

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Comparativo en el rendimiento de cuatro líneas de quinua
(*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco, Canaán 2735
msnm - Ayacucho, 2025**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
Bach. Jhonatan Joaquin MENDOZA GOMEZ

ASESOR:
Dr. José Antonio QUISPE TENORIO

AYACUCHO - PERÚ

2026

DEDICATORIA

*A DIOS por haberme dado la vida, salud y
sabiduría para cumplir mis metas.*

*A mis queridos padres Alfredo Mendoza
Taboada y Hermelinda Gómez Cárdenas por
su apoyo incondicional día a día,
dedicación y esfuerzo en mi formación
profesional.*

*A mis hermanos: Josué, Marleny Yamileth
quienes sin esperar nada a cambio,
compartieron momentos de alegría y
tristeza, que siempre estuvieron a mi lado
apoyándome y logrando que este sueño se
haga realidad.*

AGRADECIMIENTO

Primero y antes que nada dar gracias a Dios, por la oportunidad de vivir e iluminarnos nuestra mente y poder darnos ese aliento de vida y seguir creciendo profesionalmente.

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Máter, por brindarme la oportunidad de desarrollar mi capacidad y competencia.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía y a los docentes, quienes me brindaron e inculcaron sus conocimientos y ética en mí, durante mi formación académica para desempeñarme en la vida profesional.

Al asesor el Dr. José Antonio Quispe Tenorio y a la Ing. Ana María Altamirano Pérez, por su orientación y apoyo constante durante todo el proceso de la realización de este trabajo de investigación.

Al Estación Experimental de Canaán - INIA, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de instalar la investigación, lo cual ha sido fundamental para enriquecer mi formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEORICO.....	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas de la investigación.....	7
1.2.1. Origen y distribución geográfica.....	7
1.2.2. Producción nacional de quinua	8
1.2.3. Importancia y uso de la quinua	9
1.2.4. Clasificación taxonómica	11
1.2.5. Morfología de la quinua	12
1.2.6. Fases de desarrollo de la planta	14
1.2.7. Clasificación agroecológica de la quinua.....	17
1.2.8. Variedades comerciales de quinua.....	18

1.2.9. Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de quinua	20
1.2.10. Manejo agronómico del cultivo de quinua	21
1.2.11. Plagas y enfermedades	24
CAPÍTULO II:.....	27
METODOLOGÍA.....	27
2.1. Ubicación del experimento.....	27
2.1.1. Ubicación política	27
2.1.2. Ubicación geográfica	27
2.1.3. Ubicación ecología	27
2.2. Condiciones climáticas	26
2.3. Antecedentes del terreno.....	31
2.4. Análisis de caracterización del suelo.....	31
2.5. Material vegetal	32
2.6. Diseño experimental	32
2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
2.7.1. Unidad experimental	33
2.7.2. Tratamientos	33
2.7.3. Campo experimental	34
2.8. Esquema de distribución de las unidades y campo experimental	34
2.9. Croquis de la unidad experimental.....	35
2.10. Conducción del cultivo	36
2.11. Materiales, equipos e insumos	39

2.12. Parámetros de evaluación	39
2.12.1. Componentes de precocidad	39
2.12.3. Componentes de calidad de grano	41
CAPÍTULO III	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
3.1. Variables de precocidad	43
3.1.1. Días a la emergencia	45
3.1.2. Días a las dos hojas verdaderas	46
3.1.3. Días a las cuatro hojas verdaderas.....	47
3.1.4. Días a las seis hojas verdaderas.....	49
3.1.5. Días al estado de ramificación	50
3.1.6. Días al estado de formación de panojas.....	51
3.1.7. Días a la floración	53
3.1.8. Días al grano lechoso	54
3.1.9. Días al grano pastoso	55
3.1.10. Días a la cosecha	57
3.2. Variables de rendimiento	58
3.2.1. Altura de la planta	59
3.2.2. Longitud de la panoja (cm).....	60
3.2.3. Diámetro de la panoja (cm)	62
3.2.4. Rendimiento de grano por hectárea	65
3.3. Características de calidad de grano	67

3.3.1. Peso de 1000 semillas.....	67
3.3.2. Diámetro grano (mm).....	69
3.3.3. Contenido de saponina	71
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	74
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Producción de quinua en los principales departamentos del Perú, 2019–2023 (toneladas).....</i>	9
Tabla 2 <i>Resumen climático mensual (temperatura, precipitación y evapotranspiración) de la Estación Experimental de Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria – Campaña 2024-2025.....</i>	29
Tabla 3 <i>Resultados del análisis de caracterización del suelo.....</i>	31
Tabla 4 <i>Lineas de quinua de grano blanco</i>	32
Tabla 5 <i>N° de tratamientos de lineas de grano blanco</i>	33
Tabla 6 <i>Promedios generales de los días transcurridos de los variables de precocidad de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....</i>	43
Tabla 7 <i>Cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) de precocidad de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....</i>	44
Tabla 8 <i>Análisis de varianza de altura de planta (cm) de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho. ...</i>	59
Tabla 9 <i>Análisis de varianza de longitud de la panoja (cm) de 04 líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho ...</i>	61
Tabla 10 <i>Análisis de variancia para el diámetro de panoja (cm) en cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	63
Tabla 11 <i>Análisis de variancia para el rendimiento de grano por hectárea (kg/ha) en cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	65
Tabla 12 <i>Análisis de variancia para el peso de 1000 semillas (g) en cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....</i>	67
Tabla 13 <i>Análisis de variancia para el diámetro de grano (mm) en cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	69
Tabla 14 <i>Análisis de variancia para el contenido de saponina en cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa de ubicación de la parcela experimental ubicado en la Estación Experimental Canaán, Ayacucho</i>	28
Figura 2 <i>Climograma de referencia para la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria- campaña 2024-2025</i>	30
Figura 3 <i>Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos</i>	34
Figura 4 <i>croquis de la unidad experimental</i>	35
Figura 5 <i>Prueba de Tukey de los días a la emergencia de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho... ..</i>	45
Figura 6 <i>Prueba de Tukey a las dos hojas verdaderas de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho. ..</i>	46
Figura 7 <i>Prueba de Tukey a las cuatro hojas verdaderas de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	48
Figura 8 <i>Prueba de Tukey a las seis hojas verdaderas de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho. ..</i>	49
Figura 9 <i>Prueba de Tukey de los días al estado de ramificación de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	50
Figura10 <i>Prueba de Tukey de los días al estado de formación de panojas de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	52
Figura 11 <i>Prueba de Tukey número de días a la floración de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	53
Figura12 <i>Prueba de Tukey número de días al grano lechoso de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	55
Figura13 <i>Prueba de Tukey número de días al grano pastoso de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	56

Figura14 Prueba de Tukey de altura de planta de cuatro líneas de quinua de grano blanco (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	60
Figura 15 Prueba de Tukey de longitud de la panoja (cm) de cuatro líneas de quinua de grano blanco (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	62
Figura 16 Prueba de Tukey de diámetro de la panoja (cm) de cuatro líneas de quinua de grano blanco (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	64
Figura17 Prueba de Tukey rendimiento de grano por hectárea de cuatro líneas de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	66
Figura 18 Prueba de Tukey peso de 1000 semillas de cuatro líneas de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	68
Figura19 Prueba de Tukey diámetro de grano de cuatro líneas de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	70
Figura20 Prueba de Tukey de % de saponina de cuatro líneas de quinua de grano blanco (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Cuadro de registro y evaluaciones de campo.....	79
Anexo 2 Galería de fotografías.....	80
Anexo 3 Caracteres morfológicos de las líneas.....	93
Anexo 4 Resultados del análisis del suelo	95

RESUMEN

La investigación se realizó en la Estación Experimental Agraria - Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ubicada en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, Ayacucho, a 2735 msnm, durante el periodo setiembre 2024– marzo 2025. El objetivo fue evaluar la precocidad, rendimiento y calidad de cuatro líneas de quinua de grano blanco. El experimento se condujo bajo un Diseño de Bloques Completos Randomizados (DBCR), con cuatro tratamientos y tres repeticiones. El nivel de abonamiento fue de 100-80-40 de NPK más 300 kg de guano de isla por hectárea. Las variables evaluadas incluyeron estado fenológico, altura de planta, longitud y diámetro de la panoja principal, rendimiento de grano, peso de 1000 semillas, diámetro de grano y contenido de saponina. Los resultados mostraron diferencias en la precocidad, donde las líneas CQH-65 y CQH-62 alcanzaron la madurez fisiológica a los 142 días después de la siembra, siendo los más precoces respecto a la blanca Junín, mientras que el CQH-10 alcanzó a los 157 días después de la siembra y el más tardío fue Blanca Junín con 170 días después de la siembra. En cuanto al rendimiento, CQH-10 destacó con 3429.9kg/ha, seguido por Blanca Junín (3372.82kg/ha), mientras CQH-65 (3249.52kg/ha), y CQH-62 (2089.18 kg/ha). Respecto a la calidad, CQH-10 presentó el peso máximo de 1000 semillas (3.44 g) y en diámetro de grano (2.04mm). El menor contenido de saponina se registró en CQH-65 con 0.01%, mientras que CQH-62 presentó el mayor valor de 0.34% de saponina. Se concluye que la línea CQH-10 mostró el mejor desempeño productivo y de calidad, mientras que CQH-65 destacó por su mayor precocidad y menor contenido de saponina.

Palabras clave: línea, precocidad, rendimiento, calidad de grano.

ABSTRACT

The research was conducted at the Canaan Agricultural Experiment Station of the National Institute of Agricultural Innovation (INIA), located in the district of Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, province of Huamanga, Ayacucho, at 2735 meters above sea level, during the period September 2024–March 2025. The objective was to evaluate the earliness, yield, and quality of four white-grain quinoa lines. The experiment was conducted using a Randomized Complete Block Design (RCBD), with four treatments and three replications. The fertilization level was 100-80-40 NPK plus 6 bags of guano per hectare. The variables evaluated included phenological stage, plant height, length and diameter of the main panicle, grain yield, 1000-seed weight, grain diameter, and saponin content. The results showed differences in earliness, with lines CQH-65 and CQH-62 reaching physiological maturity 142 days after sowing, making them the earliest maturing. CQH-10 reached maturity at 157 days after sowing, while Blanca Junín was the latest at 170 days after sowing. Regarding yield, CQH-10 stood out with 3429.9 kg/ha, followed by Blanca Junín (3372.82 kg/ha), CQH-65 (3249.52 kg/ha), and CQH-62 (2089.18 kg/ha). As for quality, CQH-10 had the highest 1000-seed weight (3.44 g) and grain diameter (2.04 mm). The lowest saponin content was recorded in CQH-65 at 0.01%, while CQH-62 had the highest value at 0.34%. It is concluded that the CQH-10 line showed the best yield and quality performance, while CQH-65 stood out for its earlier maturity and lower saponin content.

Keywords: line, early maturity, yield, grain quality.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo andino que ha sido valorado históricamente por su alto contenido nutricional, resistencia a condiciones ambientales adversas y su importancia cultural en la región andina. Según Bazile, Jacobsen y Verniau (2016), la quinua ha experimentado una expansión global debido a su perfil nutricional completo, que incluye una buena cantidad de proteínas, aminoácidos esenciales y minerales. Esta característica la convierte en un alimento estratégico para la seguridad alimentaria, especialmente en zonas con condiciones climáticas difíciles.

En particular, la quinua cultivada a más de 2700 metros sobre el nivel del mar, como en la estación experimental de Canaán en Ayacucho, Perú, enfrenta desafíos únicos relacionados con la altitud, temperatura y variabilidad climática. Pulvento et al. (2010) destacan que las condiciones mediterráneas y altoandinas afectan directamente el rendimiento y la calidad del grano, por lo que el estudio local de las diferentes líneas genéticas de quinua es crucial para seleccionar variedades adaptadas a estos escenarios específicos.

El rendimiento de las líneas genéticas es un factor determinante en los programas de mejoramiento y producción. Zurita-Silva et al. (2014) indican que la diversidad genética de la quinua proporciona una base sólida para el desarrollo de cultivares que optimicen factores como el tamaño del grano, la resistencia a enfermedades y la capacidad de adaptación ambiental. Esto es especialmente relevante en regiones como Ayacucho, donde la agricultura de pequeña escala depende de cultivares resilientes para garantizar la estabilidad productiva y la sostenibilidad.

Además, Risi y Galwey (1985) sostienen que el mejoramiento genético de la quinua debe enfocarse en maximizar el rendimiento sin sacrificar las cualidades nutricionales y agroecológicas del cultivo. Estudiar comparativamente el rendimiento de cuatro líneas de quinua de grano blanco en la zona específica de Canaán permitirá identificar las variedades con mayor rendimiento y adaptabilidad, apoyando la toma de decisiones en políticas agrícolas y estrategias locales de cultivo.

Considerando lo expuesto, se busca realizar un análisis comparativo del rendimiento de distintas líneas de quinua en un contexto específico como el de Canaán, Ayacucho, no solo contribuirá al conocimiento científico, sino que también fortalecerá la

producción agrícola local, promoviendo un desarrollo sostenible y mejorando la seguridad alimentaria en comunidades andinas

Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de las líneas de quinua de grano blanco, en relación al rendimiento, precocidad y calidad del grano, bajo las condiciones de Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2025.

Objetivos específicos

- 1) Evaluar los componentes de precocidad en las líneas de quinua de grano blanco.
- 2) Evaluar los componentes de rendimiento en las líneas de quinua de grano blanco.
- 3) Evaluar la calidad de grano en las líneas de quinua de grano blanco.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Antezana (2017) en la investigación titulada “Rendimiento de siete cultivares de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). EEA Canaán- INIA, 2735 msnm. Ayacucho” determino lo siguiente:

Con el objetivo de evaluar los caracteres de precocidad, productividad, incidencia de principales plagas, enfermedades y las características morfológicas, se utilizó el diseño bloque completo randomizado (DBCR). Para la evaluación utilizaron siete cultivares de quinua de grano blanco (Compuesto B, Compuesto Blanca Junín Huancayo, Compuesto 7/97, Selección Blanca, Compuesto Blanco Ayacucho, Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo y Blanca Junín Ayacucho), estos fueron seleccionados por el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos. Los cultivares (Compuesto 7/97, Compuesto Precoz Blanca Junín Huancayo), el (Compuesto Blanca Junín Huancayo), y el (Compuesto B, Selección Blanca, Compuesto Blanco Ayacucho y Blanca Junín Ayacucho) resultaron ser precoces, alcanzado la madurez de cosecha en 121, 126 y 137 días después de la siembra. Con el rendimiento más alto fue del Compuesto 7/97 ($2312.5 \text{ kg.ha}^{-1}$) y el más bajo fue de la Selección Blanca ($1645.8 \text{ kg.ha}^{-1}$), sin diferencia estadística entre los cultivares. Seguido de las enfermedades encontrados con mayor incidencia fueron; presencia de Mildiu evaluados con 15% a 12% y la chupadera fungosa se encontró en 7% a 4% en promedio en los cultivares y mancha foliar con 1%. Dentro las principales plagas fueron; Diabrotica spp., con un promedio de 15% a 8.7% y el pulgón de 6% a 3%, con diferencias en porcentajes entres los cultivares respectivamente. Entre los cultivares estudiados resaltan tener características homogéneas; por su tamaño de grano, color de grano, forma de panoja amarantiforme y glomerulada, considerándose que el contenido saponina evaluados varían en 0.01 a 0.06% dulces.

