes	mayor a 1.70 hasta 2.00	85% retenido en la malla ASTM 12
Medianos	mayor a 1.40 hasta 1.69	85% retenido en la malla ASTM 14
Pequeños	menor a 1.40	85% que pasa por la malla ASTM 14

ANEXO 3. Fotografías del cultivo de quinua durante su crecimiento y desarrollo.



Fotografía 1: Campo experimental a los 38 días después de la siembra, distribuidos según su tratamiento



Fotografía 2: Ejemplo de codificación de los tratamientos (Densidad 1, Var. Pasankalla, Repetición 2)



Fotografía 3: Campo experimental antes de la cosecha



Fotografía 4: Secado de Plantas

ANEXO 4. Análisis estadístico para el rendimiento de grano (kg/ha)

Densidad 1: 100000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	3547.6	3145.1	4182.7	3857.3	3683.2	829.0
Salcedo INIA	1064.3	1027.7	1046.1	1052.0	1047.5	235.8
Pasankalla	453.3	440.3	432.3	451.2	444.3	100.0
Negra Collana	501.1	489.6	513.1	493.9	499.4	112.4

829.0

Densidad 2: 150000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	3833.6	5197.6	5569.1	3753.9	4588.5	894.6
Salcedo INIA	1225.9	1158.1	1136.0	1179.2	1174.8	229.0
Pasankalla	519.5	508.5	513.9	509.9	512.9	100.0
Negra Collana	549.1	583.7	557.3	565.6	563.9	109.9

Densidad 3: 200000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	5137.3	5216.5	5277.3	5523.7	5288.7	698.5
Salcedo INIA	1508.3	1474.9	1498.1	1484.8	1491.5	197.0
Pasankalla	790.7	780.0	795.5	794.1	790.1	104.3
Negra Collana	754.3	770.7	752.5	751.2	757.2	100.0

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	3683.2	4588.5	5288.7	4520.1
Salcedo INIA	1047.5	1174.8	1491.5	1238.0
Pasankalla	444.3	512.9	790.1	582.4
Negra Collana	499.4	563.9	757.2	606.8
Promedio	1418.6	1710.1	2081.9	1736.8

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	262462.25	87487.417	0.948	0.431	NS
DENSIDAD	2	3536807.19	1768403.597	19.159	0.000	NS
Error A	6	523162.96	87193.827	0.945	0.480	
VARIEDAD	3	127262976.61	42420992.204	459.597	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	2477195.85	412865.975	4.473	0.003	**
Error B	27	2492111.47	92300.425			
TOTAL	47	136554716.33				

Coef. Var: 17.49

MEDIA: 1736.84 kg/ha

R²: 0.98

ANEXO 5. Análisis estadístico para los componentes de rendimiento

1. NUMERO DE PLANTAS POR m²

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	9.6	9.6	9.1	9.9	9.5	102.1
Salcedo INIA	9.6	9.3	10.4	9.6	9.7	104.3
Pasankalla	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	100.0
Negra Collana	9.9	10.1	9.9	9.9	9.9	106.4

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	14.7	15.2	14.1	14.7	14.7	100.0
Salcedo INIA	14.9	14.4	14.9	14.9	14.8	100.9
Pasankalla	14.4	15.2	15.5	14.9	15.0	102.3
Negra Collana	14.7	14.9	15.2	14.7	14.9	101.4

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	19.7	19.5	20.0	19.9	19.8	100.0
Salcedo INIA	19.5	19.7	19.7	20.3	19.8	100.1
Pasankalla	20.0	19.7	19.7	20.3	19.9	100.8
Negra Collana	19.7	20.0	20.0	19.7	19.9	100.5

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	9.5	14.7	19.8	14.7
Salcedo INIA	9.7	14.8	19.8	14.8
Pasankalla	9.3	15.0	19.9	14.8
Negra Collana	9.9	14.9	19.9	14.9
Promedio	9.6	14.8	19.8	14.8

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	0.217	0.072	0.664	0.581	NS
DENSIDAD	2	834.049	417.025	3836.186	0.000	**
Error A	6	0.254	0.042	0.390	0.879	
VARIEDAD	3	0.321	0.107	0.985	0.414	NS
DENSIDAD*VARIEDAD	6	0.780	0.130	1.195	0.339	NS
Error B	27	2.935	0.109			
TOTAL	47	838.556				

Coef. Var: 2.23 MEDIA: 14.77plantas/ha R²: 0.99

2. RENDIMIENTO DE GRANO POR PANOJA (g)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	85.6	86.0	98.7	82.2	88.1	817.3
Salcedo INIA	21.7	20.4	20.5	18.1	20.2	187.1
Pasankalla	14.3	15.3	17.7	16.3	15.9	147.5
Negra Collana	12.4	9.0	10.7	11.1	10.8	100.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	82.9	75.9	64.1	86.7	77.4	1574.8
Salcedo INIA	10.3	14.0	12.3	14.4	12.8	259.4
Pasankalla	4.8	5.4	3.1	6.4	4.9	100.0
Negra Collana	5.3	6.4	4.4	5.5	5.4	110.2

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	45.5	67.7	47.7	66.5	56.9	983.6
Salcedo INIA	12.1	12.7	11.1	13.5	12.3	213.6
Pasankalla	5.4	4.2	6.9	6.6	5.8	100.0
Negra Collana	5.9	6.4	5.5	6.0	6.0	103.2

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	88.1	77.4	56.9	74.1
Salcedo INIA	20.2	12.8	12.3	15.1
Pasankalla	15.9	4.9	5.8	8.9
Negra Collana	10.8	5.4	6.0	7.4
Promedio	33.7	25.1	20.2	26.4

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	52.690	17.564	0.747	0.533	NS
DENSIDAD	2	1496.450	748.225	31.835	0.000	NS
Error A	6	233.210	38.869	1.654	0.171	
VARIEDAD	3	36906.910	12302.304	523.424	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	1047.010	174.502	7.425	0.000	**
Error B	27	634.600	23.504			
TOTAL	47	40370.870				

Coef. Var.: 18.38%

MEDIA: 26.37g/panoja

R²: 0.98

3. PESO DE MIL GRANOS (g)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	1.85	1.92	2.32	2.38	2.12	128.95
Salcedo INIA	2.44	2.01	2.12	2.10	2.17	132.04
Pasankalla	2.24	2.04	2.02	2.15	2.11	101.29
Negra Collana	2.00	1.12	1.54	1.91	1.64	100.00

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	2.33	2.47	2.29	2.19	2.32	182.11
Salcedo INIA	1.87	2.52	2.21	2.38	2.25	176.31
Pasankalla	1.86	1.97	1.78	1.70	1.83	143.34
Negra Collana	1.21	1.39	1.26	1.24	1.27	100

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	2.37	2.46	2.12	2.38	2.33	172.70
Salcedo INIA	2.18	1.84	1.89	1.81	1.93	143.11
Pasankalla	1.97	1.79	1.80	1.95	1.88	139.16
Negra Collana	1.28	1.48	1.37	1.27	1.35	100

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	2.12	2.32	2.33	2.26
Salcedo INIA	2.17	2.25	1.93	2.11
Pasankalla	2.11	1.83	1.88	1.94
Negra Collana	1.64	1.27	1.35	1.42
Promedio	2.01	1.92	1.87	1.93

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	0.041	0.014	0.453	0.717	NS
DENSIDAD	2	0.158	0.079	2.603	0.093	NS
Error A	6	0.525	0.088	2.890	0.026	
VARIEDAD	3	4.779	1.593	52.623	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	0.661	0.110	3.641	0.009	**
Error B	27	0.041	0.030			
TOTAL	47	6.981				

Coef. Var.: 9.00%

MEDIA:

1.93 g /1000 granos

R²: 0.88

ANEXO 6. Análisis estadístico para las variables de crecimiento

1. ALTURA DE PLANTA (cm)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	185.6	198.4	177.6	187.2	187.2	125.6
Salcedo INIA	148.8	149.2	158.2	141.0	149.3	100.2
Pasankalla	172.4	163.6	181.4	158.6	169.0	113.4
Negra Collana	147.8	142.8	153.2	152.2	149.0	100.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	186.2	197.4	178.3	183.0	186.2	129.4
Salcedo INIA	141.8	148.6	146.4	138.8	143.9	100.0
Pasankalla	152.3	165.0	164.4	149.8	157.9	109.7
Negra Collana	158.0	146.6	151.7	140.4	149.2	103.7

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	157.3	151.4	134.6	169.4	153.2	108.1
Salcedo INIA	160.8	143.8	169.0	132.4	151.5	106.9
Pasankalla	160.0	186.0	185.8	169.4	175.3	123.7
Negra Collana	141.0	131.0	141.4	153.6	141.8	100.0

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	187.2	186.2	153.2	175.5
Salcedo INIA	149.3	143.9	151.5	148.2
Pasankalla	169.0	157.9	175.3	167.4
Negra Collana	149.0	149.2	141.8	146.6
Promedio	163.6	159.3	155.4	159.4