Bellido (2017) en la investigación titulada “Caracterización y rendimiento de cinco cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco en Canaán a 2735 msnm – Ayacucho” determino lo siguiente:

Con el objetivo de evaluar la madurez temprana, rasgos de rendimiento y características de cinco variedades de quinua de grano blanco Blanca de Junín Huancayo, Compuesta B, Hualhuas, Blanca de Junín Ayacucho y Choclito; Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar para 05 variedades (tratamientos) y cuatro bloques. Para la evaluación se seleccionaron al azar 10 plantas de cada unidad experimental y se tuvieron en cuenta eventos fenológicos. Entre las variedades más tempranas se encuentran las variedades Hualhuas y Blanca de Junín Ayacucho.

Davalos (2022) en la investigación intitulado “Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina del grano de 14 líneas promisorias y una variedad de quinua (*Chenopodium quinoa* willdenow) en K’ayra - San Jerónimo – Cusco” Determino lo siguiente:

Fue realizado entre setiembre 2018 a setiembre 2019. El objetivo general planteado fue evaluar el rendimiento de grano, las características agrobotánicas y el nivel de saponina de líneas promisorias y una variedad de quinua. Se utilizó diseño experimental de Bloques Completamente al Azar, con 15 tratamientos, cuatro repeticiones, constituido por 60 unidades experimentales. Los resultados fueron procesados en el programa Excel. Las líneas y la variedad testigo presentaron igual peso de broza por planta, las líneas L-203-14 y L-225-14 mostraron mejor peso de granos por hectárea con 6.99 y 6.89 t/ha la línea L-273-14 mostró mejor peso de grano por planta con 57.83 g y la línea L-241-14 presentó el mejor peso de 1000 granos con 4.19 g. La línea L-203-14 presentó mejor altura de planta con 203.5 cm, mejor diámetro de tallo con 19.73 mm y mayor número de ramas primarias con 21.63. Las líneas y la variedad testigo estadísticamente presentaron igual longitud de peciolo, longitud máxima y ancho máximo de hoja. La línea L-210-14 presentó mayor número de dientes de la hoja. La línea L-225-14 presentó mayor longitud de panoja.

León (2024) en la investigación titulado “Comparativo de rendimiento de grano, características agrobotánicas y contenido de saponina de 14 líneas y variedad cica 18 (*Chenopodium quinoa* Willd) en condiciones del centro agronómico k’ayra, distrito San Jerónimo, provincia y región Cusco” determino lo siguiente:

Se llevó a cabo entre setiembre de 2021 y setiembre de 2022. Los objetivos fueron: comparar el rendimiento de grano de quinua, evaluar las características agronómicas, caracterizar las variables botánicas y analizar el contenido de saponina del grano a la cosecha de 14 líneas de quinua y de la variedad CICA 18. Para ello, se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 15 tratamientos y cuatro repeticiones, las unidades experimentales fueron en total 60. Para las evaluaciones agro botánicas se realizaron sobre 10 plantas seleccionadas al azar dentro de la parcela neta de la unidad experimental. Entre los principales resultados obtenidos, se destaca: La línea L-229-14 obtuvo el mayor rendimiento de grano por planta con 166.20 g, mientras que el rendimiento por hectárea más alto fue de la línea L-237-14 con 11.30 t/ha. La línea L-226-14 presento el mayor promedio de broza con 2.96 g, la variedad CICA 18 con 4.64 g para peso de 1000 granos. En cuanto las características agrobotánicas las líneas que sobre salieron fueron: La línea L-227-14 con 232.2 cm para altura de planta; la línea L-226-14 en diámetro de tallo con 2.62 cm y longitud de peciolo con 6.66 cm; longitud de panoja la L-232-14 con 80.80 cm, la línea L-229-14 diámetro de panoja

Núñez (2018) el presente trabajo de investigación titulado “Fenología de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en dos épocas de siembra. Canaán - INIA a 2735 msnm – Ayacucho” se determinó lo siguiente:

Se realizó en la Estación Experimental Agraria Canaán - INIA, en dos épocas de siembra. Los objetivos fueron: a) Caracterizar los estados fenológicos de cuatro variedades de quinua en dos épocas de siembra, b) Evaluar el efecto de la temperatura y precipitación, c) Evaluar el efecto de la radiación solar en los diferentes estados de crecimiento y desarrollo en cuatro variedades de quinua, d) Determinar la evapotranspiración potencial del cultivo y eficiencia de uso del agua de la variedad Blanca de Junín mejorado y e) Determinar la variedad de quinua de mejor rendimiento bajo las condiciones climáticas de nuestra zona. Los tratamientos fueron Blanca de Junín, Killahuamán, Pasankalla y Salcedo INIA, en dos épocas de siembra. Se empleó el diseño bloque completo randomizado, con arreglo factorial de variedades por épocas de siembra con cuatro repeticiones. Las características evaluadas fueron: Altura de planta, peso de panoja, peso de grano por panoja, peso de 1000 semillas, índice de cosecha, rendimiento de grano; estados fenológicos, longitud de raíz, peso seco total aéreo, área foliar, índice de

área foliar y biomasa; además, se consideró a las variables climáticas: Temperatura, precipitación, radiación y evapotranspiración. Los resultados fueron: las condiciones ambientales estudiadas fueron mayores y favorables en el crecimiento y desarrollo para la primera época de siembra en las cuatro variedades, pero fue más tardío en llegar a la madurez fisiológica que en la segunda época, con 108, 111, 123, 123 dds para la primera época y 94, 101, 114, 119 dds para la segunda época para las variedades Salcedo INIA, Pasankalla, Killahuamán, Blanca de Junín, en ese orden; sin embargo los mayores rendimientos también se dieron en la segunda época que en la primera, con 2291, 1766, 963, 1292 kg de grano por hectárea para la primera época y 2679, 1870, 149 y 1418 kg de grano por hectárea para la segunda época, para las variedades Blanca de Junín, Killahuamán, Pasankalla, Salcedo INIA, según ese orden. A su vez la evapotranspiración del cultivo fue mayor en la segunda época que en la primera.

1.2. Bases teóricas de la investigación

1.2.1. Origen y distribución geográfica

Bazile y Baudron (2014) sostienen que la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) tiene su origen en la región andina, donde ha sido cultivada durante más de 5.000 años. Se considera que su domesticación ocurrió en áreas que hoy forman parte de Perú y Bolivia, principalmente alrededor del lago Titicaca, territorio reconocido por su amplia biodiversidad y por constituir un importante centro de origen de distintas especies cultivadas.

Mujica et al. (2004); citado por Estrada et ál. (2014). Menciona que, Pedro de Valdivia fue el primer cronista español que reportó el cultivo de quinua. Al examinar los cultivos en los alrededores de Concepción, señaló: “los indígenas también siembran quinua junto con otras plantas para su alimentación”. Posteriormente, Garcilaso Inca de la Vega, en sus Comentarios Reales, manifestó: "la segunda clase de mieses que crecen sobre la faz terrestre se les conoce como 'quinua' o 'mijo' o arroz pequeño; porque se le asemeja un poco en el grano y en el color.

A partir del último tercio del siglo XX, esta especie experimentó una importante expansión geográfica en el continente americano, extendiéndose desde la región andina hacia diversos países de América del Sur. Este proceso fue impulsado por iniciativas de investigación y transferencia tecnológica promovidas por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), mediante programas como PROCISUR y PROCIANDINO, con el apoyo de organismos internacionales como la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Posteriormente, su introducción en Centroamérica, especialmente en México y Guatemala, respondió inicialmente a objetivos de investigación y al desarrollo de su producción con fines comerciales. Más adelante, la especie ingresó a los mercados de Estados Unidos y Canadá, donde fue consumida en un primer momento por comunidades de inmigrantes andinos, principalmente provenientes de Perú, Bolivia y Ecuador. Con el transcurso del tiempo, este alimento alcanzó una mayor aceptación y se incorporó a los mercados de productos naturales y orgánicos, además de formar parte de la oferta gastronómica de restaurantes gourmet y vegetarianos (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2015).

1.2.2. Producción nacional de quinua

Según el Informe de (Ministerio De Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2026), en 2025, el Perú exportó 54,7 mil toneladas de quinua, cuyo valor superó los 152 millones de dólares estadounidenses. Estos resultados consolidaron al país como el principal productor y exportador mundial de este grano, superando a Bolivia. Los principales destinos de las exportaciones peruanas fueron Estados Unidos, seguido de Canadá, Italia, Reino Unido, España, Países Bajos y Alemania, entre otros mercados. Asimismo, el volumen exportado registró un incremento superior al 13 % en comparación con el año 2024, lo que evidencia el crecimiento sostenido de la demanda internacional por este producto.

Según el Informe de (Ministerio De Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2026), en el año 2025, la producción conjunta de los granos andinos en el Perú la (quinua, tarhui, cañihua y kiwicha) alcanzó las 153 400 toneladas. Esta actividad generó aproximadamente 5,4 millones de jornales agrícolas, además de empleo en las diferentes etapas de la cadena de valor, incluyendo la asistencia técnica, el transporte, la estiba, la selección, la clasificación, el procesamiento, la comercialización y otras actividades relacionadas. Del total producido, la quinua aportó cerca del 80 %, destinándose aproximadamente la mitad de su producción al mercado internacional. En contraste, la cañihua, la kiwicha y el tarhui se orientan principalmente al consumo interno. En conjunto, estos cultivos representan una importante fuente de ingresos y sustento para miles de productores, en particular para las familias dedicadas a la agricultura familiar.

Según el Informe de (Ministerio De Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2026), estos cultivos son reconocidos como súper alimentos debido a su elevado valor nutricional y constituyen la principal fuente de sustento para más de 120 mil familias de pequeños productores agrícolas.

1.2.2.1. Distribución regional de producción

La quinua se cultiva en 17 de los 24 departamentos del Perú. No obstante, aproximadamente el 94 % de la producción nacional se concentra en seis departamentos, debido principalmente a la existencia de condiciones agroclimáticas

favorables y a la ampliación de las áreas destinadas al cultivo (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2024).

Tabla 1

Producción de quinua en los principales departamentos del Perú, 2019–2023
(toneladas)

Departamento	2019	2020	2021	2022	2023
Puno	39 539	39 618	41 337	45 188	7 267*
Ayacucho	15 832	23 449	22 432	27 837	28 222
Apurímac	11 308	11 888	10 857	12 733	13 433
Cusco	4 218	6 767	13 020	10 337	4 232
Arequipa	8 461	8 644	7 254	5 534	6 512
Junín	3 470	4 233	5 442	6 196	5 214

Nota. Elaboración propia con base en información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2025).

Su producción se concentra principalmente en las regiones de Puno, Ayacucho, Apurímac, Junín, Cusco, La Libertad, Arequipa, Huancavelica y Huánuco, entre otros departamentos del país, donde tradicionalmente se cultivan los denominados "granos de los incas"(Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2026).

1.2.3. Importancia y uso de la quinua

La quinua constituye uno de los cultivos más representativos de la agricultura peruana debido a su elevado valor nutricional y a su creciente importancia económica. En las últimas décadas, el incremento de su producción y de sus exportaciones ha permitido que el Perú se consolide como uno de los principales productores de este grano a nivel mundial (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2024).

En el ámbito productivo, la agricultura familiar desempeña un papel esencial en el desarrollo del cultivo de la quinua. En departamentos como Puno, alrededor del 99 % de los 212 000 productores pertenecen a este sector, administrando aproximadamente el 87 % de la superficie agropecuaria. Este sistema de producción se caracteriza por el predominio de unidades agrícolas de pequeña escala, donde la mano de obra familiar constituye el principal recurso para las actividades agrícolas. En este contexto, la producción de quinua representa una importante fuente de ingresos y sustento para miles

de familias dedicadas a la agricultura familiar (MIDAGRI, 2015, como se citó en Arosi et al., 2023).

1.2.3.1. Valor nutritivo

De acuerdo con Campos et al. (2022), el interés científico por la quinua ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a sus sobresalientes propiedades nutricionales y funcionales. Uno de los aspectos más relevantes de este pseudocereal es que contiene todos los aminoácidos esenciales, una característica poco común entre los alimentos de origen vegetal. Además, su riqueza en compuestos bioactivos le confiere un importante potencial para contribuir a la prevención de la desnutrición y a la reducción del riesgo de diversas enfermedades. Los autores también destacan que las hojas de quinua poseen un elevado valor nutricional y una significativa capacidad antioxidante, atribuida a su alto contenido de proteínas, compuestos fenólicos y otros metabolitos bioactivos, lo que las convierte en un recurso alimentario con importantes beneficios para la salud.

En la misma línea, Vargas et al. (2019) sostienen que tanto los granos como las hojas de quinua son considerados alimentos de alto valor nutricional, ya que aportan compuestos funcionales como polifenoles, flavonoides y fitosteroles, además de proporcionar los tres macronutrientes esenciales: carbohidratos, proteínas y lípidos. Asimismo, presentan un perfil equilibrado de aminoácidos esenciales, destacando la metionina y la lisina, e incorporan una amplia variedad de vitaminas y minerales indispensables para el organismo. Los autores también señalan que su contenido de ácidos grasos, junto con la elevada concentración de vitamina E, favorece la estabilidad oxidativa del alimento y refuerza su importancia dentro de una alimentación saludable.

1.2.3.2. Usos de la quinua

En comparación con otros cereales de consumo habitual, la quinua destaca por su superior calidad nutricional, al presentar mayores concentraciones de vitaminas y minerales que el arroz, el maíz y el trigo. Además, sus propiedades tecnológicas, como la elevada solubilidad en agua y la capacidad de retención de grasa, favorecen su incorporación en una amplia variedad de productos y preparaciones alimenticias. Diversas investigaciones han demostrado que su consumo aporta múltiples beneficios para la salud, debido a sus propiedades nutraceuticas. Entre estas se encuentran su actividad antioxidante y antiinflamatoria, la capacidad para reducir los niveles de

colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y de glucosa en sangre, contribuir a la disminución del índice de masa corporal, favorecer la prevención del cáncer de colon, apoyar el tratamiento de enfermedades cutáneas y ejercer efectos diuréticos (Aguilar et al., 2021, p. 233).

Por otra parte, las saponinas presentes en la cubierta externa del grano deben eliminarse antes de su consumo, ya que son responsables de su característico sabor amargo. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que estos compuestos poseen un importante potencial funcional, al atribuírseles propiedades antioxidantes, antibióticas, antiinflamatorias e hipocolesterolémicas, además de un posible efecto coadyuvante en el tratamiento de la diabetes mellitus (Aguilar et al., 2021, p. 233).

1.2.3.3. Rendimiento

Durante el quinquenio 2020-2024, el rendimiento de quinua por hectárea en el Perú aumentó de 1 480 kg/ha a 1 797 kg/ha, lo que representa un incremento del 21,4 %. Esta mejora estaría relacionada con la utilización de variedades mejoradas desarrolladas por el INIA y la implementación de prácticas agrícolas más eficientes en las principales zonas productoras del país. Asimismo, este avance se vincula con las acciones de promoción y asistencia técnica impulsadas por el INIA y diversas organizaciones no gubernamentales (ONG) orientadas al desarrollo de la agricultura orgánica [MIDAGRI], 2024).

1.2.4. Clasificación taxonómica

Apaza et al. (2013), ha propuesto la siguiente clasificación:

Reino: Vegetal

División: Fanerógama

Clase: Dicotiledónea

Sub clase: Angiospermas

Orden: Centrospermas

Familia: Chenopodiaceae

Género: *Chenopodium*

Sección: *Chenopodia*

Sub sección: Celulata

Especie: *Chenopodium quinoa* Willdenow

1.2.5. Morfología de la quinua

Según Mujica et al. (2004), la quinua es una planta herbácea de ciclo anual que posee una amplia distribución geográfica. Asimismo, presenta una considerable variabilidad morfológica, de coloración y de comportamiento agronómico, características que se modifican en función de las condiciones agroecológicas de las distintas regiones donde se cultiva.

a) Planta

Mujica et al. (2021), menciona que, la planta es erguida, su altura varía entre 30 y 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, los genotipos, las condiciones ambientales y la fertilidad del suelo. Las variedades de valle tienden a ser más altas que aquellas que crecen a más de 4,000 msnm y en zonas frías. En áreas protegidas y con suelos fértiles, las plantas alcanzan su mayor altura. Su color también varía según los genotipos y las fases fenológicas, y se clasifica como una planta C3 (p.11).

b) Raíz

Gómez y Aguilar (2016), indican que la raíz es del tipo pivotante, compuesta por una raíz principal de la cual se originan numerosas raíces laterales altamente ramificadas. La longitud de las raíces varía entre 0,8 y 1,5 m. Su crecimiento y desarrollo depende del genotipo, tipo de suelos, nutrición, humedad entre otros factores (p.7).

Apaza et al. (2013), señala que es una raíz fundamentalmente robusta, fuerte y extensa, capaz de llegar a una profundidad de hasta 1,80 cm, con una estructura altamente ramificada y fibrosa, lo que le otorga una gran resistencia a la sequía (p. 26).

c) Tallo

Gómez y Aguilar (2016) indican que el tallo muestra una forma cilíndrica en su unión con el cuello de la raíz, pero al alejarse del suelo, adopta una estructura angular en las áreas donde emergen las hojas y las ramas. Su corteza, compuesta por tejidos fuertes y lignificados, es firme y compacta. En su etapa juvenil, la médula del tallo es suave, pero al madurar, se vuelve esponjosa y seca; al momento de la cosecha, esta médula se desprende dejando el tallo hueco o vacío (p.7).

Mujica et al. (2021) señala que, “el diámetro del tallo está influenciado por la duración del ciclo vegetativo, a mayor ciclo vegetativo mayor diámetro del tallo y viceversa” (p.23).

d) Hojas

Mujica et al. (2021) menciona que las hojas de la quinua presentan un claro polimorfismo. Las hojas más bajas son de forma romboide, delta o triangular, con un tamaño que puede llegar hasta 15 cm de largo y 12 cm de ancho. Estas hojas pueden ser dentadas, aserradas o lisas a medida que se asciende en la planta, el tamaño de las hojas disminuye, siendo las que sobresalen de la inflorescencia lineal o lanceolada, con una longitud de 10 mm de largo por 2 mm de ancho (p.16).

e) Inflorescencia

Gómez y Aguilar (2016) indica que es una panoja cuya longitud varía entre 15 y 70 cm. Usualmente se localiza en el extremo superior de la planta y de las ramas. Presenta un eje principal, ejes secundarios y terciarios. Según la forma y disposición de los glomérulos (agrupaciones de flores), se clasifica en tipos amarantiformes, glomeruladas e intermedias (p.14).

Meza (2010) menciona que, en ocasiones, la inflorescencia se distingue claramente del resto de la planta, siendo terminal y sin ramificaciones; sin embargo, en otros casos, no hay una diferenciación evidente, ya que el eje principal presenta ramificaciones que le otorgan a la panoja (p.22).

f) Flores

Gómez y Aguilar (2016), indican que las flores son sésiles o pediceladas y se agrupan en glomérulos. La ubicación de los glomérulos en la inflorescencia, así como la disposición de las flores dentro de cada glomérulo, son factores que determinan el tamaño y el número de los granos o frutos (p.9).

Apaza et al. (2013) señala que las flores no tienen pétalos y pueden ser hermafroditas (con pistilos y estambres), ubicadas en la parte superior del glomérulo. El pistilo (femenino) se encuentra en la parte inferior del glomérulo, mientras que el masculino está estéril compuesto por pistilo y estambres estériles. Los tres tipos de flores pueden coexistir en la misma planta. Normalmente, el cáliz de la flor consta de cinco

sépalos, el estigma central del pistilo tiene, entre dos o tres ramas, y la flor con cuatro ovarios presenta 3, 4, 6 y 7 estambres (p.23).

g) Fruto

Gómez y Aguilar (2016) señala que, el fruto está formado por el pericarpio (la capa exterior del fruto) y la semilla. El pericarpio se encuentra unido a la capa de la semilla, y la intensidad de esta unión varía. Su superficie presenta alveolos y contiene saponina, que es la responsable del sabor amargo del grano. El diámetro del fruto puede variar (p.10).

h) Semillas

Mujica et al. (2021), indica que una semilla está formada por tres partes diferenciadas: el epispermo, el embrión y el perispermo. El epispermo tiene cuatro capas: la capa externa, que es rugosa y quebradiza, se desprende fácilmente al frotarla y contiene saponinas; la segunda capa es fina y lisa, y solo se observa cuando la capa externa se vuelve translúcida; la tercera capa es de color amarillo, mientras que la cuarta capa es translúcida. El embrión está compuesto por dos cotiledones y una radícula, que representa el 30% del volumen total de la semilla que rodea al perispermo (p.31)

1.2.6. Fases de desarrollo de la planta

Apaza et al. (2013) menciona que, “las etapas fenológicas abarcan las distintas fases de crecimiento vegetativo, delineando el desarrollo de la planta durante su ciclo. La duración varía entre 150 y 180 días, dependiendo de la variedad y el entorno; el desarrollo está influenciado por el genotipo y el ambiente.”

a) Emergencia

Calla (2012) señala que, ocurre después de 7-10 días de la siembra la plántula sale del suelo, se observan las hojas cotiledóneas (p.12).

b) Dos hojas verdaderas

Apaza et al. (2013) menciona que, “esta etapa se presenta entre 16 y 20 días tras la siembra, con plántulas que alcanzan alturas de 1.5 a 2 cm. Las hojas miden entre 0.7 y 1.0 cm de largo, con un ancho de 0.3 a 0.6 cm, y las raíces tienen longitudes de 6.5 a 8.3 cm”.

Calla (2012) afirma que, en esta etapa se observa 2 hojas verdaderas encima de las cotiledóneas esto ocurre después de 15 a 20 días después de la siembra.

c) Cuatro hojas verdaderas

Calla (2012) afirma que, se observa 2 a 3 pares de hojas verdaderas, las cotiledonales se vuelven amarillentas.

Mujica et al. (2021) describen que, entre los 25 y 30 días tras la siembra, la plántula demuestra alta resistencia al frío y la sequía, pero es altamente vulnerable al daño por insectos masticadores como la diabrotica.

d) Seis hojas verdaderas

Calla (2012) señala que esta fase se presenta entre los 35 y 45 días después de la siembra, cuando las puntas de crecimiento quedan claramente protegidas por la mayoría de las hojas maduras.

e) Ramificación

Calla (2012) afirma que, esta fase se observa 8 hojas, las cotiledóneas se caen este generalmente ocurre después de los 45 a 50 días.

f) Inicio de panoja miento

Mendoza (2013) menciona que, a los 55-60 días después de la siembra, la inflorescencia empieza a emerger en la punta de la planta, envuelta por racimos de hojas pequeñas que contienen cristales de oxalato de calcio, cubriendo tres cuartas partes de la panoja. Durante este período, las primeras hojas verdaderas amarillean y dejan de ser activas en la fotosíntesis. El tallo se alarga y engrosa significativamente. En esta etapa, se observa el ataque inicial de la primera generación de *Eurissacca quinoa* Povolmy, conocida como "kcona-kcona".

g) Panoja miento

Mendoza (2013) menciona que esta etapa, la inflorescencia se destaca claramente sobre las hojas, revelando los grupos de flores que la componen. Además, se pueden distinguir los botones florales individuales en los grupos de la base, este proceso suele ocurrir alrededor de los 65 a 75 días después de la siembra.

h) Inicio de floración

Apaza et al. (2013) Afirma que el proceso de floración inicia en la parte superior de la panícula y progresa hacia la base, ocurriendo aproximadamente entre los 80 y 90 días después de la siembra.

Calla (2012) menciona que, se observa la flor hermafrodita abierta con estambres separados esto ocurre después de 75 a 80 días de la siembra.

i) Floración

Calla (2012) Indica que, en esta etapa, se puede observar hasta un 5% de flores abiertas al mediodía, lo cual ocurre entre los 90 y 100 días después de la siembra.

Apaza et al. (2013) afirma que esta, es un período crítico para el riesgo de moho; las heladas prolongadas y el granizo pueden esterilizar el polen. Es un momento adecuado para evaluar la presencia de mildiu y se produce la floración entre los 95 y 130 días después de sembrar la planta.

j) Grano lechoso

Mendoza (2013) Indica que, en esta fase, cuando los frutos se presionan entre las uñas de los pulgares, se estallan y liberan un líquido lechoso. Este proceso ocurre entre los 100 y 130 días después de la siembra. Durante esta etapa, la falta de agua resulta perjudicial para la producción. (p.24).

Calla (2012) menciona que, en esta etapa se observa un líquido blanquecino del fruto al ser presionado esto ocurre después de 100 a 130 días de la siembra.

k) Grano pastoso

Mujica et al. (2021) Indica que, al presionar el grano, este presenta una textura blanda y blanca. Este fenómeno ocurre entre los 130 y 160 días después de la siembra. Durante esta etapa, las plagas como el Kcona-kcona y aves como el gorrión y la paloma pueden causar daños significativos al alimentarse de los cultivos, construir nidos y consumir el grano.

l) Madurez fisiológica

Mendoza (2013) Señala que la madurez fisiológica se alcanza cuando el grano desarrollado resiste la presión de las uñas al ser presionado, y ocurre entre los 160 y 180 días después de la siembra. El contenido de humedad del grano varía entre el 14% y 15%.

El periodo que va desde la floración hasta la madurez fisiológica es crucial para el llenado del grano además, durante esta etapa, la planta experimenta un amarilleo y pierde completamente sus hojas que afecta tanto la calidad y el sabor del grano (p.14).

1.2.7. Clasificación agroecológica de la quinua

De acuerdo con Veas y Cortés (2016), la quinua presenta una notable capacidad de adaptación, ya que puede cultivarse en suelos con diferentes características texturales. Asimismo, es capaz de desarrollarse en zonas donde las precipitaciones anuales varían entre 0 y 1000 mm, desde el nivel del mar hasta altitudes cercanas a los 4000 m s. n. m. Del mismo modo, este cultivo tolera un amplio rango de temperaturas, desde valores inferiores a 0 °C hasta superiores a 30 °C.

- **Quinuas de los valles**

Según Veas y Cortés (2016), las variedades de quinua de los valles han sido adaptadas a los valles interandinos ubicados entre los 2500 y 3500 m s. n. m. Estas se distinguen por su elevado porte, alcanzando alturas superiores a 2,4 metros, además de presentar una arquitectura ramificada y panículas cuya densidad puede variar de laxa a intermedia.

- **Quinuas al nivel del mar**

Veas y Cortés (2016) señalan que las variedades de quinua cultivadas al nivel del mar se encuentran principalmente en las zonas de Linares y Concepción, alrededor de los 36° de latitud sur. Estas plantas presentan un vigor moderado y una altura comprendida entre 1,0 y 1,4 metros. Además, poseen una estructura ramificada y producen granos de color crema con una apariencia traslúcida. Los autores también indican que algún eco tipos originarios de Chiloé, conservados en colecciones de germoplasma en Argentina, se encuentran actualmente en proceso de reintroducción en la Isla Grande de Chiloé. (p.12)

- **Quinuas altiplánicas**

De acuerdo con Veas y Cortés (2016), las quinuas altiplánicas se han adaptado a las planicies del altiplano, localizadas principalmente entre los 3600 y 4000 m s. n. m. Esta región alberga la mayor variabilidad de la especie, reflejada en sus características morfológicas, agronómicas, fisiológicas y nutricionales, así como en la diversidad de usos que presenta. En este grupo se concentra la mayoría de las variedades tradicionales y

comerciales, las cuales generalmente poseen tallos simples o con escasa ramificación, una panoja apical compacta y una altura que varía entre 0,5 y 1,5 metros.

- **Quinuas de los salares**

Según Veas y Cortés (2016), las quinuas de los salares se desarrollan en las planicies elevadas del sur de Bolivia, conocidas como salares, donde predominan condiciones desérticas con precipitaciones cercanas a los 300 mm anuales. Aunque presentan características morfológicas similares a las quinuas altiplánicas, se diferencian por producir granos de mayor tamaño, con diámetros superiores a 2,2 mm. Entre estas variedades destacan aquellas denominadas "Quinoa Real", ampliamente reconocidas por sus características particulares.

- **Quinuas subtropicales**

Veas y Cortés (2016) indican que las quinuas subtropicales se encuentran adaptadas a las condiciones ambientales de las Yungas de Bolivia, distribuyéndose entre los 1500 y 2000 m s. n. m. Estas variedades se caracterizan por presentar un crecimiento ramificado y alcanzar una altura aproximada de 2,20 metros. Además, durante su desarrollo experimentan un cambio en la coloración de su follaje, pasando de un verde oscuro en la etapa vegetativa a una tonalidad naranja intensa durante la floración, color que también se observa en sus granos.