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	194.987	64.996	0.564	0.644	NS
DENSIDAD	2	537.683	268.842	2.332	0.116	NS
Error A	6	241.702	40.284	0.349	0.904	
VARIEDAD	3	7338.206	2446.069	21.216	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	3351.618	558.603	4.845	0.002	**
Error B	27	3112.916	115.293			
TOTAL	47	14777.111				

Coef. Var.: 6.73 MEDIA: 159.45 cm R²: 0.79

2. LONGITUD DE PANOJA (cm)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	66.2	63.5	63.4	60.2	63.3	103.7
Salcedo INIA	58.2	62.1	66.0	58.0	61.1	100.0
Pasankalla	61.8	61.6	66.0	66.2	63.9	104.6
Negra Collana	63.2	65.0	61.0	62.0	62.8	102.8

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	63.6	69.4	59.8	60.0	63.2	119.8
Salcedo INIA	55.6	55.4	54.4	52.8	54.6	103.4
Pasankalla	53.5	52.2	53.0	52.4	52.8	100.0
Negra Collana	63.8	61.6	59.6	60.8	61.5	116.4

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	57.0	52.0	58.0	54.0	55.2	101.4
Salcedo INIA	64.5	62.0	45.8	45.6	54.5	100.0
Pasankalla	59.4	58.0	57.8	53.4	57.2	104.9
Negra Collana	58.0	55.6	51.6	57.2	55.6	102.1

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	63.3	63.2	55.2	60.6
Salcedo INIA	61.1	54.6	54.5	56.7
Pasankalla	63.9	52.8	57.2	57.9
Negra Collana	62.8	61.5	55.6	60.0
Promedio	62.8	58.0	55.6	58.59

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	6.911	2.304	0.172	0.914	NS
DENSIDAD	2	424.658	212.329	15.874	0.000	**
Error A	6	175.278	29.213	2.184	0.076	
VARIEDAD	3	116.002	38.667	2.891	0.054	NS
DENSIDAD*VARIEDAD	6	229.725	38.287	2.862	0.027	*
Error B	27	361.141	13.376			
TOTAL	47	1313.715				

Coef. Var: 6.22

MEDIA: 58.59 cm

R²: 0.73

3. DIÁMETRO DE PANOJA (cm)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	20.0	22.2	17.8	19.0	19.8	140.5
Salcedo INIA	14.1	14.2	13.7	14.2	14.1	100.0
Pasankalla	20.6	18.8	20.0	17.4	19.2	136.6
Negra Collana	16.4	14.0	15.4	12.6	14.6	103.9

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	18.0	18.3	16.6	15.8	17.2	120.9
Salcedo INIA	16.4	15.0	14.6	15.8	15.5	108.7
Pasankalla	19.8	17.4	15.9	14.3	16.8	118.5
Negra Collana	15.4	15.6	11.4	14.5	14.2	100.0

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	12.0	11.8	11.4	10.4	11.4	100.0
Salcedo INIA	12.3	12.2	11.0	11.0	11.6	101.9
Pasankalla	16.8	15.9	15.0	15.0	15.7	137.5
Negra Collana	14.2	12.8	13.4	13.4	13.5	118.0

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	19.8	17.2	11.4	16.1
Salcedo INIA	14.1	15.5	11.6	13.7
Pasankalla	19.2	16.8	15.7	17.2
Negra Collana	14.6	14.2	13.5	14.1
Promedio	16.9	15.9	13.0	15.3

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	7.591	2.530	1.836	0.164	NS
DENSIDAD	2	129.351	64.675	46.922	0.000	**
Error A	6	19.712	3.285	2.384	0.056	
VARIEDAD	3	101.072	33.691	24.443	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	75.719	12.620	9.156	0.000	**
Error B	27	37.215	1.378			
TOTAL	47	370.660				

Coef. Var: 7.68

MEDIA: 15.3 cm

R²: 0.90

4. ÁREA FOLIAR (cm²/planta)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	238.3	233.9	236.9	245.2	238.6	325.5
Salcedo INIA	80.8	81.3	80.1	80.7	80.7	110.2
Pasankalla	145.3	148.1	132.6	136.0	140.5	191.7
Negra Collana	74.4	74.1	72.0	72.7	73.3	100.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	214.8	201.9	218.9	209.4	211.3	256.6
Salcedo INIA	80.9	75.7	89.0	88.5	83.5	101.4
Pasankalla	83.8	81.8	81.9	81.9	82.3	100.0
Negra Collana	100.2	105.0	115.6	113.7	108.6	131.9

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	116.0	127.7	128.0	126.0	124.4	190.5
Salcedo INIA	65.3	55.1	63.1	77.8	65.3	100.0
Pasankalla	96.0	99.1	95.2	71.6	90.5	138.5
Negra Collana	85.2	96.2	95.6	93.7	92.7	141.9

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	238.6	211.3	124.4	191.4
Salcedo INIA	80.7	83.5	65.3	76.5
Pasankalla	140.5	82.3	90.5	104.4
Negra Collana	73.3	108.6	92.7	91.5
Promedio	133.3	121.4	93.2	116.0

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	47.720	15.907	0.339	0.797	NS
DENSIDAD	2	13545.240	6772.621	144.209	0.000	**
Error A	6	290.030	48.339	1.029	0.428	
VARIEDAD	3	95745.580	31915.193	679.567	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	26078.060	4346.344	92.546	0.000	**
Error B	27	1268.030	46.964			
TOTAL	47	136974.660				

Coef. Var: 5.91%

MEDIA: 115.97 cm²

R²: 0.99

5. MATERIA SECA TOTALY SUS COMPONENTES

5.1 Materia seca de Hoja (g/planta)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	11.6	10.2	8.3	10.8	10.3	329.1
Salcedo INIA	3.2	3.0	2.2	4.1	3.1	100.3
Pasankalla	8.9	9.8	9.3	10.2	9.5	306.3
Negra Collana	4.2	3.2	2.5	2.5	3.1	100.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	6.4	7.1	7.3	7.0	6.9	193.1
Salcedo INIA	4.6	3.6	4.0	2.2	3.6	100.0
Pasankalla	6.3	4.3	5.4	5.5	5.4	149.7
Negra Collana	5.2	5.3	5.5	6.9	5.7	158.3

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	4.7	5.1	5.9	3.6	4.8	151.1
Salcedo INIA	2.7	2.7	4.3	3.0	3.2	100.0
Pasankalla	5.6	4.6	4.4	3.2	4.4	140.0
Negra Collana	4.1	2.5	2.8	3.7	3.3	102.8

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	10.3	6.9	4.8	7.3
Salcedo INIA	3.1	3.6	3.2	3.3
Pasankalla	9.5	5.4	4.4	6.5
Negra Collana	3.1	5.7	3.3	4.0
Promedio	6.5	5.4	3.9	5.3

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	1.893	0.631	0.894	0.457	NS
DENSIDAD	2	53.774	26.887	38.068	0.000	**
Error A	6	6.018	1.003	1.420	0.243	
VARIEDAD	3	132.991	44.330	62.765	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	82.559	13.760	19.482	0.000	**
Error B	27	19.070	0.706			
TOTAL	47	296.305				

Coef. Var: 15.93%

MEDIA: 5.28 g/planta

R²: 0.94

5.2 Materia seca de tallo (g/planta)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	30.9	37.3	39.0	38.9	36.5	243.0
Salcedo INIA	18.5	13.9	14.0	13.7	15.0	100.0
Pasankalla	38.1	42.3	34.8	33.5	37.2	247.2
Negra Collana	27.6	20.8	16.5	24.7	22.4	149.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	32.6	27.2	30.8	27.1	29.4	175.9
Salcedo INIA	19.7	15.5	16.3	15.4	16.7	100.0
Pasankalla	29.9	27.4	22.6	22.6	25.6	153.2
Negra Collana	22.7	28.6	21.8	22.4	23.9	142.8

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	17.4	20.7	19.4	17.7	18.8	162.8
Salcedo INIA	16.1	14.0	17.0	19.0	16.5	143.1
Pasankalla	33.2	30.6	31.2	31.9	31.7	274.3
Negra Collana	11.4	12.7	10.8	11.4	11.6	100.0

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	36.5	29.4	18.8	28.3
Salcedo INIA	15.0	16.7	16.5	16.1
Pasankalla	37.2	25.6	31.7	31.5
Negra Collana	22.4	23.9	11.6	19.3
Promedio	27.8	23.9	19.7	23.8

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	30.595	10.198	1.126	0.356	NS
DENSIDAD	2	530.170	265.085	29.261	0.000	**
Error A	6	33.126	5.521	0.609	0.721	
VARIEDAD	3	1906.917	635.639	70.164	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	743.749	123.958	13.683	0.000	**
Error B	27	244.601	9.059			
TOTAL	47	3489.157				