1.2.8. Variedades comerciales de quinua

León (2003), citado en Ore (2018), señala que las variedades de quinua con mayor difusión y aceptación en el mercado corresponden principalmente a aquellas de grano blanco y a la variedad Pasankalla.

En relación con las variedades de grano blanco, León (2003), citado en Ore (2018), menciona que entre las más representativas se encuentran Illpa-INIA, Salcedo-INIA, Chewecca, Blanca de Juli, Tahuaco, Kancolla, Camacani I y Camacani II, las cuales son ampliamente cultivadas y comercializadas debido a su aceptación en el mercado.

- **Grano de color Pasankalla**

Según León (2003), citado en Ore (2018), la variedad Pasankalla se caracteriza por presentar granos cuya coloración oscila entre tonalidades plomizas y rosadas.

Asimismo, posee un sabor amargo y un ciclo vegetativo tardío. A pesar de estas características, esta variedad goza de una importante demanda en el mercado internacional, principalmente por sus propiedades favorables para los procesos de transformación agroindustrial.

- **Variedad INIA 441 – Señor del Huerto**

Fue desarrollada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y liberada oficialmente en el año 2020 con el propósito de incrementar la productividad y competitividad del cultivo de quinua en la sierra sur del Perú y en zonas con condiciones agroecológicas similares. Esta variedad se caracteriza por su elevado potencial de rendimiento, alcanzando en promedio entre 2,95 y 3,20 t/ha, con un potencial máximo de hasta 4,03 t/ha bajo condiciones favorables de manejo. Además, produce granos de color blanco, con un diámetro aproximado de 2,03 mm, los cuales presentan buenas características para su procesamiento y transformación agroindustrial. Asimismo, destaca por su alto contenido de proteínas y su adaptación a las condiciones climáticas de la región andina, constituyéndose como una alternativa para mejorar la rentabilidad y la calidad de la producción de quinua (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2020).

- **Variedad Blanca de Junín**

La Blanca de Junín es una de las variedades tradicionales de quinua más representativas de la sierra central del Perú, ampliamente cultivada en la región Junín debido a su buena adaptación a las condiciones agroecológicas alto andinas. Se caracteriza por producir granos de color blanco, de tamaño mediano y con buena aceptación comercial, además de presentar un ciclo vegetativo intermedio y un rendimiento estable bajo condiciones de manejo convencional. Sin embargo, esta variedad presenta una susceptibilidad moderada al mildiu (*Peronospora variabilis*), aspecto que ha motivado el desarrollo de nuevos cultivares con mayor tolerancia a esta enfermedad. La importancia de la Blanca de Junín ha sido tal que ha sido utilizada como variedad testigo en diversos programas de mejoramiento genético de quinua desarrollados en el Perú (Tejada, 2020).

1.2.9. Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de quinua

Pérez (2005) Indica que, en la sierra central, las condiciones climáticas son muy diversas, con precipitaciones mínimas anuales que varían entre 300 y 500 mm. Un aumento en las precipitaciones favorece la incidencia de enfermedades fungosas.

Suelo

Pérez (2005) Señala que la quinua se desarrolla de manera óptima en suelos francos, franco-arenosos y franco-arcillosos, siempre que estos cuenten con buen drenaje y una adecuada cantidad de materia orgánica. El cultivo puede crecer en terrenos con pendientes moderadas o ligeramente planas, y el pH del suelo puede oscilar entre 5,5 y 7, considerando que existen genotipos capaces de adaptarse a suelos (p.10)

Orgaz (2020) Indica que el cultivo de la quinua necesita suelos francos o franco-arenosos, ricos en materia orgánica y con un alto nivel de nutrientes, ya que es una planta que demanda grandes cantidades de nitrógeno y calcio y un buen drenaje (p.17).

pH

Según León (1964), citado en Flores (2018), la quinua se caracteriza por su amplia capacidad de adaptación a diferentes condiciones edáficas. Esta especie puede desarrollarse y producir satisfactoriamente en suelos con valores de pH comprendidos entre 6,5 y 8,5, además de tolerar niveles de conductividad eléctrica de hasta 12 mmhos/cm, lo que evidencia su capacidad para crecer en ambientes con moderada salinidad.

Agua

Gómez y Aguilar (2016) señala que en los andes, la temporada de lluvias va de septiembre a junio, con variaciones de precipitación anual: 600-800 mm en los Andes Ecuatorianos, 400-500 mm en Perú, 500-800 mm cerca del Lago Titicaca, 200-300 mm en el sur de Bolivia y 800-1000 mm en la Zona Central de Chile. La quinua se adapta a un rango de 300 mm a 1000 mm de lluvia, siendo óptima entre 500 y 800 mm. La falta de humedad afecta la germinación y el crecimiento, requiriendo de 60 a 100 mm para el establecimiento. La quinua muestra resistencia a la sequía por su sistema radicular, reducción de hojas, presencia de oxalato de calcio y adaptaciones celulares para conservar la humedad.

Altitud

Pérez (2005) Indica que el cultivo de la quinua presenta una amplia y variada capacidad de adaptación, según los genotipos y variedades, y puede crecer a altitudes que van desde los 2500 a 3700 msnm.

Mujica et al. (2021) Indica que en Perú, la quinua crece desde el nivel del mar hasta los 4.000 metros de altitud, un rango más amplio que en otros países, debido a la diversidad de variedades de quinua en comparación con otros países.

Temperatura

Gómez y Aguilar (2016) señala que, la quinua, con su diversidad genética, se adapta a varios climas, desde entornos calurosos y secos hasta temperados lluviosos o secos. Sus temperaturas ideales para crecer oscilan entre 15 y 25°C. Aunque tolera heladas y altas temperaturas en etapas tempranas, durante la floración hasta el grano pastoso es vulnerable. Las temperaturas extremas causan esterilidad de polen y afectan el crecimiento, generando granos inmaduros o de bajo peso, dependiendo del momento del estrés térmico.

1.2.10. Manejo agronómico del cultivo de quinua

a) Preparación de terreno

Pérez (2005) señala que, la preparación adecuada del suelo es crucial para la siembra de quinua. Se recomienda asegurar un suelo bien mullido, logrando esto con herramientas como la yunta o maquinaria. Dado el tamaño pequeño de la semilla, Se recomienda pasar un arado de disco seguido de un rastrillo sobre el suelo antes de la siembra para mejorar las condiciones de germinación. Es crucial nivelar el terreno para prevenir problemas de encharcamiento y asfixia de las plantas. Esta preparación no solo favorece las condiciones del suelo, sino que también contribuye a disminuir la cantidad de maleza y plagas al exponer sus etapas inmaduros en la superficie.

b) Abonado de fondo

El abonado de fondo para quinua implica la incorporación de fertilizantes orgánicos o inorgánicos en el suelo antes de la siembra, con el fin de mejorar la fertilidad del suelo y asegurar una disponibilidad continua de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Este enfoque es importante porque la quinua tiene

requerimientos nutricionales significativos para su desarrollo óptimo y producción de grano de alta calidad (Jacobsen, 2015).

c) Siembra

Según Jacobsen (2015), la preparación del suelo es fundamental para asegurar una buena germinación y un desarrollo saludable de las plantas. El suelo debe ser arado y nivelado antes de la siembra para proporcionar un ambiente adecuado para las semillas.

De acuerdo con Mujica et al. (2004), la germinación de la quinua está condicionada por la presencia de condiciones ambientales adecuadas. Los autores indican que el proceso alcanza un mejor desempeño cuando la temperatura se mantiene entre 15 y 20 °C. Además, destacan la importancia de conservar la humedad del suelo en aproximadamente el 75 % de su capacidad de campo, ya que este nivel de disponibilidad hídrica favorece la activación de la semilla y el inicio de la germinación.

d) Época de siembra

Según Pérez (2005), el periodo de siembra de la quinua está determinado principalmente por el inicio de la temporada de lluvias, extendiéndose generalmente desde octubre hasta diciembre. En las zonas que cuentan con sistemas de riego y en los valles interandinos, la siembra puede realizarse incluso hasta finales de diciembre. Sin embargo, el autor indica que la época más recomendable para establecer el cultivo corresponde a los meses de noviembre y diciembre, ya que coincide con la siembra de maíz canchero y otros cereales, favoreciendo las condiciones para su desarrollo.

e) Densidad de plantas

Pérez (2005) Indica que se debe utilizar entre 12 y 14 kg de semilla por hectárea, aplicándola mediante el sistema de chorro continuo al fondo del surco, la cantidad de semilla aplicada tiene como objetivo lograr una cosecha con una densidad de entre 15 y 20 plantas por metro lineal (p.22).

f) Fertilización y abonamiento de quinua

Pérez (2005) señala que, la quinua demanda nutrientes, especialmente nitrógeno y calcio, con moderada necesidad de fósforo y potasio. Los niveles de fertilización varían según la calidad del suelo y el cultivo previo. Se sugiere realizar un análisis de suelo y considerar la rotación de cultivos. La recomendación de fertilización consiste en aplicar

la fórmula 80-60-40 de N-P₂O₅-K₂O, distribuyendo el nitrógeno en dos aplicaciones: el 50% junto con todo el fósforo y potasio al momento de la siembra, y el resto de nitrógeno durante el crecimiento inicial de la planta.

g) Labores del cultivo

- **Deshierbo**

Pérez (2005) señala que, los deshierbo se realizan a los 30 días de la siembra cuando las plantas tienen un aproximado de 10 cm de altura las cuales se hizo de forma mecánica, con apoyo de un coreador (instrumento metal) se retiran todas las malezas. La ventaja de este tipo de siembra es que cuando se realizaron tres riegos antes del momento de la siembra la eliminación de las propias del campo se redujeron, además de que en el momento de coreo como las plantas están localizadas a una distancia establecida el coreo se puede realizar de mejor manera.

- **Raleo**

Peralta (1985) menciona que, se realiza esta actividad cuando la superficie de cultivo no es muy grande, es aconsejado dejar de 10 a 15 plantas por metro lineal; es mejor tener pocas plantas vigorosas y no abundantes raquíticos, normalmente se realiza con la deshierba.

- **Aporque**

Peralta (1985) menciona que, se realiza esta actividad para ofrecer una buena superficie de sostenimiento y aireación se debe realizar una o dos labores de aporque antes de la floración. (p.5)

h) Riego

Mujica et al. (2021) establece que la cantidad mínima requerida de agua varía entre 300 y 500 mm, ya que la planta puede resistir escasez prolongada de agua durante diferentes fases de su ciclo de vida. En distintos momentos de crecimiento, como la germinación, la formación de panículas y la floración, esta planta demanda más agua que en otros períodos.

i) Cosecha

De acuerdo con Veas y Cortés (2016), la calidad del grano de quinua está directamente relacionada con el momento en que se realiza la cosecha. Generalmente, la

recolección se efectúa de forma manual cuando el cultivo alcanza la madurez fisiológica, etapa en la que se registra la máxima acumulación de materia seca. Este estado suele presentarse entre los 160 y 180 días después de la siembra, cuando el grano presenta un contenido de humedad comprendido entre el 14 % y el 16 %. Además de estos parámetros, los autores señalan que el punto óptimo de cosecha puede identificarse mediante indicadores de campo, como la fragilidad de las panojas, la caída natural de las hojas y la dureza de las semillas, las cuales adquieren la consistencia característica del grano maduro.

Nieto et al. (1992), Indican que el momento adecuado para la cosecha es cuando la planta ha perdido sus hojas o cuando la panoja muestra el color característico de la madurez y el grano resiste la presión de las uñas. Generalmente, la cosecha se realiza de forma manual con hoces, aunque también es posible hacer mecánicamente (p.18).

1.2.11. Plagas y enfermedades

Según Delgado (2005), citado en Ore (2018), el término *plaga* posee un carácter relativo, ya que su definición depende del contexto y de los intereses humanos. En el cultivo de la quinua, los problemas fitosanitarios pueden ser ocasionados por diversos organismos, entre ellos aves, insectos, roedores y nematodos, así como por enfermedades provocadas por hongos, bacterias y virus. La presencia de estos agentes afecta el desarrollo del cultivo y ocasiona pérdidas tanto directas como indirectas en la producción.

Por otro lado, Mañuico (2024) señala que el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha adquirido una creciente importancia debido a su elevado valor nutricional y a su capacidad para adaptarse a condiciones ambientales adversas. Sin embargo, a pesar de estas ventajas, la especie es susceptible al ataque de diversas plagas de insectos, las cuales pueden reducir significativamente el rendimiento y la calidad de la producción.

a) Plagas

- **Polilla de la quinua (*Eurysacca melanocampta* y *Eurysacca quinoa*)**

De acuerdo con Rasmussen et al. (2003), las especies *Eurysacca melanocampta* y *Eurysacca quinoa* son consideradas las principales plagas del cultivo de quinua. Sus larvas se alimentan del follaje y de las inflorescencias, ocasionando daños severos que,

en ausencia de un manejo oportuno, pueden comprometer gravemente la producción e incluso generar pérdidas totales del cultivo.

- **Pulgón de la quinua (*Myzus persicae*)**

Según Soca et al. (2022), el pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae*) representa una de las plagas de mayor importancia en el cultivo de la quinua. Este insecto extrae la savia de los tejidos vegetales, reduciendo la disponibilidad de nutrientes para la planta y provocando su debilitamiento. Además, actúa como vector de enfermedades virales, afectando el desarrollo del cultivo y disminuyendo el rendimiento y la calidad del grano.

- **Oruga de la quinua (*Copitarsia turbata*)**

Pogue (2011) señala que *Copitarsia turbata* es una especie polífaga que ocasiona daños en diferentes órganos de la planta, como tallos, hojas y granos en formación. Su actividad alimenticia favorece la defoliación y el deterioro de los granos, lo que repercute negativamente en la calidad de la cosecha y en el rendimiento final del cultivo.

b) Enfermedades

- **Mildiu (*Peronospora variabilis*)**

De acuerdo con Chávez et al. (2024), el mildiu, causado por el oomiceto *Peronospora variabilis*, es una de las enfermedades de mayor impacto en el cultivo de la quinua. Sus primeros síntomas se manifiestan mediante la aparición de manchas cloróticas en las hojas, las cuales progresan hasta convertirse en lesiones necróticas que afectan el crecimiento y desarrollo normal de la planta. La enfermedad se desarrolla con mayor intensidad en ambientes con alta humedad relativa y temperaturas templadas, condiciones que favorecen la rápida propagación del patógeno y ocasionan una reducción considerable del rendimiento del cultivo.

- **Oídio (*Erysiphe betae*)**

Según Campbell et al. (2007), el oídio es una enfermedad fúngica ocasionada por *Erysiphe betae*. Se caracteriza por la formación de una capa pulverulenta de color blanco sobre hojas, tallos e inflorescencias, lo que limita la actividad fotosintética y disminuye el vigor de las plantas. Su incidencia es mayor en ambientes húmedos y con temperaturas moderadas, especialmente cuando los cultivos presentan una alta densidad de siembra.

- **Podredumbre de la raíz (*Fusarium* spp.)**

Fonseca et al. (2022) señalan que las especies pertenecientes al género *Fusarium* son las responsables de la podredumbre de la raíz en el cultivo de la quinua. Esta enfermedad afecta el sistema radicular y se manifiesta mediante síntomas como marchitez, decoloración de las raíces y muerte prematura de las plantas. Su desarrollo es favorecido por suelos con drenaje deficiente y por condiciones de estrés hídrico, factores que pueden ocasionar importantes pérdidas en la producción cuando no se implementan medidas de manejo oportunas.

CAPÍTULO II:

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

2.1.1. Ubicación política

Departamento: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Distrito: Andrés Avelino Cáceres Dorregaray

Lugar de la investigación: Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

2.1.2. Ubicación geográfica

Latitud Sur: 13° 08' 05''

Longitud Oeste: 74° 32' 00''

Altitud: 2735 msnm

2.1.3. Ubicación ecología

Según con el mapa bioclimático de zonas de vida de Holdridge que elaboró en 1986, la estación experimental agrícola (EEA) Canaán se sitúa dentro del bosque seco montano bajo subtropical (bs-MBS).

Figura 1

Mapa de ubicación de la parcela experimental ubicado en la Estación Experimental Canaán, Ayacucho



2.2. Condiciones climáticas

Los datos meteorológicos fueron Obtenidos por la Estación Meteorológica del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), que está ubicado a 2735 m.s.n.m. distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho.

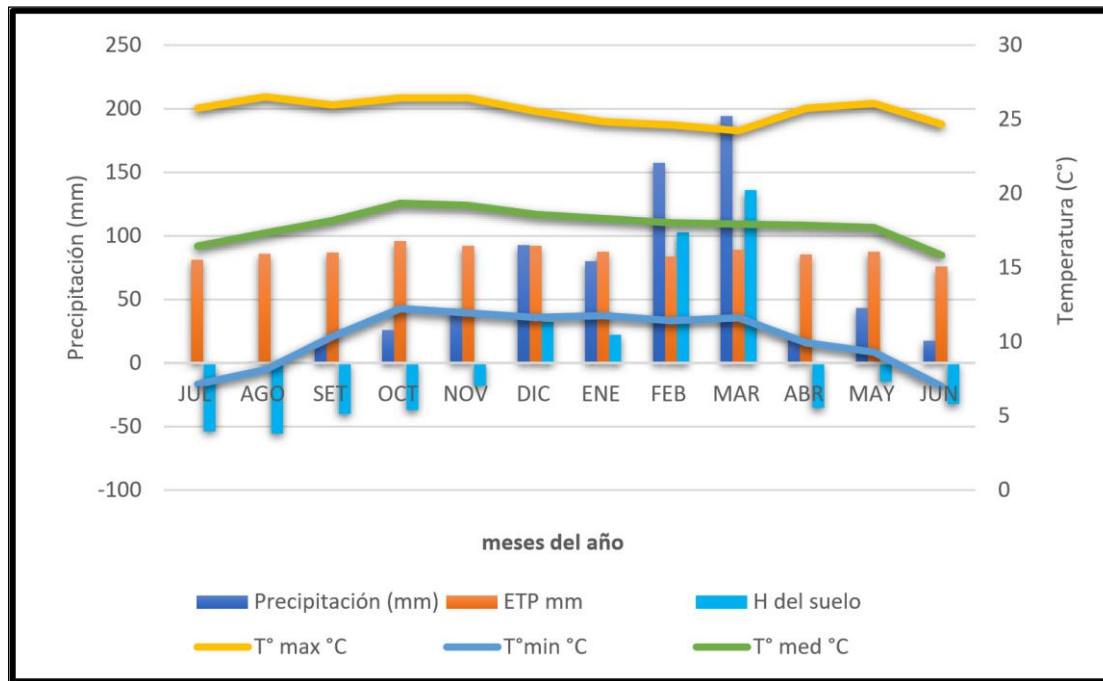
Tabla 2

Resumen climático mensual (temperatura, precipitación y evapotranspiración) de la Estación Experimental de Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria – Campaña 2024-2025.

Descripción	UNID.	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Total	promedio
T° max	°C	25.74	26.52	25.97	26.43	26.43	25.54	24.84	24.63	24.23	25.74	26.08	24.67	306.8	25.57
T°min	°C	7.13	8.12	10.37	12.24	11.94	11.63	11.76	11.43	11.62	9.93	9.31	6.99	122.5	10.21
T° med	°C	16.44	17.32	18.17	19.34	19.19	18.59	18.3	18.03	17.93	17.84	17.7	15.83	214.7	17.89
Número de días		31	31	30	31	30	31	31	29	31	30	31	30	366.0	
Factor		4.96	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96	4.8	4.64	4.96	4.8	4.96	4.8		
Precipitación	mm	0	1.2	17.4	26	42.8	93	80.1	157.8	194.6	21	43.3	17.8	695.0	
ETP mm	mm	81.52	85.91	87.22	95.93	92.11	92.21	87.84	83.66	88.93	85.63	87.79	75.98	1044.7	
ETP Ajust	mm	53.80	56.70	57.56	63.31	60.79	60.86	57.97	55.22	58.70	56.52	57.94	50.15		
H del suelo	mm	-53.80	-55.50	-40.16	-37.31	-17.99	32.14	22.13	102.58	135.90	-35.52	-14.64	-32.35		
Exceso	mm						32.14	22.13	102.58	135.90					
Déficit	mm	-53.80	-55.50	-40.16	-37.31	-17.99					-35.52	-14.64	-32.35		

Figura 2

Climograma de referencia para la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria- campaña 2024-2025.



Para la determinación del balance hídrico se aplicó la metodología propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN, 1987), utilizando la información climática correspondiente para su elaboración. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2. y en la Figura 2.

Durante la campaña agrícola 2024–2025, la temperatura máxima, media y mínima registró promedios mensuales de 25,57 °C, 17,89 °C y 10,21 °C, respectivamente. Asimismo, la precipitación acumulada durante dicho periodo alcanzó un total de 695 mm.

El análisis del balance hídrico evidencia que las condiciones de disponibilidad de humedad se concentraron entre diciembre de 2024 y marzo de 2025. En contraste, se registró un déficit hídrico durante los meses de julio a noviembre de 2024 y de abril a junio de 2025, tal como se muestra en la Tabla 2. y la Figura 2.

2.3. Antecedentes del terreno

En la anterior campaña se instaló el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) con una fertilización de 120-110-80 kg de NPK. El terreno destinado para el presente experimento estuvo en constante producción. Los suelos de EEA consta un relieve casi plano con un pendiente del 1 a 2 %, lo cual permite la implementación de riegos superficiales.

2.4. Análisis de caracterización del suelo

Para el análisis físico-químico se realizó un muestreo del suelo a una profundidad de 0.20 m, por el método convencional, logrando aproximadamente un kilo de muestra, el mismo que fue llevado al Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes “AGROLAB”, para su respectivo análisis, cuyos resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3

Resultados del análisis de caracterización del suelo

Variable	Valor	Unidad	Interpretación	Método
pH (1:1)	7.44	—	Moderadamente alcalino	Potenciométrico
C.E.	0.42	dS m ⁻¹	No salino	Conductimetría
Materia orgánica	2.89	%	Medio	Walkley y Black
CaCO ₃	0.73	%	Muy bajo	Gasometría
N- total	0.14	%	Medio	Semi micro Kjeldahl
P disponible	31.2	ppm	Alto	Olsen modificado
K disponible	249	ppm	Muy alto	Morgan Peech (acetato de sodio)
C.I.C.	22.41	cmol(+) kg ⁻¹	Alto	Acetato de amonio 1 N, pH 7
Ca ²⁺	17.5	cmol(+) kg ⁻¹	—	Acetato de amonio 1 N, pH 7
Mg ²⁺	3.58	cmol(+) kg ⁻¹	—	Acetato de amonio 1 N, pH 7
K ⁺	0.96	cmol(+) kg ⁻¹	—	Acetato de amonio 1 N, pH 7
Na ⁺	0.38	cmol(+) kg ⁻¹	—	Acetato de amonio 1 N, pH 7
Al ³⁺ + H ⁺	0	cmol(+) kg ⁻¹	—	Titulación
% Sat. Bases	100	%	—	Cálculo
Arena	56	%	—	Hidrómetro de Bouyoucos
Limo	24	%	—	Hidrómetro de Bouyoucos
Arcilla	20	%	—	Hidrómetro de Bouyoucos
Clase textural	—	—	Franco arcillo arenoso	Triángulo textural (USDA)

Fuente: Resultados del laboratorio multiservicios AGROLAB – Ayacucho.

De acuerdo con los criterios de Ibáñez y Aguirre (1983), el suelo evaluado presenta un contenido de materia orgánica de 2,89 %, valor que corresponde a un nivel medio. En función de este resultado, se incorporó guano de isla con el propósito de mejorar la fertilidad del suelo y favorecer sus propiedades físicas. Asimismo, la capacidad de intercambio catiónico alcanzó 22,41 cmol(+) kg⁻¹, lo que evidencia una adecuada capacidad del suelo para retener e intercambiar nutrientes esenciales.

En cuanto a la disponibilidad de macronutrientes, el análisis reveló un contenido medio de nitrógeno (0,14 %), un nivel alto de fósforo disponible (31,20 ppm) y una concentración muy alta de potasio disponible (249 ppm). Estos elementos desempeñan un papel fundamental en la nutrición mineral del cultivo de quinua; por ello, su manejo adecuado contribuye a optimizar el crecimiento, el desarrollo y la productividad del cultivo.

2.5. Material vegetal

Se emplearon 4 líneas ya avanzados en Ensayo Adaptación y Eficiencia por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), a través del Programa Nacional de Investigación en Cereales, Granos Andinos y Leguminosas (Tabla 4). Estas líneas vienen siendo seleccionadas desde hace varios años atrás, por ello fue necesario determinar los objetivos establecidos.

Tabla 4

Líneas de quinua de grano blanco

Tratamiento	Código	Procedencia		
		distrito	provincia	departamento
T1	CQH-65	Orcutuna	Concepción	Junín
T2	CQH-10	Acolla	Jauja	Junín
T3	CQH-62	Vicso	Concepción	Junín
T4	Blanca Junín	Junín	Junín	Junín

2.6. Diseño experimental

El trabajo de investigación, se instaló utilizando el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con cuatro líneas de quinua de grano blanco y tres repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales.

Modelo aditivo lineal del diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Observación cualquiera del i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque

μ : Promedio de las unidades experimentales

τ_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j : Efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = Error experimental

i varia de 1, 2, 3, ..., t

j varia de 1, 2, 3, ..., b

t es el número de tratamientos

r es el número de bloques o repeticiones

2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.7.1. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada por cada una de las líneas de cultivo de quinua de grano blanco, instaladas según los factores en estudio.

2.7.2. Tratamientos

Los tratamientos corresponden a las líneas de quinua de grano blanco:

Tabla 5

Nº de repeticiones de líneas de grano blanco.

Nº	Tratamientos	Código
1	T1	CQH-65 Orcutuna
2	T2	CQH-10 Acolla
3	T3	CQH-62 Vicso
4	T4	Blanca Junin

2.7.3. Campo experimental

a) Calle

- Largo de calle : 19.2 m
- Ancho de calle : 1.5 m
- Numero de calles principales : 2 calles
- Área dela calle : 28.8 m²

b) Unidad experimental

- Ancho de la parcela : 3.2 m
- Largo de la surco : 5 m
- Número de surcos / parcela : 4
- Distancia entre surcos : 0.80 m
- Área de cada parcela : 16 m²

c) Área total del experimento

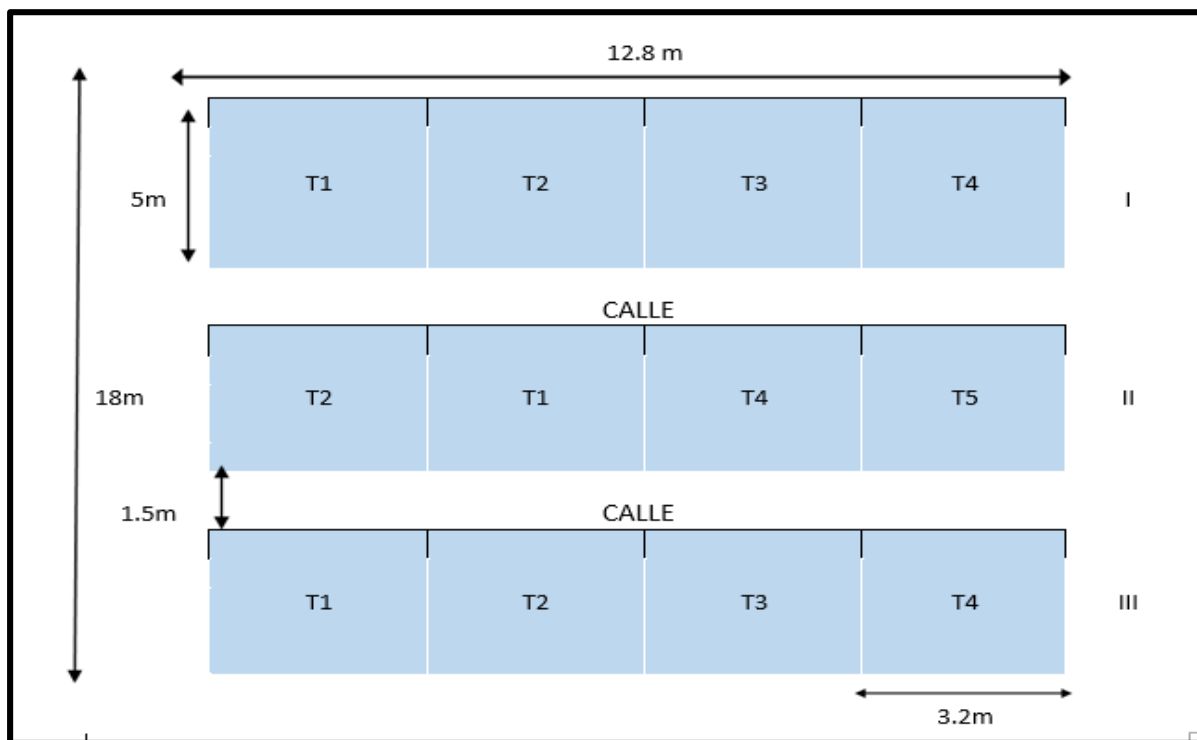
- Área total de las calles principales : 25.6 m²
- Área total de una repetición : 16 m²
- Área total del ensayo : 230.4 m²