Coef. Var: 12.65%

MEDIA: 23.79 g/planta

R²: 0.93

5.3 Materia seca de panoja (g/planta)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	80.4	88.4	82.9	88.8	85.1	229.6
Salcedo INIA	44.4	30.4	43.8	56.6	43.8	118.2
Pasankalla	51.5	64.9	53.6	45.1	53.8	145.0
Negra Collana	36.4	35.2	39.3	37.4	37.1	100.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	55.7	65.2	64.5	68.3	63.4	161.7
Salcedo INIA	39.5	38.6	40.4	38.3	39.2	100.0
Pasankalla	56.5	51.5	56.6	53.8	54.6	139.3
Negra Collana	43.4	45.3	41.4	47.1	44.3	112.9

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	50.7	45.8	45.5	42.3	46.1	132.4
Salcedo INIA	39.8	39.7	41.6	30.8	38.0	109.2
Pasankalla	59.6	46.3	46.6	47.0	49.9	143.3
Negra Collana	32.5	33.0	39.8	33.8	34.8	100.0

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	85.1	63.4	46.1	64.9
Salcedo INIA	43.8	39.2	38.0	40.3
Pasankalla	53.8	54.6	49.9	52.7
Negra Collana	37.1	44.3	34.8	38.7
Promedio	54.9	50.4	42.2	49.2

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	5.818	1.939	0.062	0.979	NS
DENSIDAD	2	1342.011	671.006	21.596	0.000	**
Error A	6	155.216	25.869	0.833	0.555	
VARIEDAD	3	5360.463	1786.821	57.509	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	2049.677	341.613	10.995	0.000	**
Error B	27	838.896	31.070			
TOTAL	47	9752.081				

Coef. Var: 11.34%

MEDIA: 49.16 g/planta

R²: 0.91

5.4 Materia seca de total (g/planta)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	118.0	131.0	140.3	118.5	126.9	204.8
Salcedo INIA	67.2	57.3	59.1	64.4	62.0	100.0
Pasankalla	96.4	117.0	93.8	94.8	100.5	162.1
Negra Collana	69.2	55.3	51.4	74.6	62.6	101.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	96.7	99.4	102.6	100.3	99.7	167.6
Salcedo INIA	58.8	62.7	60.6	55.9	59.5	100.0
Pasankalla	94.7	83.2	80.6	83.8	85.6	143.8
Negra Collana	71.2	79.2	74.6	70.4	73.8	124.1

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	74.8	76.6	60.7	66.6	69.7	140.4
Salcedo INIA	54.6	56.4	67.8	51.9	57.7	116.3
Pasankalla	88.3	83.5	82.2	90.1	86.0	173.4
Negra Collana	49.0	48.2	50.4	50.9	49.6	100.0

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	126.9	99.7	69.7	98.8
Salcedo INIA	62.0	59.5	57.7	59.7
Pasankalla	100.5	85.6	86.0	90.7
Negra Collana	62.6	73.8	49.6	62.0
Promedio	88.0	79.7	65.7	77.8

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	42.818	14.273	0.235	0.871	NS
DENSIDAD	2	4045.311	2022.655	33.314	0.000	**
Error A	6	26.061	4.344	0.072	0.998	
VARIEDAD	3	14191.057	4730.352	77.911	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	4306.237	717.706	11.821	0.000	**
Error B	27	1639.296	60.715			
TOTAL	47	24250.780				

Coef. Var: 10.02

MEDIA: 77.80 g/planta

R²: 0.93

ANEXO 7. Análisis estadístico para la calidad de grano

1. GRANULOMETRÍA

1.1 Granos de 2 mm (%)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	2.95	2.37	3.12	2.46	2.73	909.2
Salcedo INIA	2.84	3.07	2.83	2.95	2.92	974.1
Pasankalla	2.90	3.08	2.91	3.12	3.00	1000.8
Negra Collana	0.30	0.33	0.29	0.28	0.30	100.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	2.79	3.11	3.60	2.98	3.12	11495.2
Salcedo INIA	3.42	3.75	3.15	3.28	3.40	12532.9
Pasankalla	1.98	1.79	2.04	2.15	1.99	7333.6
Negra Collana	0.00	0.11	0.00	0.00	0.03	100.0

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	2.81	2.89	2.59	2.63	2.73	1819.4
Salcedo INIA	1.41	1.48	1.38	1.50	1.44	960.9
Pasankalla	2.13	2.11	2.10	2.29	2.16	1438.3
Negra Collana	0.16	0.14	0.17	0.13	0.15	100.0

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	2.73	3.12	2.73	2.86
Salcedo INIA	2.92	3.40	1.44	2.59
Pasankalla	3.00	1.99	2.16	2.38
Negra Collana	0.30	0.03	0.15	0.16
Promedio	2.24	2.13	1.62	2.00

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	0.019	0.006	0.152	0.927	NS
DENSIDAD	2	3.506	1.753	42.443	0.000	**
Error A	6	0.082	0.014	0.329	0.916	
VARIEDAD	3	55.429	18.476	447.305	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	7.756	1.293	31.295	0.000	**
Error B	27	1.115	0.041			
TOTAL	47	67.907				

Coef. Var: 10.17%

MEDIA: 2.00 %

R²: 0.98

1.2 Granos de 1.7 mm (%)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	14.0	12.6	13.0	14.5	13.5	137.9
Salcedo INIA	27.5	10.6	25.1	32.5	23.9	243.9
Pasankalla	23.8	21.7	22.9	23.3	22.9	233.7
Negra Collana	9.5	10.5	10.1	9.1	9.8	100.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	13.7	18.1	19.6	14.7	16.5	735.2
Salcedo INIA	20.1	22.5	20.9	19.4	20.7	922.4
Pasankalla	19.8	19.2	21.1	20.4	20.1	896.4
Negra Collana	2.1	2.2	2.3	2.4	2.2	100.0

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	19.9	20.6	18.7	18.9	19.5	497.5
Salcedo INIA	10.7	10.1	10.8	10.5	10.5	268.5
Pasankalla	22.6	22.2	26.6	25.4	24.2	618.2
Negra Collana	4.5	3.6	4.0	3.6	3.9	100.0

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	13.5	16.5	19.5	16.5
Salcedo INIA	23.9	20.7	10.5	18.4
Pasankalla	22.9	20.1	24.2	22.4
Negra Collana	9.8	2.2	3.9	5.3
Promedio	17.5	14.9	14.5	15.7

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	24.480	8.159	0.983	0.415	NS
DENSIDAD	2	85.700	42.852	5.165	0.013	*
Error A	6	69.780	11.630	1.402	0.250	
VARIEDAD	3	1928.270	642.758	77.472	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	537.990	89.666	10.807	0.000	**
Error B	27	224.010	8.297			
TOTAL	47	2870.240				

Coef. Var: 18.39%

MEDIA: 15.66 %

R²: 0.92

1.3 Granos de 1.4 mm (%)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	66.8	61.6	62.8	60.4	62.9	125.1
Salcedo INIA	51.4	54.8	52.2	51.8	52.6	104.5
Pasankalla	61.2	65.2	64.4	62.9	63.4	126.1
Negra Collana	51.0	51.6	51.2	47.5	50.3	100.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	68.2	60.9	60.0	65.1	63.5	126.0
Salcedo INIA	51.8	53.4	47.5	49.1	50.4	100.0
Pasankalla	60.5	65.6	64.6	63.3	63.5	125.9
Negra Collana	53.0	60.3	54.8	51.1	54.8	108.7

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	58.2	58.6	61.1	62.6	60.1	104.4
Salcedo INIA	59.6	60.8	60.2	59.4	60.0	104.3
Pasankalla	60.4	67.4	63.8	67.8	64.9	112.7
Negra Collana	56.5	57.4	59.2	57.2	57.6	100.0

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	62.9	63.5	60.1	62.2
Salcedo INIA	52.6	50.4	60.0	54.3
Pasankalla	63.4	63.5	64.9	63.9
Negra Collana	50.3	54.8	57.6	54.2
Promedio	57.3	58.1	60.6	58.7

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	20.850	6.951	1.127	0.355	NS
DENSIDAD	2	97.490	48.743	7.906	0.002	**
Error A	6	43.450	7.241	1.175	0.349	
VARIEDAD	3	943.720	314.575	51.024	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	243.930	40.655	6.594	0.000	**
Error B	27	166.460	6.165			
TOTAL	47	1515.900				

Coef. Var: 4.23%

MEDIA: 58.67%

R²: 0.89

1.4 Granos menores de 1.4 mm (%)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	15.5	14.2	13.7	15.6	14.7	138.3
Salcedo INIA	19.3	21.0	20.9	21.3	20.6	193.3
Pasankalla	9.6	11.1	11.0	11.0	10.7	100.0
Negra Collana	35.4	42.7	43.3	37.0	39.6	371.3

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	15.3	16.9	16.8	18.3	16.8	117.2
Salcedo INIA	28.7	22.4	27.5	23.3	25.4	177.2
Pasankalla	14.6	15.4	13.3	14.1	14.4	100.0
Negra Collana	40.9	39.4	39.4	39.3	39.7	276.7

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	15.1	15.4	19.2	20.9	17.7	201.4
Salcedo INIA	29.3	31.3	30.9	31.6	30.8	350.7
Pasankalla	8.3	9.8	8.2	8.9	8.8	100.0
Negra Collana	43.1	41.5	42.2	46.1	43.2	492.9

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	14.7	16.8	17.7	16.4
Salcedo INIA	20.6	25.4	30.8	25.6
Pasankalla	10.7	14.4	8.8	11.3
Negra Collana	39.6	39.7	43.2	40.9
Promedio	21.4	24.1	25.1	23.5

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	7.983	2.661	0.753	0.530	NS
DENSIDAD	2	117.476	58.738	16.628	0.000	**
Error A	6	30.233	5.039	1.426	0.241	
VARIEDAD	3	6066.907	2022.303	572.482	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	205.823	34.304	9.711	0.000	**
Error B	27	95.378	3.533			
TOTAL	47	6523.800				

Coef. Var: 7.99%

MEDIA: 23.53%

R²: 0.99

2. PORCENTAJE DE PROTEÍNAS (%)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	14.2	13.4	14.4	13.5	13.9	126.0
Salcedo INIA	14.6	14.3	14.5	13.7	14.3	129.8
Pasankalla	11.9	11.0	11.9	9.2	11.0	100.0
Negra Collana	13.6	11.2	12.4	12.0	12.3	111.8

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	14.0	14.5	13.5	13.9	14.0	129.2
Salcedo INIA	14.2	14.5	14.1	13.6	14.1	130.3
Pasankalla	11.2	10.9	11.3	12.7	11.5	106.5
Negra Collana	8.1	11.1	12.5	11.7	10.8	100.0

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	13.8	14.4	14.2	13.9	14.1	126.4
Salcedo INIA	13.9	14.3	13.8	14.1	14.0	125.9
Pasankalla	11.4	10.8	11.5	11.5	11.3	101.3
Negra Collana	9.3	13.1	11.0	11.2	11.1	100.0

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	13.9	14.0	14.1	14.0
Salcedo INIA	14.3	14.1	14.0	14.1
Pasankalla	11.0	11.5	11.3	11.3
Negra Collana	12.3	10.8	11.1	11.4
Promedio	12.9	12.6	12.6	12.7

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	1.314	0.438	0.591	0.626	NS
DENSIDAD	2	0.566	0.283	0.382	0.686	NS
Error A	6	9.411	1.568	2.116	0.084	
VARIEDAD	3	88.138	29.379	39.629	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	5.020	0.837	1.128	0.373	NS
Error B	27	20.017	0.741			
TOTAL	47	124.465				

Coef. Var: 6.78 MEDIA: 12.70% R²: 0.84

3. PORCENTAJE DE SAPONINAS (%)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	1.32	1.33	1.32	1.35	1.33	1021.7
Salcedo INIA	0.30	0.27	0.31	0.28	0.29	223.1
Pasankalla	0.25	0.24	0.27	0.28	0.26	200.0
Negra Collana	0.13	0.12	0.13	0.14	0.13	100.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	1.37	1.25	1.33	1.29	1.31	528.0
Salcedo INIA	0.44	0.43	0.42	0.45	0.44	43.5
Pasankalla	0.20	0.19	0.16	0.24	0.20	100
Negra Collana	0.07	0.12	0.11	0.10	0.10	10.0

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	1.10	1.44	1.27	1.15	1.24	1239.3
Salcedo INIA	0.32	1.00	0.14	0.23	0.42	421.7
Pasankalla	0.12	0.09	0.08	0.11	0.10	100.0
Negra Collana	0.22	0.42	0.96	0.18	0.45	447.2

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	1.33	1.31	1.24	1.29
Salcedo INIA	0.29	0.44	0.42	0.38
Pasankalla	0.26	0.20	0.10	0.19
Negra Collana	0.13	0.10	0.45	0.23
Promedio	0.50	0.51	0.55	0.52

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	0.04	0.013	1.079	0.375	NS
DENSIDAD	2	0.007	0.003	0.273	0.763	NS
Error A	6	0.112	0.019	1.514	0.211	
VARIEDAD	3	10.174	3.391	275.991	0	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	0.524	0.087	7.102	0	**
Error B	27	0.332	0.012			
TOTAL	47	11.187				
Coef. Var:	22.23%	MEDIA:	0.50%	R2:	0.97	

4. PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	10.9	11.0	11.1	11.3	11.1	116.5
Salcedo INIA	10.8	11.0	11.7	11.7	11.3	118.9
Pasankalla	10.8	11.0	11.2	11.7	11.2	117.5
Negra Collana	9.3	9.3	9.7	9.7	9.5	100.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	11.2	11.0	11.4	11.0	11.2	152.4
Salcedo INIA	11.0	11.2	11.4	10.8	11.1	151.7
Pasankalla	10.6	11.1	11.0	10.1	10.7	146.0
Negra Collana	7.8	6.7	7.7	7.1	7.3	100.0

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	11.4	11.0	11.7	11.3	11.4	129.3
Salcedo INIA	11.3	10.9	11.3	11.7	11.3	128.6
Pasankalla	10.6	10.8	10.8	10.5	10.7	121.5
Negra Collana	8.4	9.0	8.8	9.0	8.8	100.0

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	11.1	11.2	11.4	11.2
Salcedo INIA	11.3	11.1	11.3	11.2
Pasankalla	11.2	10.7	10.7	10.8
Negra Collana	9.5	7.3	8.8	8.5
Promedio	10.8	10.1	10.5	10.5

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	0.456	0.152	1.412	0.261	NS
DENSIDAD	2	3.810	1.905	17.691	0.000	**
Error A	6	0.861	0.143	1.332	0.277	
VARIEDAD	3	59.795	19.932	185.089	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	6.873	1.146	10.637	0.000	**
Error B	27	2.908	0.108			
TOTAL	47	74.703				

Coef. Var: 3.14%

MEDIA: 10.45%

R²: 0.96

ANEXO 8. Análisis estadístico para los parámetros agronómicos

1. EFICIENCIA DE USO DE AGUA - EUA (kg/m³)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	0.59	0.62	0.79	0.77	0.69	791.4
Salcedo INIA	0.21	0.20	0.21	0.19	0.20	231.4
Pasankalla	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	100.0
Negra Collana	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	114.3

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	0.76	1.06	1.07	0.75	0.91	873.2
Salcedo INIA	0.25	0.24	0.23	0.24	0.24	228.6
Pasankalla	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	100.0
Negra Collana	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	107.2

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	1.02	1.03	1.05	1.11	1.05	654.8
Salcedo INIA	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	184.9
Pasankalla	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	100.0
Negra Collana	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	92.9

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	0.69	0.91	1.05	0.88
Salcedo INIA	0.20	0.24	0.30	0.25
Pasankalla	0.09	0.10	0.16	0.12
Negra Collana	0.10	0.11	0.15	0.12
Promedio	0.27	0.34	0.41	0.34

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	0.011	0.004	0.975	0.419	NS
DENSIDAD	2	0.167	0.083	21.944	0.000	NS
Error A	6	0.019	0.003	0.842	0.549	
VARIEDAD	3	4.842	1.614	424.548	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	0.132	0.022	5.783	0.001	**
Error B	27	0.103	0.004			
TOTAL	47	5.273				

Coef. Var: 18.00%

MEDIA: 0.34 Kg/m³

R²: 0.98

2. COEFICIENTE DE TRANSPIRACIÓN - CT (l/kg)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	457.4	504.6	479.4	335.4	444.2	100.0
Salcedo INIA	678.2	708.9	698.8	688.8	693.7	156.2
Pasankalla	436.1	359.3	448.3	443.4	421.8	95.0
Negra Collana	574.5	700.3	626.7	533.1	608.6	137.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	331.6	259.6	246.6	251.6	272.4	100.0
Salcedo INIA	691.8	659.3	702.0	685.3	684.6	251.4
Pasankalla	310.3	310.0	401.1	303.0	331.1	121.6
Negra Collana	329.5	379.7	478.8	366.5	388.6	142.7

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	315.7	313.2	266.2	386.4	320.3	112.1
Salcedo INIA	382.6	428.1	384.3	462.3	414.3	145.0
Pasankalla	301.6	277.1	275.4	288.6	285.7	100.0
Negra Collana	402.0	414.6	427.8	425.6	417.5	146.1

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	444.2	272.4	320.3	345.6
Salcedo INIA	693.7	684.6	414.3	597.5
Pasankalla	421.8	331.1	285.7	346.2
Negra Collana	608.6	388.6	417.5	471.6
Promedio	542.1	419.2	359.5	440.2