2.8. Esquema de distribución de las unidades y campo experimental

En el siguiente gráfico se presenta el esquema de distribución de las unidades experimentales en el campo experimental:

Figura 3

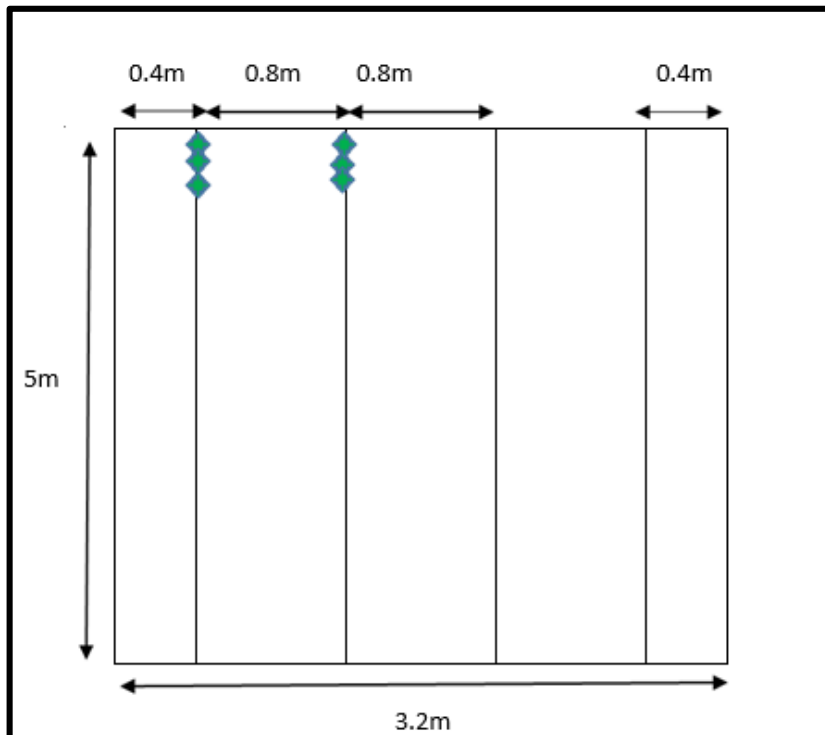
Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos



2.9. Croquis de la unidad experimental

Figura 4

croquis de la unidad experimental



2.10. Instalación y conducción del cultivo

Tanto la instalación como su manejo se realizó teniendo en cuenta las diversas labores agronómicas, principalmente basado en el acondicionamiento del terreno, siembra, riego, manejo de malezas, control de malezas, control de plagas y enfermedades, la cosecha evaluaciones necesarias.

a) Actividades preliminares

Las actividades preliminares consistieron en limpiar el área asignada para la investigación. Esto incluirá la eliminación de los residuos de la cosecha anterior que puedan dificultar la delimitación y preparación del área experimental.

b) Roturación y rastrado

La preparación de terreno se realizó el 28 de agosto del 2024, con un tractor agrícola con arado de disco a una profundidad de 30cm, posteriormente se realizó el gradeo con rastra de disco para desmenuzar los terrones

c) Nivelación del terreno y apertura de surcos

La nivelación del terreno y apertura de surcos a un distanciamiento de 0.80 m entre surcos se realizó el 20 de setiembre de 2024

d) Demarcación del campo experimental

La demarcación del campo experimental se realizó el 24 de setiembre de 2024, a base del diseño experimental, se delimitó los bloques y sus calles, utilizando wincha de 50 m, cordel y estacas con apoyo del asesor y compañeros de trabajo.

e) Abonamiento

La fórmula de fertilización empleada en el presente trabajo experimental fue de 100-80-40 de NPK Kg/ha, Para complementar la dosificación, se aplicaron un total de 300 kg de guano de isla por hectárea (equivalente a 6 sacos de 50 kg cada uno), considerando el análisis del suelo. Se utilizó la Urea (46% de N), fosfato Di amónico (46% de P_2O_5 y 18 % de N) Cloruro de Potasio (60% de K_2O), aplicando al fondo del surco a chorro continuo. En cuanto a la urea fue fraccionada en dos partes (siembra y aporque).

f) Siembra

La siembra se realizó el 24 de setiembre del 2024, consistió en depositar las semillas en el suelo previamente preparado, se realizó en forma de chorro continuo utilizando una densidad de 12 kg/ha y en seguida se procedió con el tapado de las semillas.

g) Riego

El riego se realizó una vez terminado la siembra y de la misma forma la frecuencia y el tiempo de riego fue de acuerdo a la necesidad del cultivo, en este caso cada 4 días (durante los primeros meses donde no hubo precipitación), el método de riego fue por gravedad, a través de surcos que distribuye a cada bloque y cada parcela de investigación.

h) Control de malezas

El deshierbo se realizó manualmente en tres oportunidades, el primero antes del aporque (40 días después de la siembra), el segundo en la etapa de floración del cultivo (60 días después de

la siembra) y tercero en el grano pastoso (120 días después de la siembra), mientras el deshierbo en las calles de las parcelas se realizó en forma constante.

i) Raleo

Se realizó el 10 de octubre del 2024 dejando 15 – 20 plantas por metro lineal, con el fin de reducir la densidad del cultivo.

l) Aporque

Se realizó el 05 de noviembre de 2024, utilizando herramientas de labranza con el objetivo de dar una buena estabilidad, complementado con la aplicación de la segunda dosis de nitrógeno.

m) Control fitosanitario

• Plagas

Durante los primeros meses se tuvo daños ocasionados por el escarabajo de hoja (*Diabrotica* sp), por lo que se procedió a controlar la primera aplicación el 01 octubre días a una semana después de la siembra, la segunda aplicación se realizó el 24 de octubre y la tercera aplicación fue el 10 de noviembre del 2024 utilizando el producto Cyperklin 25 CE, con una dosis de 200 ml por cilindro, equivalente a 15 ml, para una mochila de 15 litros.

• Enfermedades

Durante el periodo de crecimiento de la planta se observó enfermedades fungosas radiculares y el Mildiu, el cual se procedió a controlar con el producto Ridomil Gold MZ 68 WP (Mancoceb + Metalaxyl-M) y Benomex 50 WP (Benomyl) a una dosis 2.5 y 0.5 kg.ha-1 respectivamente, que corresponden a 35 y 15 g/mochila más 10 ml de coadyuvante (Wettoil), para una mochila de 15 litros; con la finalidad, que no se generalice la enfermedad, estas aplicaciones se realizó el 01 de octubre del 2024 a una semana después de la siembra, la segunda aplicación se realizó el 24 de octubre y después del aporque el 10 de noviembre 2024.

n) Cosecha

La cosecha se realizó de manera gradual por motivo que las líneas fueron madurando desigual, se inició con la línea CQH-65 y CQH-62 que se cosecho el 13 de febrero del 2025,

seguido la línea CQH-10 que se cosecho el 28 de febrero del 2025 y por último el Blanca Junín el 13 de marzo del 2024.

2.11. Materiales, equipos e insumos

a) Materiales

- Herramientas de trabajo (Tractor agrícola, azadón, rastrillo, etc.)
- Herramientas para para la delimitación y demarcación de las parcelas (Wincha de 50 metros, estacas, cordeles, Etc.)
- Materiales de gabinete (calculadora, lapiceros, cuadernos, regla, etc.)
- Libreta de campo.

b) Equipos

- Cámara fotográfica
- Mochila fumigadora
- Balanza
- Laptop
- Otros.

c) Insumos

- Semillas de quinua de grano blanco
- Fertilizantes orgánicos
- Fertilizantes químicos
- Insecticidas y funguicidas
- Otros.

2.12. Parámetros de evaluación

2.12.1. Componentes de precocidad

- **Días a la emergencia**

Se evaluó considerando el tiempo desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan emergido en el terreno establecido.

- **Días a dos hojas verdaderas**

Se evaluó considerando el tiempo que pasa desde la siembra hasta que el 50% de las plantas desarrollen las dos hojas verdaderas.

- **Días a cuatro hojas verdaderas**

Se evaluó considerando el tiempo que pasa desde la siembra hasta que el 50% de las plantas desarrollen las cuatro hojas verdaderas.

- **Días a seis hojas verdaderas**

Se evaluó considerando el tiempo que pasa desde la siembra hasta que el 50% de las plantas desarrollen las seis hojas verdaderas.

- **Días al estado de Ramificación**

Se evaluó considerando el tiempo que pasa desde la siembra hasta que el 50% de las plantas desarrollen las ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo.

- **Días a la formación de panojas**

Se evaluó considerando el tiempo que transcurre desde la siembra hasta que el 50% de las plantas alcancen la etapa de panoja miento.

- **Días a la floración**

Se evaluó considerando el tiempo que pasa desde la siembra hasta que el 50% de las plantas entren en la etapa de floración.

- **Días al grano lechoso**

Se evaluó considerando el tiempo que pasa desde la siembra hasta que el 50% de las plantas alcancen la etapa de grano lechoso.

- **Días al grano pastoso**

Se evaluó considerando el tiempo que pasa desde la siembra hasta que el 50% de las plantas lleguen a la etapa de grano pastoso.

- **Días a la madurez fisiológica**

Se evaluó considerando el tiempo que pasa desde la siembra hasta que el 50% de las plantas alcancen su madurez fisiológica.

2.12.2. Componentes de rendimiento

- **Altura de la planta (cm)**

Esta evaluación se realizó al momento de la de madurez fisiológica, para la cual se utilizó una cinta métrica, midiéndose desde el cuello de la planta hasta el ápice de la planta.

- **Longitud de panoja principal (cm)**

Consistió en medir con una regla graduada desde la base de la panoja hasta el ápice de la panoja principal.

- **Diámetro de panoja (cm)**

Consistió en medir con una regla graduada, anotando el diámetro máximo de la panoja principal.

- **Rendimiento de grano por hectárea (kg/ha)**

Para obtener el rendimiento por hectárea de cada cultivar, se realizó el corte de las panojas de la parte central de cada tratamiento, luego una proyección del peso total de grano limpio, esta a su vez estimada en kg/ha.

2.12.3. Componentes de calidad de grano

- **Peso de 1000 semillas (g)**

Se tomó una muestra representativa por cada unidad experimental, contando 300 semillas con la ayuda de una pinza, posteriormente se procedió a pesar en una balanza analítica luego se interpoló al peso de 1000 semillas.

- **Diámetro grano (mm)**

Consistió en medir con el vernier eléctrico, anotando el diámetro máximo de la panoja principal.

- **Contenido de saponina en el grano**

Normalmente se realiza la determinación del contenido de saponina en un tiempo de 73 minutos, según el método de espuma, pero para hacer determinaciones más rápidas con el método rápido puede tomarse la lectura de la altura de la espuma después de una agitación de 30 segundos, esperando unos 10 segundos más para que se estabilice la espuma.

$$mg \text{ Saponina} / g \text{ peso fresco} = \frac{0.441 * (\text{Altura espuma a 30 s en cm}) + 0.001}{\text{Peso de la muestra en g}}$$

$$\% \text{ Saponina} = \frac{0.441 * (\text{Altura espuma a 30 s en cm}) + 0.001}{(\text{Peso de la muestra en g}) * 10}$$

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó en base a análisis de variancia, pruebas de contraste de Tukey al nivel de significación 0.05, considerando la metodología del diseño bloques completo randomizado.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se han organizado de acuerdo en base a los datos que se presenta en cuadros correspondientes a los factores de precocidad, rendimiento y calidad de grano bajo las condiciones en las que se condujo el presente trabajo.

3.1. Variables de precocidad

En la Tabla 6, se presenta el promedio general de las variables de precocidad evaluadas en el presente trabajo, como los días transcurridos desde la siembra hasta presentación de la etapa fenológica en evaluación, es decir desde la emergencia hasta la madurez de cosecha de las tres líneas de quinua de grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.) y una variedad local testigo blanca Junín.

Tabla 6

Promedios generales de los días transcurridos de los variables de precocidad de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variables de precocidad	Líneas			
	CQH-65	CQH-10	CQH-62	Blanca Junín
Emergencia	4.67	5.67	4.67	6
Dos hojas verdaderas	13.67	13	13	14
Cuatro hojas verdaderas	22.33	22	22	23
Seis hojas verdaderas	38.33	40	38.33	41.67
Ramificación	46	48.33	46.33	50.33
Inicio panoja miento	50.33	55.33	50.33	59.33
Panoja miento	58.67	66.33	60.33	72.33
Inicio floración	69.33	77.33	70.33	85.33
Floración	77.33	86.33	78.33	96.33
Grano lechoso	93.33	103.33	94.33	115.33
Grano pastoso	118.33	129.33	119.33	143.33
Madurez fisiológica	136.33	148.33	137.33	165.33
Madurez cosecha	142	157	142	170

En la Tabla 7, se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza de los trece componentes de precocidad evaluados, días a la emergencia, dos hojas verdaderas, cuatro

hojas verdaderas, seis hojas verdaderas, ramificación, inicio de panoja miento, panoja miento, inicio de floración, floración, grano lechoso, grano pastoso, madurez fisiológica y madurez a la cosecha. Para todas las variables evaluadas, se encontró estadísticamente respuestas altamente significativas ($p < 0.01$) en todos los tratamientos o líneas de quinua, excepto para los días a la emergencia que presenta diferencia significativa ($0.05 > p > 0.01$); asimismo, no se encontró diferencia significativa entre los bloques para todos los componentes, esto quiere decir que existe homogeneidad entre las repeticiones. Todos presentan un coeficiente de variabilidad menor que 5.5%, manifiesta una buena precisión y que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 7

Cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) de precocidad de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

	F.V gl	Bloque 2	Tratamiento 3	Error 6	Total 11	CV (%)
CUADRADOS MEDIOS						
Emergencia		0.75ns	1.42**		0.08	5.5
Dos hojas verdaderas		0.08ns	0.75**		0.08	2.15
Cuatro hojas verdaderas		0.58ns	0.67**		0.25	2.24
Seis hojas verdaderas		1.08ns	7.64**		0.31	1.4
Ramificación		0.75ns	12.08**		0.08	0.6
Inicio panojamiento		1.33ns	57**		0	0
Panojamiento		0.33ns	116.08**		0.33	0.9
Inicio floración		1.33ns	164.75**		0	1.3E-07
Floración		1.33ns	232.75**		0	0
Grano lechoso		1.33ns	312.75**		0	1.4E-07
Grano pastoso		1.33ns	404.75**		0	1.5E-07
Madurez fisiologica		1.33ns	545**		0	0
Madurez cosecha		0ns	546.75**		0	0

A continuación, se analizará las diferencias encontradas en cada carácter de precocidad mediante la prueba de Tukey al nivel de significación de 0.05.