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	3511.147	1170.382	0.638	0.597	NS
DENSIDAD	2	277392.266	138696.133	75.595	0.000	**
Error A	6	22382.226	3730.371	2.033	0.096	
VARIEDAD	3	522222.977	174074.326	94.877	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	139799.412	23299.902	12.699	0.000	**
Error B	27	49537.890	1834.737			
TOTAL	47	1014845.919				

Coef. Var: 9.73%

MEDIA: 440.23% l/kg

R²: 0.95

3. ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR – IAF (m²/m²)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	0.28	0.10	0.12	0.21	0.18	240.8
Salcedo INIA	0.09	0.11	0.02	0.06	0.07	94.3
Pasankalla	0.12	0.16	0.10	0.11	0.12	160.8
Negra Collana	0.10	0.07	0.06	0.07	0.07	100.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	0.40	0.26	0.25	0.36	0.32	239.7
Salcedo INIA	0.15	0.11	0.13	0.07	0.12	88.8
Pasankalla	0.07	0.14	0.09	0.23	0.13	100.0
Negra Collana	0.15	0.16	0.05	0.29	0.16	123.3

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	0.19	0.34	0.30	0.17	0.25	190.5
Salcedo INIA	0.13	0.11	0.25	0.04	0.13	100.0
Pasankalla	0.31	0.07	0.19	0.14	0.18	136.2
Negra Collana	0.17	0.11	0.11	0.16	0.14	106.1

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	0.18	0.32	0.25	0.25
Salcedo INIA	0.07	0.12	0.13	0.11
Pasankalla	0.12	0.13	0.18	0.14
Negra Collana	0.07	0.16	0.14	0.13
Promedio	0.11	0.18	0.17	0.16

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	0.004	0.002	1.533	0.229	NS
DENSIDAD	2	0.048	0.024	24.976	0.000	**
Error A	6	0.003	0.001	0.556	0.761	
VARIEDAD	3	0.146	0.049	50.981	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	0.023	0.004	3.999	0.005	**
Error B	27	0.026	0.001			
TOTAL	47	0.249				

Coef. Var: 19.76%

MEDIA: 0.16 m²/m²

R²: 0.90

4. ÍNDICE DE COSECHA- IC (%)

Densidad 1: 100,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	32.0	56.7	57.7	40.0	46.6	563.2
Salcedo INIA	17.3	30.0	21.8	16.9	21.5	260.0
Pasankalla	10.8	8.8	20.9	13.1	13.4	161.8
Negra Collana	6.7	6.7	6.7	13.0	8.3	100.0

Densidad 2: 150,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	50.7	44.6	47.8	46.6	47.4	861.1
Salcedo INIA	13.0	21.0	12.7	34.6	20.3	369.5
Pasankalla	4.4	6.0	5.8	5.8	5.5	100.0
Negra Collana	6.2	9.7	7.1	4.8	6.9	126.2

Densidad 3: 200,000 plantas/ha

Variedades	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	Promedio	%
La Molina 89	37.8	46.9	34.6	64.5	46.0	601.5
Salcedo INIA	25.9	21.5	11.4	24.3	20.8	272.1
Pasankalla	4.0	8.9	8.7	8.9	7.6	100.0
Negra Collana	10.0	17.9	6.0	12.9	11.7	153.0

Cuadro de Medias

	D1	D2	D3	Promedio
La Molina 89	46.6	47.4	46.0	46.7
Salcedo INIA	21.5	20.3	20.8	20.9
Pasankalla	13.4	5.5	7.6	8.8
Negra Collana	8.3	6.9	11.7	9.0
Promedio	22.4	20.1	21.5	21.3

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F	P	Sig.
BLOQUE	3	10.733	3.578	0.447	0.721	NS
DENSIDAD	2	46.074	23.037	2.880	0.074	NS
Error A	6	52.346	8.724	1.091	0.393	
VARIEDAD	3	11394.578	3798.193	474.771	0.000	**
DENSIDAD*VARIEDAD	6	141.782	23.630	2.954	0.024	*
Error B	27	216.001	8.000			
TOTAL	47	11861.515				

Coef. Var: 13.26%

MEDIA: 21.34%

R²: 0.98

ANEXO 9. Costos de Producción.

- Densidad 1: 100 000 plantas/ha, Variedad La Molina 89

Cultivo: Quinua			Densidad de siembra (plantas/ha): 100 000		
Variedad: La Molina 89			Rendimiento (kg/ha): 3683.17		
Epoca de Siembra: Septiembre			P. de venta unitario (S/.): 5.5		
RUBROS	Unid.	Cant.	Precio Unit. (S/.)	Precio total (S/.)	Porcentaje (%)
I. COSTOS DIRECTOS				9283	82%
MUESTREO DE SUELOS					
Toma de muestra	j/ha	0.5	35	18	0.2%
Análisis de suelo	Caracterización	1	80	80	0.7%
INSUMOS				2899	25.6%
Semillas					
Semilla comun	kg	2	50	100	0.9%
Fertilizantes					
Nitrato de amonio	kg	326.6	1.4	444	3.9%
Fosfato monoamónico	kg	131.1	3.4	446	3.9%
Nitrato de potasio	kg	272.7	4.8	1309	11.6%
Pesticidas					
				600	5.3%
MANO DE OBRA				2030	17.9%
Preparación de terreno					
Preparacion sistema de riego	j/h	2	35	70	0.6%
Nivelacion de camas	j/h	8	35	280	2.5%
Siembra					
Siembra de semillas	j/h	4	35	140	1.2%
Labores culturales					
Riegos	j/h	5	35	175	1.5%
Desmalezados	j/h	14	35	490	4.3%
Aporque	j/h	9	35	315	2.8%
Aplicación fitosanitaria	j/h	10	35	350	3.1%
Cosecha					
Siega, trillado, venteado	j/h	6	35	210	1.9%
MECANIZACION				1050	9.3%
Aradura	hora/maq	3	150	450	4.0%
Nivelacion	hora/maq	3	120	360	3.2%
Aporque	hora/maq	2	120	240	2.1%
OTROS GASTOS				3304	29.2%
Alquiler de terreno	ha/campaña	1	2,000	2000	17.7%
Sistema de riego + Instalacion (10 campañas)	Unid.	0.1	6,500	650	5.7%
Suministro bruto agua de riego	m3	4358.78	0.2	654	5.8%
II. COSTOS INDIRECTOS				2042	18.0%
Costo financieros	%	7	9282.7	650	5.7%
Gastos administrativos	%	10	9282.7	928	8.2%
Imprevistos	%	5	9282.7	464	4.1%
III. COSTO TOTAL POR HECTAREA				11325	100%
V. ANÁLISIS ECONÓMICO					
Valor Bruto de la Produccion	S/.			20257	
Utilidad neta	S/.			8933	
Índice de rentabilidad	%			78.9	

• **Densidad 2: 150 000 plantas/ha, Variedad La Molina 89**

Cultivo: Quinua			Densidad de siembra (plantas/ha): 150 000		
Variedad: La Molina 89			Rendimiento (kg/ha): 4588.53		
Epoca de Siembra: Septiembre			P. de venta unitario (S/.): 5.5		
RUBROS	Unid.	Cant.	Precio Unit. (S/.)	Precio total (S/.)	Porcentaje (%)
I. COSTOS DIRECTOS				9358	82%
MUESTREO DE SUELOS					
Toma de muestra	j/ha	0.5	35	18	0.2%
Análisis de suelo	Caracterización	1	80	80	0.7%
INSUMOS				2974	26.0%
Semillas					
Semilla común	kg	3.5	50	175	1.5%
Fertilizantes					
Nitrato de amonio	kg	326.6	1.4	444	3.9%
Fosfato monoamónico	kg	131.1	3.4	446	3.9%
Nitrato de potasio	kg	272.7	4.8	1309	11.5%
Pesticidas					
				600	5.3%
MANO DE OBRA				2030	17.8%
Preparación de terreno					
Preparación sistema de riego	j/h	2	35	70	0.6%
Nivelación de camas	j/h	8	35	280	2.5%
Siembra					
Siembra de semillas	j/h	4	35	140	1.2%
Labores culturales					
Riegos	j/h	5	35	175	1.5%
Desmalezados	j/h	14	35	490	4.3%
Aporque	j/h	9	35	315	2.8%
Aplicación fitosanitaria	j/h	10	35	350	3.1%
Cosecha					
Siega, trillado, venteado	j/h	6	35	210	1.8%
MECANIZACION				1050	9.2%
Aradura	hora/maq	3	150	450	3.9%
Nivelación	hora/maq	3	120	360	3.2%
Aporque	hora/maq	2	120	240	2.1%
OTROS GASTOS				3304	28.9%
Alquiler de terreno	ha/campaña	1	2,000	2000	17.5%
Sistema de riego + Instalación (10 campañas)	Unid.	0.1	6,500	650	5.7%
Suministro bruto agua de riego	m ³	4358.78	0.2	654	5.7%
II. COSTOS INDIRECTOS				2059	18.0%
Costo financieros	%	7	9357.7	655	5.7%
Gastos administrativos	%	10	9357.7	936	8.2%
Imprevistos	%	5	9357.7	468	4.1%
III. COSTO TOTAL POR HECTAREA				11416	100%
V. ANÁLISIS ECONÓMICO					
Valor Bruto de la Producción	S/.			25237	
Utilidad neta	S/.			13821	
Índice de rentabilidad	%			121.1	

• **Densidad 3: 200 000 plantas/ha, Variedad La Molina 89**

Cultivo: Quinua			Densidad de siembra (plantas/ha): 200 000		
Variedad: La Molina 89			Rendimiento (kg/ha): 5288.73		
Epoca de Siembra: Septiembre			P. de venta unitario (S/.): 5.5		
RUBROS	Unid.	Cant.	Precio Unit. (S/.)	Precio total (S/.)	Porcentaje (%)
I. COSTOS DIRECTOS				9433	82%
MUESTREO DE SUELOS					
Toma de muestra	j/ha	0.5	35	18	0.2%
Análisis de suelo	Caracterización	1	80	80	0.7%
INSUMOS				3049	26.5%
Semillas					
Semilla común	kg	5	50	250	2.2%
Fertilizantes					
Nitrato de amonio	kg	326.6	1.4	444	3.9%
Fosfato monoamónico	kg	131.1	3.4	446	3.9%
Nitrato de potasio	kg	272.7	4.8	1309	11.4%
Pesticidas					
				600	5.2%
MANO DE OBRA				2030	17.6%
Preparación de terreno					
Preparación sistema de riego	j/h	2	35	70	0.6%
Nivelación de camas	j/h	8	35	280	2.4%
Siembra					
Siembra de semillas	j/h	4	35	140	1.2%
Labores culturales					
Riegos	j/h	5	35	175	1.5%
Desmalezados	j/h	14	35	490	4.3%
Aporque	j/h	9	35	315	2.7%
Aplicación fitosanitaria	j/h	10	35	350	3.0%
Cosecha					
Siega, trillado, venteado	j/h	6	35	210	1.8%
MECANIZACION				1050	9.1%
Aradura	hora/maq	3	150	450	3.9%
Nivelación	hora/maq	3	120	360	3.1%
Aporque	hora/maq	2	120	240	2.1%
OTROS GASTOS				3304	28.7%
Alquiler de terreno	ha/campaña	1	2,000	2000	17.4%
Sistema de riego + Instalación (10 campañas)	Unid.	0.1	6,500	650	5.6%
Suministro bruto agua de riego	m ³	4358.78	0.2	654	5.7%
II. COSTOS INDIRECTOS				2075	18.0%
Costo financieros	%	7	9432.7	660	5.7%
Gastos administrativos	%	10	9432.7	943	8.2%
Imprevistos	%	5	9432.7	472	4.1%
III. COSTO TOTAL POR HECTAREA				11508	100%
V. ANÁLISIS ECONÓMICO					
Valor Bruto de la Producción	S/.			29088	
Utilidad neta	S/.			17580	
Índice de rentabilidad	%			152.8	

• **Densidad 1: 100 000 plantas/ha, Variedad Salcedo INIA**

Cultivo: Quinua			Densidad de siembra (plantas/ha): 100 000		
Variedad: Salcedo INIA			Rendimiento (Kg/ha): 1047.53		
Epoca de Siembra: Septiembre			P. de venta unitario (S/.): 5.5		
RUBROS	Unid.	Cant.	Precio Unit. (S/.)	Precio total (S/.)	Porcentaje (%)
I. COSTOS DIRECTOS				9283	82%
MUESTREO DE SUELOS					
Toma de muestra	j/ha	0.5	35.00	18	0.2%
Análisis de suelo	Caracterización	1	80.00	80	0.7%
INSUMOS				2899	25.6%
Semillas					
Semilla comun	Kg	2	50.00	100	0.9%
Fertilizantes					
Nitrato de amonio	Kg	326.6	1.36	444	3.9%
Fosfato monoamónico	Kg	131.1	3.4	446	3.9%
Nitrato de potasio	Kg	272.7	4.8	1309	11.6%
Pesticidas					
				600	5.3%
MANO DE OBRA				2030	17.9%
Preparación de terreno					
Preparación sistema de riego	j/h	2	35	70	0.6%
Nivelación de camas	j/h	8	35	280	2.5%
Siembra					
Siembra de semillas	j/h	4	35	140	1.2%
Labores culturales					
Riegos	j/h	5	35	175	1.5%
Desmalezados	j/h	14	35	490	4.3%
Aporque	j/h	9	35	315	2.8%
Aplicación fitosanitaria	j/h	10	35	350	3.1%
Cosecha					
Siega, trillado, venteado	j/h	6	35	210	1.9%
MECANIZACION				1050	9.3%
Aradura	Hora/maq	3	150	450	4.0%
Nivelación	Hora/maq	3	120	360	3.2%
Aporque	Hora/maq	2	120	240	2.1%
OTROS GASTOS				3304	29.2%
Alquiler de terreno	ha/campaña	1	2,000	2000	17.7%
Sistema de riego + Instalación (10 campañas)	Unid.	0.1	6,500	650	5.7%
Suministro bruto agua de riego	m ³	4358.78	0.15	654	5.8%
II. COSTOS INDIRECTOS				2042	18.0%
Costo financieros	%	7	9282.69	650	5.7%
Gastos administrativos	%	10	9282.69	928	8.2%
Imprevistos	%	5	9282.69	464	4.1%
III. COSTO TOTAL POR HECTAREA				11325	100%
V. ANÁLISIS ECONÓMICO					
Valor Bruto de la Producción	S/.			5761	
Utilidad neta	S/.			-5563	
Índice de rentabilidad	%			-49.1	

• Densidad 2: 150 000 plantas/ha, Variedad Salcedo INIA

Cultivo: Quinua			Densidad de siembra (plantas/ha): 150 000		
Variedad: Salcedo INIA			Rendimiento (kg/ha): 1174.8		
Epoca de Siembra: Septiembre			P. de venta unitario (S/.): 5.5		
RUBROS	Unid.	Cant.	Precio Unit. (S/.)	Precio total (S/.)	Porcentaje (%)
I. COSTOS DIRECTOS				9358	82%
MUESTREO DE SUELOS					
Toma de muestra	j/ha	0.5	35	18	0.2%
Análisis de suelo	Caracterización	1	80	80	0.7%
INSUMOS				2974	26.0%
Semillas					
Semilla común	kg	3.5	50	175	1.5%
Fertilizantes					
Nitrato de amonio	kg	326.6	1.4	444	3.9%
Fosfato monoamónico	kg	131.1	3.4	446	3.9%
Nitrato de potasio	kg	272.7	4.8	1309	11.5%
Pesticidas					
				600	5.3%
MANO DE OBRA				2030	17.8%
Preparación de terreno					
Preparación sistema de riego	j/h	2	35	70	0.6%
Nivelación de camas	j/h	8	35	280	2.5%
Siembra					
Siembra de semillas	j/h	4	35	140	1.2%
Labores culturales					
Riegos	j/h	5	35	175	1.5%
Desmalezados	j/h	14	35	490	4.3%
Aporque	j/h	9	35	315	2.8%
Aplicación fitosanitaria	j/h	10	35	350	3.1%
Cosecha					
Siega, trillado, venteado	j/h	6	35	210	1.8%
MECANIZACIÓN				1050	9.2%
Aradura	hora/maq	3	150	450	3.9%
Nivelación	hora/maq	3	120	360	3.2%
Aporque	hora/maq	2	120	240	2.1%
OTROS GASTOS				3304	28.9%
Alquiler de terreno	ha/campaña	1	2,000	2000	17.5%
Sistema de riego + Instalación (10 campañas)	Unid.	0.1	6,500	650	5.7%
Suministro bruto agua de riego	m3	4358.78	0.2	654	5.7%
II. COSTOS INDIRECTOS				2059	18.0%
Costo financieros	%	7	9357.7	655	5.7%
Gastos administrativos	%	10	9357.7	936	8.2%
Imprevistos	%	5	9357.7	468	4.1%
III. COSTO TOTAL POR HECTAREA				11416	100%
V. ANÁLISIS ECONÓMICO					
Valor Bruto de la Producción	S/.			6461	
Utilidad neta	S/.			-4955	
Índice de rentabilidad	%			-43.4	