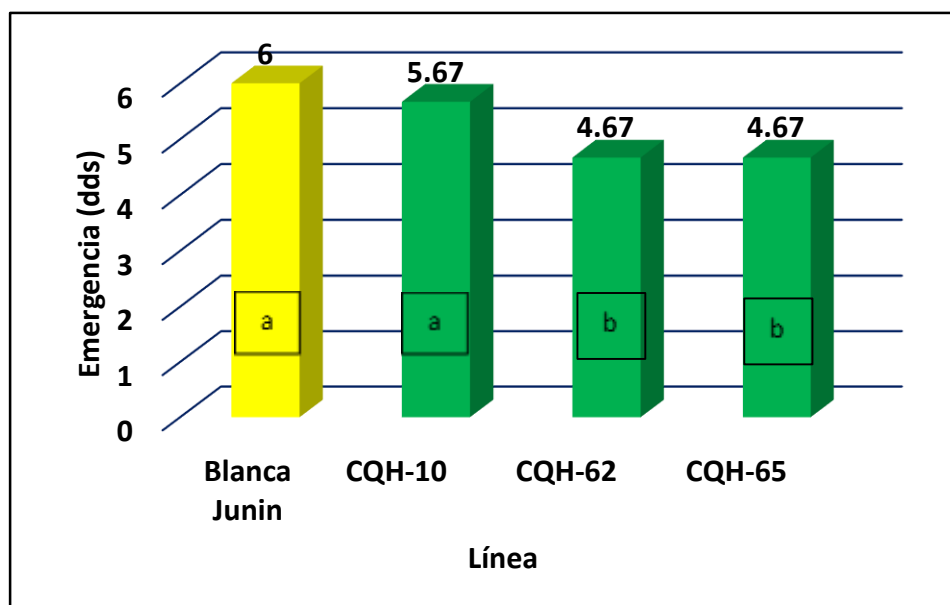
3.1.1. Días a la emergencia

El número de días a la emergencia (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 4.67 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días a la emergencia fue la línea CQH-10 y Blanca Junín que ocurrió entre 5.67 y 6 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 5.5 % lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura 5

Prueba de Tukey de los días a la emergencia de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 5), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan igual número de días a la emergencia con 4.67 días después de la siembra, seguido del línea CQH-10 y Blanca Junín que emergieron en promedio a los 5.67 y 6 días

después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre estas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Antezana (2017) quien obtuvo una emergencia promedio de 5 días después de la siembra en 7 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Bellido (2017), quien realizó un estudio caracterización y rendimiento de cultivares de quinua en la Estación Experimental Canaán con 5 cultivares de quinua grano blanco, reporta que la emergencia sucedió entre los 10 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

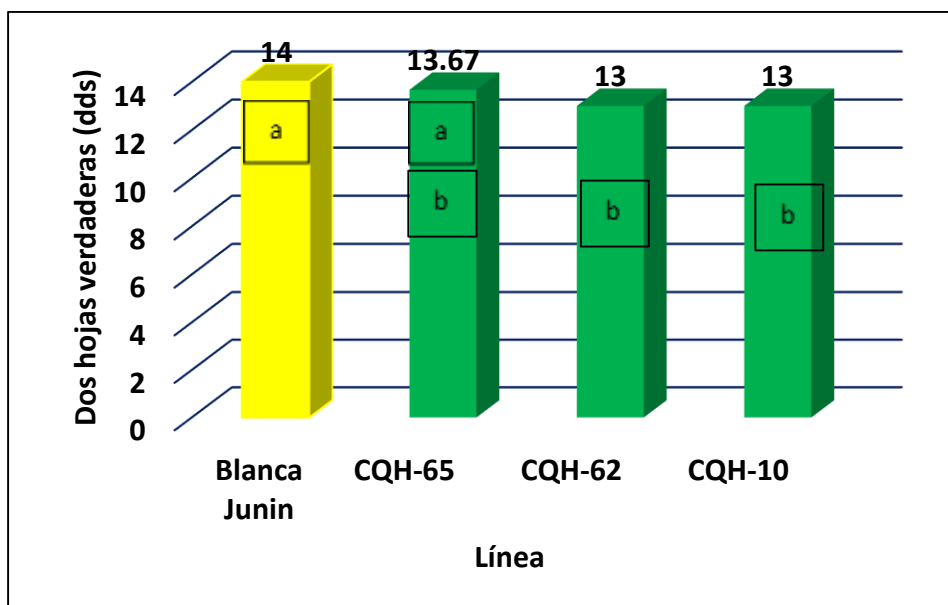
3.1.2. Días a las dos hojas verdaderas

El número de días a las dos hojas verdaderas (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 13 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resultó con mayor número de días a las dos hojas verdaderas fue la línea CQH-10 y Blanca Junín que ocurrió entre 13.67 y 14 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 2.15 % lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura 6

Prueba de Tukey a las dos hojas verdaderas de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 6), se precisa que las líneas CQH-10 y CQH-62, son los que presentan igual número de días a las dos hojas verdaderas, con 13 días después de la siembra, seguido del línea CQH-65 y Blanca Junín que las dos hojas verdaderas en promedio fue a los 13.67 y 14 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-10 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-65 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Antezana (2017) quien obtuvo las dos hojas verdaderas un promedio de 23 días después de la siembra en 7 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de 4 variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reporta que las dos hojas verdaderas sucedió entre los 15 a 17 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

3.1.3. Días a las cuatro hojas verdaderas

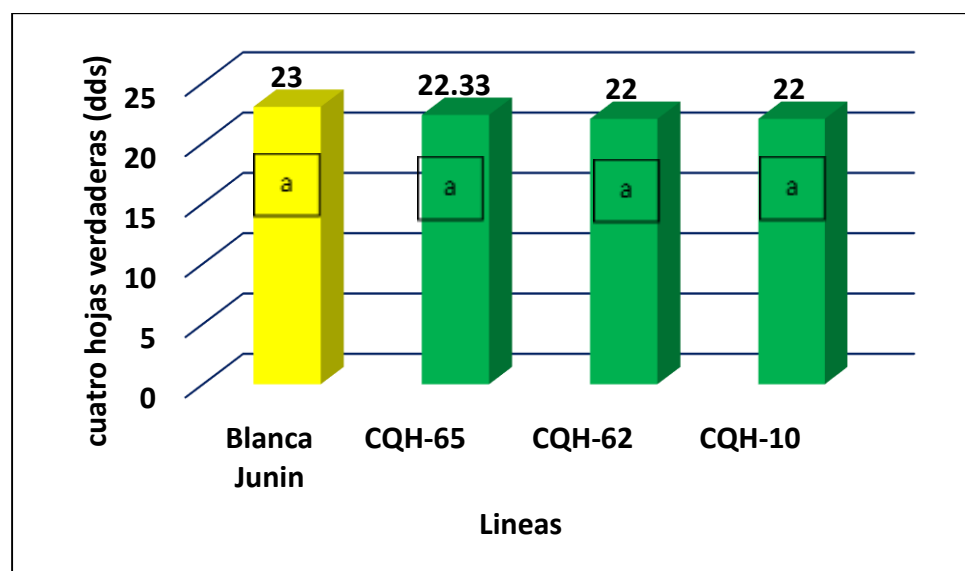
El número de días a las cuatro hojas verdaderas (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 22 días después de la siembra, correspondiendo la primera

a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días a las cuatro hojas verdaderas fue la línea CQH-10 y Blanca Junín que ocurrió entre 22.23 y 23 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), no se encontró diferencia significativa en la fuente de variación entre bloques y entre tratamientos, muestra coeficiente variabilidad de 2.24 % lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura 7

Prueba de Tukey a las cuatro hojas verdaderas de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 7), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan igual número de días a las cuatro hojas verdaderas, con 22 días después de la siembra, seguido del línea CQH-10 y Blanca Junín que las cuatro hojas verdaderas en promedio fue a los 22.33 y 23 días después de la siembra respectivamente. Sin embargo, todas las líneas no muestran una clara diferencia entre sí, la leve diferencia observada podría estar asociada a las condiciones climáticas propias de la campaña o por factores externos. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo a las cuatro hojas verdaderas un promedio de 15 a 18 días después de la siembra en 5 cultivos de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de cuatro variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reporta que a las cuatro hojas verdaderas sucedió entre los 20 a 21 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

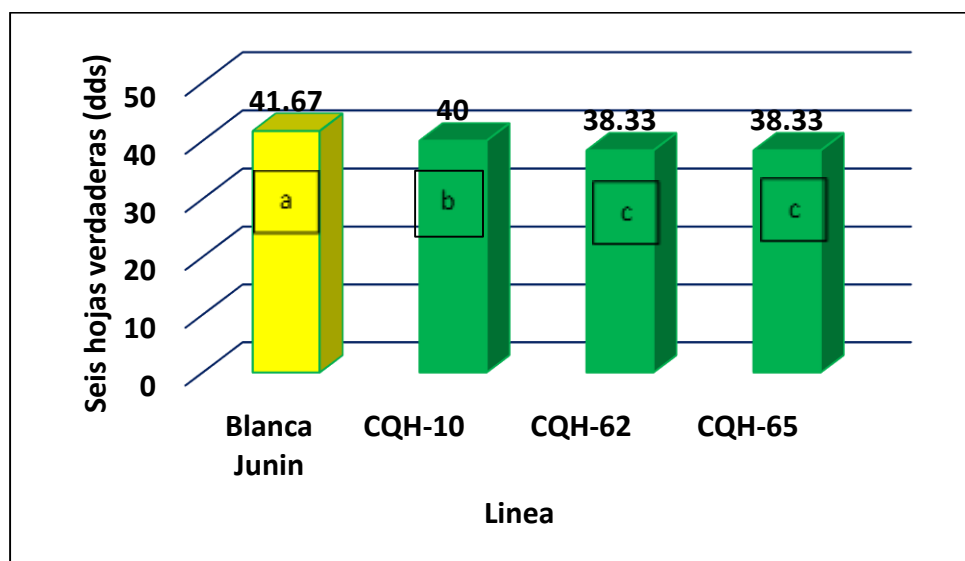
3.1.4. Días a las seis hojas verdaderas

El número de días a seis hojas verdaderas (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 38.33 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días a seis hojas verdaderas fue la línea CQH-10 y Blanca Junin que ocurrió entre 40 y 41.67 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 1.4 % lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura 8

Prueba de Tukey a las seis hojas verdaderas de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 8), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan igual número de días a seis hojas verdaderas, con 38.33 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junin que a seis hojas verdaderas en promedio fue a los 40 y 41.47 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre estas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada, estos valores también se diferencian a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo a seis hojas verdaderas un promedio de 21 a 26 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de 4 variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reporta que a las cuatro hojas verdaderas sucedió entre los 25 a 27 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

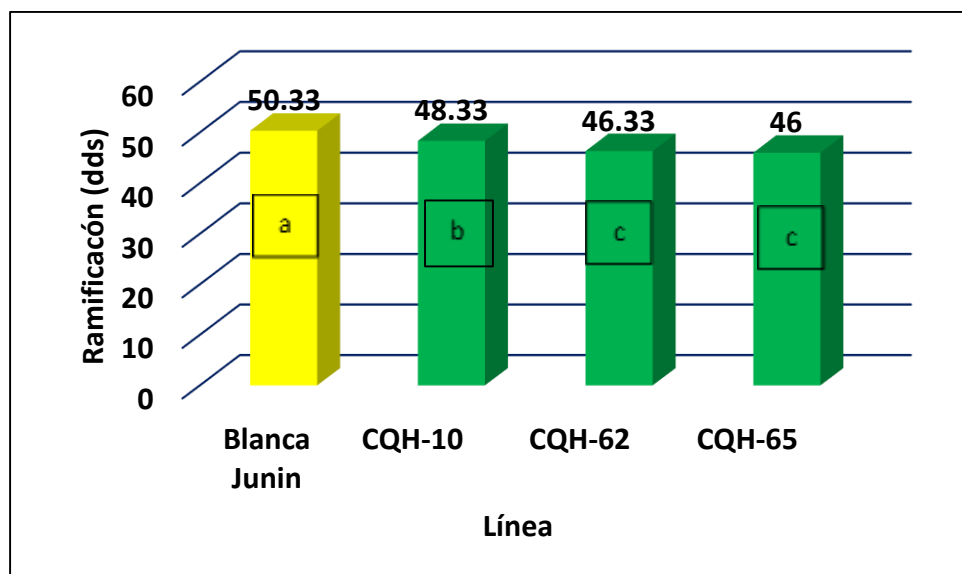
3.1.5. Días al estado de ramificación

El número de días al estado de ramificación (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 46 y 46.33 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resultó con mayor número de días al estado de ramificación fue la línea CQH-10 y Blanca Junin que ocurrió entre 48.33 y 50.33 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 0.6% lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura 9

Prueba de Tukey de los días al estado de ramificación de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 9), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan un promedio de 46 y 46.33 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junín que al estado de ramificación en promedio fue a los 48.33 y 50.33 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre estas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada. Estos valores también se diferencian a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo al estado de ramificación un promedio de 39 a 46 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de 4 variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reportó al estado de ramificación sucedió entre los 30 a 31 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

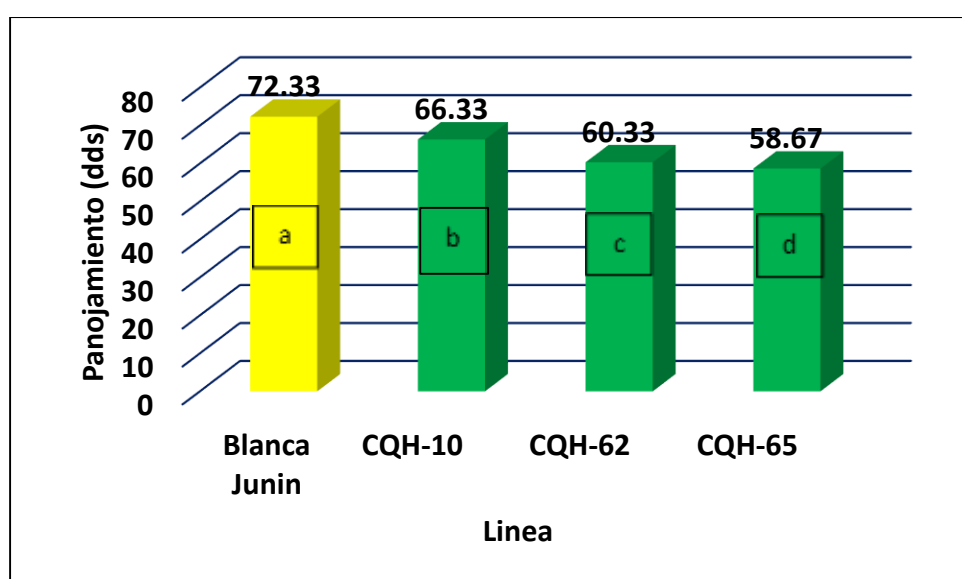
3.1.6. Días al estado de formación de panojas