• Densidad 3: 200 000 plantas/ha, Variedad Salcedo INIA

Cultivo: Quinua			Densidad de siembra (plantas/ha): 200 000		
Variedad: Salcedo INIA			Rendimiento (kg/ha): 1491.53		
Epoca de Siembra: Septiembre			P. de venta unitario (S/.): 5.5		
RUBROS	Unid.	Cant.	Precio Unit. (S/.)	Precio total (S/.)	Porcentaje (%)
I. COSTOS DIRECTOS				9433	82%
MUESTREO DE SUELOS					
Toma de muestra	j/ha	0.5	35	18	0.2%
Análisis de suelo	Caracterización	1	80	80	0.7%
INSUMOS				3049	26.5%
Semillas					
Semilla común	kg	5	50	250	2.2%
Fertilizantes					
Nitrato de amonio	kg	326.6	1.4	444	3.9%
Fosfato monoamónico	kg	131.1	3.4	446	3.9%
Nitrato de potasio	kg	272.7	4.8	1309	11.4%
Pesticidas					
				600	5.2%
MANO DE OBRA				2030	17.6%
Preparación de terreno					
Preparación sistema de riego	j/h	2	35	70	0.6%
Nivelación de camas	j/h	8	35	280	2.4%
Siembra					
Siembra de semillas	j/h	4	35	140	1.2%
Labores culturales					
Riegos	j/h	5	35	175	1.5%
Desmalezados	j/h	14	35	490	4.3%
Aporque	j/h	9	35	315	2.7%
Aplicación fitosanitaria	j/h	10	35	350	3.0%
Cosecha					
Siega, trillado, venteado	j/h	6	35	210	1.8%
MECANIZACIÓN				1050	9.1%
Aradura	hora/maq	3	150	450	3.9%
Nivelación	hora/maq	3	120	360	3.1%
Aporque	hora/maq	2	120	240	2.1%
OTROS GASTOS				3304	28.7%
Alquiler de terreno	ha/campaña	1	2,000	2000	17.4%
Sistema de riego + Instalación (10 campañas)	Unid.	0.1	6,500	650	5.6%
Suministro bruto agua de riego	m ³	4358.78	0.2	654	5.7%
II. COSTOS INDIRECTOS				2075	18.0%
Costo financieros	%	7	9432.7	660	5.7%
Gastos administrativos	%	10	9432.7	943	8.2%
Imprevistos	%	5	9432.7	472	4.1%
III. COSTO TOTAL POR HECTAREA				11508	100%
V. ANÁLISIS ECONÓMICO					
Valor Bruto de la Producción	S/.			8203	
Utilidad neta	S/.			-3304	
Índice de rentabilidad	%			-28.7	

• Densidad 1: 100 000 plantas/ha, Variedad Pasankalla

Cultivo: Quinua		Densidad de siembra (plantas/ha): 100 000			
Variedad: Pasankalla		Rendimiento (kg/ha): 444.27			
Epoca de Siembra: Septiembre		P. de venta unitario (S/.): 5.5			
RUBROS	Unid.	Cant.	Precio Unit. (S/.)	Precio total (S/.)	Porcentaje (%)
I. COSTOS DIRECTOS				9283	82%
MUESTREO DE SUELOS					
Toma de muestra	j/ha	0.5	35	18	0.2%
Análisis de suelo	Caracterización	1	80	80	0.7%
INSUMOS				2899	25.6%
Semillas					
Semilla común	kg	2	50	100	0.9%
Fertilizantes					
Nitrato de amonio	kg	326.6	1.4	444	3.9%
Fosfato monoamónico	kg	131.1	3.4	446	3.9%
Nitrato de potasio	kg	272.7	4.8	1309	11.6%
Pesticidas					
				600	5.3%
MANO DE OBRA				2030	17.9%
Preparación de terreno					
Preparación sistema de riego	j/h	2	35	70	0.6%
Nivelación de camas	j/h	8	35	280	2.5%
Siembra					
Siembra de semillas	j/h	4	35	140	1.2%
Labores culturales					
Riegos	j/h	5	35	175	1.5%
Desmalezados	j/h	14	35	490	4.3%
Aporque	j/h	9	35	315	2.8%
Aplicación fitosanitaria	j/h	10	35	350	3.1%
Cosecha					
Siega, trillado, venteado	j/h	6	35	210	1.9%
MECANIZACIÓN				1050	9.3%
Aradura	hora/maq	3	150	450	4.0%
Nivelación	hora/maq	3	120	360	3.2%
Aporque	hora/maq	2	120	240	2.1%
OTROS GASTOS				3304	29.2%
Alquiler de terreno	ha/campaña	1	2,000	2000	17.7%
Sistema de riego + Instalación (10 campañas)	Unid.	0.1	6,500	650	5.7%
Suministro bruto agua de riego	m ³	4358.78	0.2	654	5.8%
II. COSTOS INDIRECTOS				2042	18.0%
Costo financieros	%	7	9282.7	650	5.7%
Gastos administrativos	%	10	9282.7	928	8.2%
Imprevistos	%	5	9282.7	464	4.1%
III. COSTO TOTAL POR HECTAREA				11325	100%
V. ANÁLISIS ECONÓMICO					
Valor Bruto de la Producción	S/.			2443	
Utilidad neta	S/.			-8881	
Índice de rentabilidad	%			-78.4	

• Densidad 2: 150 000 plantas/ha, Variedad Pasankalla

Cultivo: Quinua			Densidad de siembra (plantas/ha): 150 000		
Variedad: Pasankalla			Rendimiento (kg/ha): 512.93		
Epoca de Siembra: Septiembre			P. de venta unitario (S/.): 5.5		
RUBROS	Unid.	Cant.	Precio Unit. (S/.)	Precio total (S/.)	Porcentaje (%)
I. COSTOS DIRECTOS				9358	82%
MUESTREO DE SUELOS					
Toma de muestra	j/ha	0.5	35	18	0.2%
Analisis de suelo	Caracterizacion	1	80	80	0.7%
INSUMOS				2974	26.0%
Semillas					
Semilla comun	kg	3.5	50	175	1.5%
Fertilizantes					
Nitrato de amonio	kg	326.6	1.4	444	3.9%
Fosfato monoamónico	kg	131.1	3.4	446	3.9%
Nitrato de potasio	kg	272.7	4.8	1309	11.5%
Pesticidas					
				600	5.3%
MANO DE OBRA				2030	17.8%
Preparación de terreno					
Preparacion sistema de riego	j/h	2	35	70	0.6%
Nivelacion de camas	j/h	8	35	280	2.5%
Siembra					
Siembra de semillas	j/h	4	35	140	1.2%
Labores culturales					
Riegos	j/h	5	35	175	1.5%
Desmalezados	j/h	14	35	490	4.3%
Aporque	j/h	9	35	315	2.8%
Aplicación fitosanitaria	j/h	10	35	350	3.1%
Cosecha					
Siega, trillado, venteado	j/h	6	35	210	1.8%
MECANIZACION				1050	9.2%
Aradura	hora/maq	3	150	450	3.9%
Nivelacion	hora/maq	3	120	360	3.2%
Aporque	hora/maq	2	120	240	2.1%
OTROS GASTOS				3304	28.9%
Alquiler de terreno	ha/campaña	1	2,000	2000	17.5%
Sistema de riego + Instalacion (10 campañas)	Unid.	0.1	6,500	650	5.7%
Suministro bruto agua de riego	m ³	4358.78	0.2	654	5.7%
II. COSTOS INDIRECTOS				2059	18.0%
Costo financieros	%	7	9357.7	655	5.7%
Gastos administrativos	%	10	9357.7	936	8.2%
Imprevistos	%	5	9357.7	468	4.1%
III. COSTO TOTAL POR HECTAREA				11416	100%
V. ANÁLISIS ECONÓMICO					
Valor Bruto de la Produccion	S/.			2821	
Utilidad neta	S/.			-8595	
Indice de rentabilidad	%			-75.3	

- **Densidad 3: 200 000 plantas/ha, Variedad Pasankalla**

Cultivo: Quinua			Densidad de siembra (plantas/ha): 100 000		
Variedad: Pasankalla			Rendimiento (kg/ha): 790.07		
Epoca de Siembra: Septiembre			P. de venta unitario (S/.): 5.5		
RUBROS	Unid.	Cant.	Precio Unit. (S/.)	Precio total (S/.)	Porcentaje (%)
I. COSTOS DIRECTOS				9433	82%
MUESTREO DE SUELOS					
Toma de muestra	j/ha	0.5	35	18	0.2%
Análisis de suelo	Caracterización	1	80	80	0.7%
INSUMOS				3049	26.5%
Semillas					
Semilla común	kg	5	50	250	2.2%
Fertilizantes					
Nitrato de amonio	kg	326.6	1.4	444	3.9%
Fosfato monoamónico	kg	131.1	3.4	446	3.9%
Nitrato de potasio	kg	272.7	4.8	1309	11.4%
Pesticidas					
				600	5.2%
MANO DE OBRA				2030	17.6%
Preparación de terreno					
Preparación sistema de riego	j/h	2	35	70	0.6%
Nivelación de camas	j/h	8	35	280	2.4%
Siembra					
Siembra de semillas	j/h	4	35	140	1.2%
Labores culturales					
Riegos	j/h	5	35	175	1.5%
Desmalezados	j/h	14	35	490	4.3%
Aporque	j/h	9	35	315	2.7%
Aplicación fitosanitaria	j/h	10	35	350	3.0%
Cosecha					
Siega, trillado, venteado	j/h	6	35	210	1.8%
MECANIZACIÓN				1050	9.1%
Aradura	hora/maq	3	150	450	3.9%
Nivelación	hora/maq	3	120	360	3.1%
Aporque	hora/maq	2	120	240	2.1%
OTROS GASTOS				3304	28.7%
Alquiler de terreno	ha/campaña	1	2,000	2000	17.4%
Sistema de riego + Instalación (10 campañas)	Unid.	0.1	6,500	650	5.6%
Suministro bruto agua de riego	m ³	4358.78	0.2	654	5.7%
II. COSTOS INDIRECTOS				2075	18.0%
Costo financieros	%	7	9432.7	660	5.7%
Gastos administrativos	%	10	9432.7	943	8.2%
Imprevistos	%	5	9432.7	472	4.1%
III. COSTO TOTAL POR HECTAREA				11508	100%
V. ANÁLISIS ECONÓMICO					
Valor Bruto de la Producción	S/.			4345	
Utilidad neta	S/.			-7163	
Índice de rentabilidad	%			-62.2	

• Densidad 1: 100 000 plantas/ha, Variedad Negra Collana

Cultivo: Quinua			Densidad de siembra (plantas/ha): 100 000		
Variedad: Negra Collana			Rendimiento (kg/ha): 499.4		
Epoca de Siembra: Septiembre			P. de venta unitario (S/.): 5.5		
RUBROS	Unid.	Cant.	Precio Unit. (S/.)	Precio total (S/.)	Porcentaje (%)
I. COSTOS DIRECTOS				9283	82.0%
MUESTREO DE SUELOS					
Toma de muestra	j/ha	0.5	35	18	0.2%
Análisis de suelo	Caracterización	1	80	80	0.7%
INSUMOS				2899	26%
Semillas					
Semilla común	kg	2	50	100	1%
Fertilizantes					
Nitrato de amonio	kg	326.6	1.4	444	4%
Fosfato monoamónico	kg	131.1	3.4	446	4%
Nitrato de potasio	kg	272.7	4.8	1309	12%
Pesticidas					
				600	5%
MANO DE OBRA				2030	18%
Preparación de terreno					
Preparación sistema de riego	j/h	2	35	70	1%
Nivelación de camas	j/h	8	35	280	2%
Siembra					
Siembra de semillas	j/h	4	35	140	1%
Labores culturales					
Riegos	j/h	5	35	175	2%
Desmalezados	j/h	14	35	490	4%
Aporque	j/h	9	35	315	3%
Aplicación fitosanitaria	j/h	10	35	350	3%
Cosecha					
Siega, trillado, venteado	j/h	6	35	210	2%
MECANIZACION				1050	9%
Aradura	hora/maq	3	150	450	4%
Nivelación	hora/maq	3	120	360	3%
Aporque	hora/maq	2	120	240	2%
OTROS GASTOS				3304	29%
Alquiler de terreno	ha/campaña	1	2,000	2000	18%
Sistema de riego + Instalación (10 campañas)	Unid.	0.1	6,500	650	6%
Suministro bruto agua de riego	m ³	4358.78	0.2	654	6%
II. COSTOS INDIRECTOS				2042	18%
Costo financieros	%	7	9282.7	650	6%
Gastos administrativos	%	10	9282.7	928	8%
Imprevistos	%	5	9282.7	464	4%
III. COSTO TOTAL POR HECTAREA				11325	100%
V. ANÁLISIS ECONÓMICO					
Valor Bruto de la Producción	S/.			2747	
Utilidad neta	S/.			-8578	
Índice de rentabilidad	%			-75.7	

• Densidad 2: 150 000 plantas/ha, Variedad Negra Collana

Cultivo: Quinua			Densidad de siembra (plantas/ha): 150 000		
Variedad: Negra Collana			Rendimiento (kg/ha): 563.93		
Epoca de Siembra: Septiembre			P. de venta unitario (S/.): 5.5		
RUBROS	Unid.	Cant.	Precio Unit. (S/.)	Precio total (S/.)	Porcentaje (%)
I. COSTOS DIRECTOS				9358	82.0%
MUESTREO DE SUELOS					
Toma de muestra	j/ha	0.5	35	18	0.2%
Análisis de suelo	Caracterización	1	80	80	0.7%
INSUMOS				2974	26.0%
Semillas					
Semilla comun	kg	3.5	50	175	1.5%
Fertilizantes					
Nitrato de amonio	kg	326.6	1.4	444	3.9%
Fosfato monoamónico	kg	131.1	3.4	446	3.9%
Nitrato de potasio	kg	272.7	4.8	1309	11.5%
Pesticidas					
				600	5.3%
MANO DE OBRA				2030	17.8%
Preparación de terreno					
Preparación sistema de riego	j/h	2	35	70	0.6%
Nivelación de camas	j/h	8	35	280	2.5%
Siembra					
Siembra de semillas	j/h	4	35	140	1.2%
Labores culturales					
Riegos	j/h	5	35	175	1.5%
Desmalezados	j/h	14	35	490	4.3%
Aporque	j/h	9	35	315	2.8%
Aplicación fitosanitaria	j/h	10	35	350	3.1%
Cosecha					
Siega, trillado, venteado	j/h	6	35	210	1.8%
MECANIZACIÓN				1050	9.2%
Aradura	hora/maq	3	150	450	3.9%
Nivelación	hora/maq	3	120	360	3.2%
Aporque	hora/maq	2	120	240	2.1%
OTROS GASTOS				3304	28.9%
Alquiler de terreno	ha/campaña	1	2,000	2000	17.5%
Sistema de riego + Instalación (10 campañas)	Unid.	0.1	6,500	650	5.7%
Suministro bruto agua de riego	m3	4358.78	0.2	654	5.7%
II. COSTOS INDIRECTOS				2059	18.0%
Costo financieros	%	7	9357.7	655	5.7%
Gastos administrativos	%	10	9357.7	936	8.2%
Imprevistos	%	5	9357.7	468	4.1%
III. COSTO TOTAL POR HECTAREA				11416	100%
V. ANÁLISIS ECONÓMICO					
Valor Bruto de la Producción	S/.			3102	
Utilidad neta	S/.			-8315	
Índice de rentabilidad	%			-72.8	

• Densidad 3: 200 000 plantas/ha, Variedad Negra Collana

Cultivo: Quinua			Densidad de siembra (plantas/ha): 200 000		
Variedad: Negra Collana			Rendimiento (kg/ha): 757.18		
Epoca de Siembra: Septiembre			P. de venta unitario (S/.): 5.5		
RUBROS	Unid.	Cant.	Precio Unit. (S/.)	Precio total (S/.)	Porcentaje (%)
I. COSTOS DIRECTOS				9433	82%
MUESTREO DE SUELOS					
Toma de muestra	j/ha	0.5	35	18	0.2%
Análisis de suelo	Caracterización	1	80	80	0.7%
INSUMOS				3049	26.5%
Semillas					
Semilla común	kg	5	50	250	2.2%
Fertilizantes					
Nitrato de amonio	kg	326.6	1.4	444	3.9%
Fosfato monoamónico	kg	131.1	3.4	446	3.9%
Nitrato de potasio	kg	272.7	4.8	1309	11.4%
Pesticidas					
				600	5.2%
MANO DE OBRA				2030	17.6%
Preparación de terreno					
Preparación sistema de riego	j/h	2	35	70	0.6%
Nivelación de camas	j/h	8	35	280	2.4%
Siembra					
Siembra de semillas	j/h	4	35	140	1.2%
Labores culturales					
Riegos	j/h	5	35	175	1.5%
Desmalezados	j/h	14	35	490	4.3%
Aporque	j/h	9	35	315	2.7%
Aplicación fitosanitaria	j/h	10	35	350	3.0%
Cosecha					
Siega, trillado, venteado	j/h	6	35	210	1.8%
MECANIZACION				1050	9.1%
Aradura	hora/maq	3	150	450	3.9%
Nivelación	hora/maq	3	120	360	3.1%
Aporque	hora/maq	2	120	240	2.1%
OTROS GASTOS				3304	28.7%
Alquiler de terreno	ha/campaña	1	2,000	2000	17.4%
Sistema de riego + Instalación (10 campañas)	Unid.	0.1	6,500	650	5.6%
Suministro bruto agua de riego	m3	4358.78	0.15	654	5.7%
II. COSTOS INDIRECTOS				2075	18.0%
Costo financieros	%	7	9432.7	660	5.7%
Gastos administrativos	%	10	9432.7	943	8.2%
Imprevistos	%	5	9432.7	472	4.1%
III. COSTO TOTAL POR HECTAREA				11508	100%
V. ANÁLISIS ECONÓMICO					
Valor Bruto de la Producción	S/.			4164	
Utilidad neta	S/.			-7343	
Índice de rentabilidad	%			-63.8	