El número de días a la formación de panojas (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 58.67 y 60.33 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resultó con mayor número de días a la formación de panojas fue la línea CQH-10 y Blanca Junin que ocurrió entre 66.33 y 72.33 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 0.9 % lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura10

Prueba de Tukey de los días al estado de formación de panojas de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 10), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan un promedio de 58.67 y 60.33 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junin que al estado de panoja miento en promedio fue a los 66.33 y 72.33 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero existiendo diferencia significativa entre éstas líneas, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada. Estos valores se diferencian a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo al estado de panoja miento un promedio de 48 a 57 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de 4 variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reporto al estado de panoja miento sucedió entre los 48

a 57 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

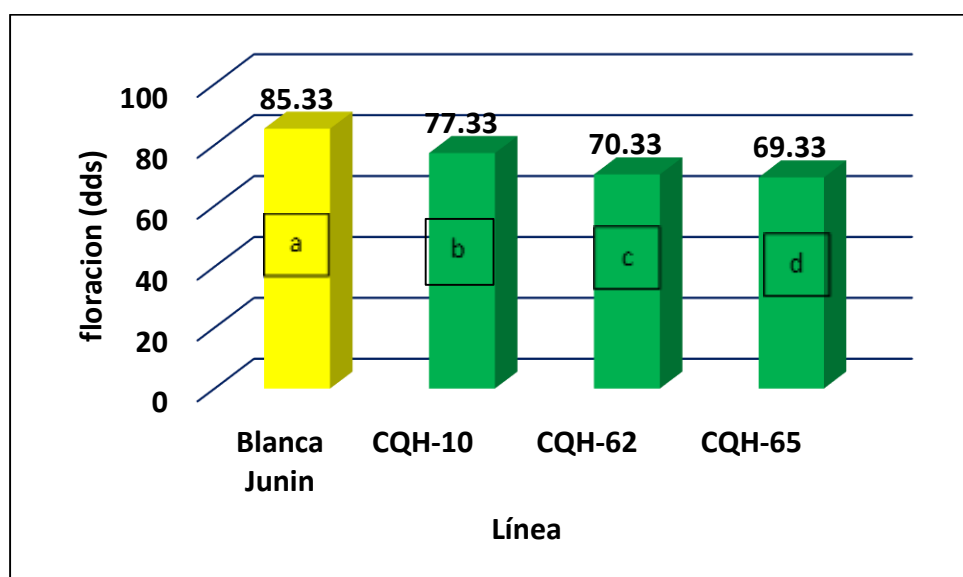
3.1.7. Días a la floración

El número de días a la floración (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 69.33 y 70.33 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días a la floración fue la línea CQH-10 y Blanca Junin que ocurrió entre 77.33 y 85.33 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 0.00000013% lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura 11

Prueba de Tukey número de días a la floración de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 11), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan un promedio de 69.33 y 70.33 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junin que al estado de floración en promedio fue a los 77.33 y 85.33 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre estas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo al estado de floración un promedio de 80 a 94 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de 4 variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reportó al estado de floración sucedió entre los 60 a 88 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

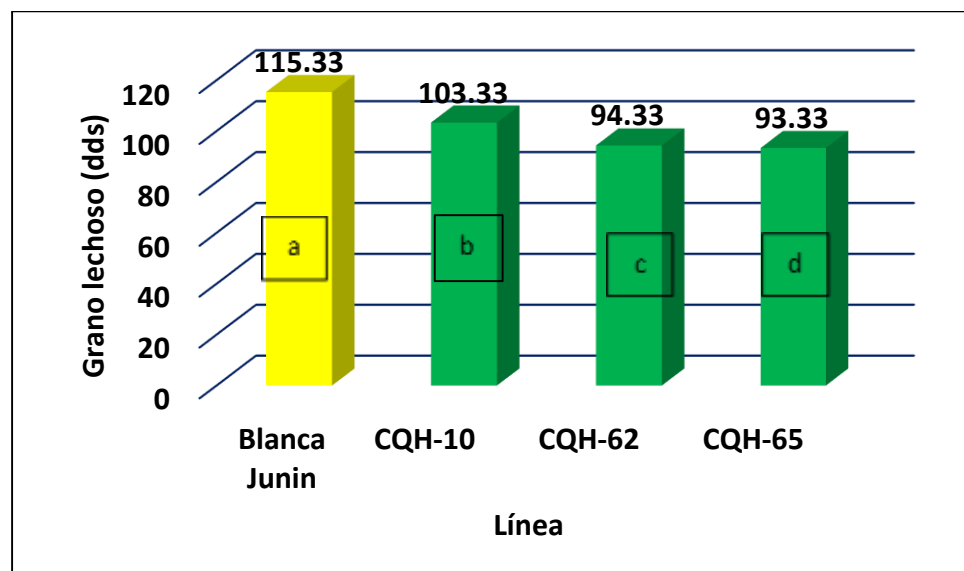
3.1.8. Días al grano lechoso

El número de días al grano lechoso (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 93.33 y 94.33 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resultó con mayor número de días al grano lechoso fue la línea CQH-10 y Blanca Junin que ocurrió entre 103.33 y 115.33 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 0.00000014% lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura12

Prueba de Tukey número de días al grano lechoso de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 12), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan un promedio de 93.33 y 94.33 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junín que al estado de grano lechoso en promedio fue a los 103.33 y 115.33 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo al estado de grano lechoso un promedio de 94 a 112 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de cuatro variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reportó que al grano lechoso sucedió entre los 74 a 95 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

3.1.9. Días al grano pastoso

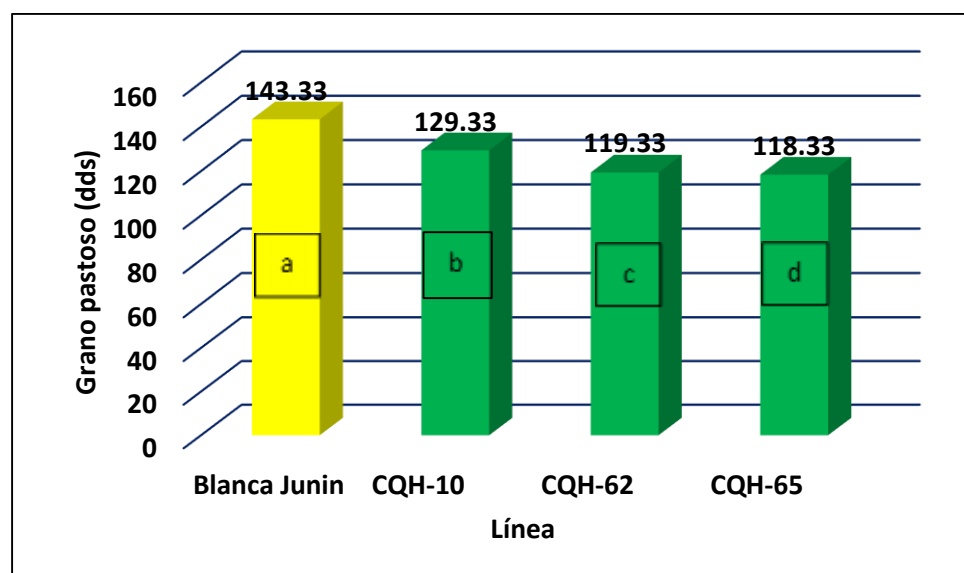
El número de días al grano pastoso (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 118.33 y 119.33 días después de la siembra, correspondiendo la

primera a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días al grano pastoso fue la línea CQH-10 y Blanca Junín que ocurrió entre 129.33 y 143.33 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 0.00000015% lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura13

Prueba de Tukey número de días al grano pastoso de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 13), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan un promedio de 118.33 y 119.33 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junín que al estado de grano pastoso en promedio fue a los 129.33 y 143.33 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.. Estos valores se

asemejan a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo al estado de grano pastoso un promedio de 114 a 130 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de cuatro variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reportó que al grano pastoso sucedió entre los 84 a 109 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

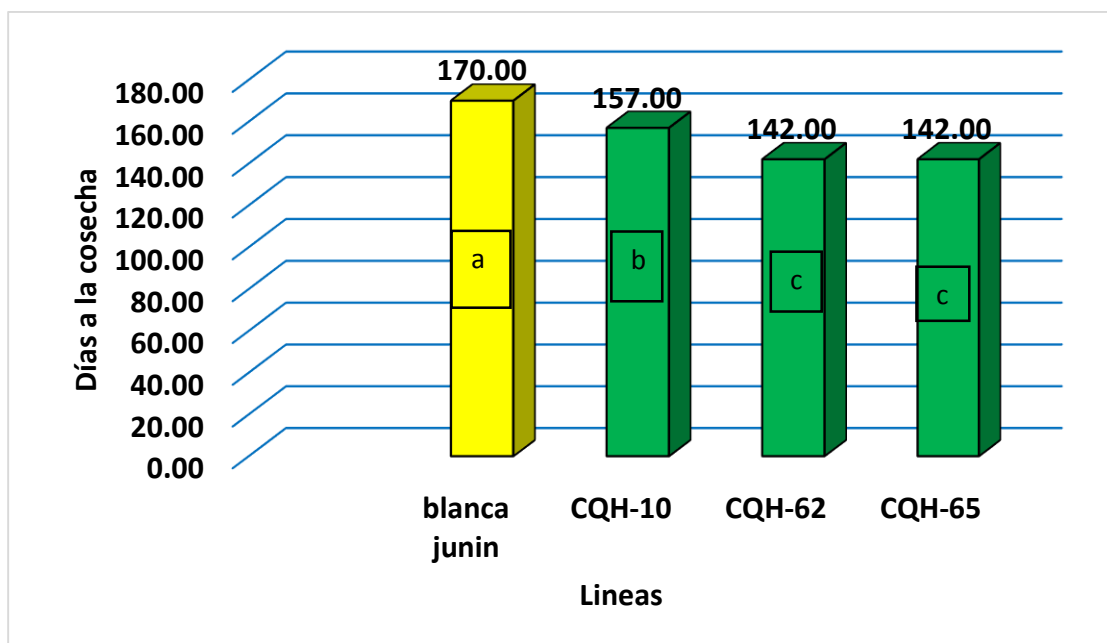
3.1.10. Días a la cosecha

El número de días a la cosecha (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 142 y 142 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resultó con mayor número de días a la madurez de la cosecha fue la línea CQH-10 y Blanca Junín que ocurrió entre 157 y 170 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 0.00000015% lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura14

Prueba de Tukey días a la cosecha de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 14), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan un promedio de 142.0 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junín que al estado de grano pastoso en promedio fue a los 157.0 y 170.0 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.. Estos valores se diferencian a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo al estado de grano pastoso un promedio de 121 a 137 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de 4 variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reportó que al grano pastoso sucedió entre los 94 a 123 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

3.2. Variables de rendimiento

De acuerdo al análisis de variancia para las variables de rendimiento. En los cuatro variables considerados, se encontró diferencia altamente significativa en la fuente de variación de líneas, este resultado es coherente, puesto que se trata de líneas con diversidad genética

incluido el testigo. Es importante señalar también los coeficientes de variación en las variables (1.97 a 13.7 %) están dentro de los valores aceptables.

3.2.1. Altura de la planta

En la (tabla 8), del análisis de variancia de altura de planta muestra que es estadísticamente significativa entre bloques; también se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos, lo cual indica diferente comportamiento de las líneas en estudio. El coeficiente de variación es 1.97 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 8

Análisis de varianza de altura de planta (cm) de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

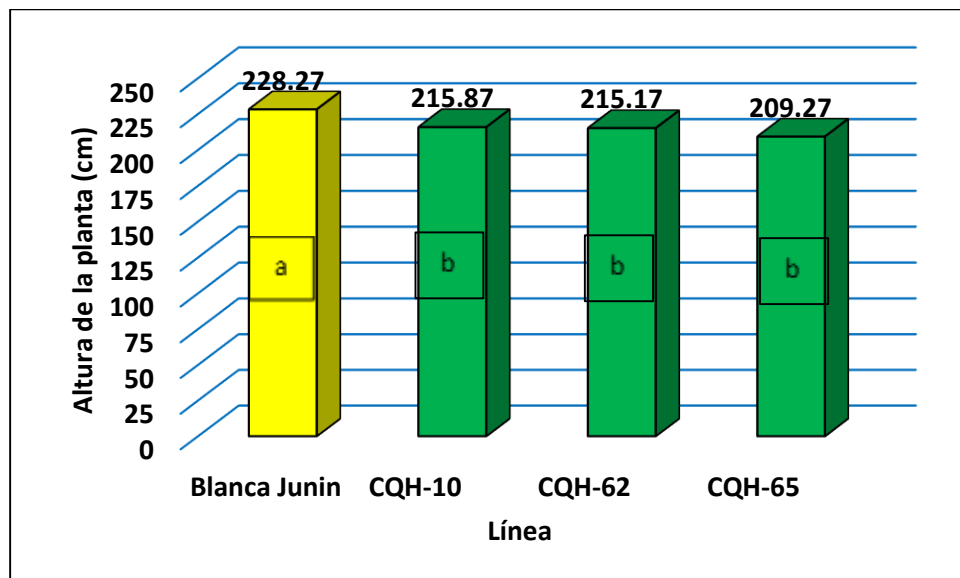
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	541.58	2	270.79	14.84	0.0048**
Tratamiento (líneas)	573.92	3	191.31	10.48	0.0084**
Error	109.51	6	18.25		
Total	1225.01	11			

CV (%)= 1.97

La prueba de Tukey de la altura de planta (Figura 15), indica que se determinó un rango de altura de la planta entre 209.27 y 228.27 cm, observándose que el (testigo) blanca Junín presento el mayor valor (228.27 cm), seguido por la línea CQH-10 (215.87 cm), CQH-62 (215.17 cm) y CQH-65 (209.27 cm) donde existe una diferencia significativa entre el (testigo) blanca Junín con respecto a las líneas CQH-65, CQH-62 y CQH-10 pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, los cuales alcanzaron una altura de 209.27, 215.17 y 215.87 respectivamente.

Figura15

Prueba de Tukey de altura de planta de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Davalos (2022) en su trabajo de investigación “Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina del grano de 14 líneas promisorias y una variedad de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) en k’ayra - San Jerónimo – Cusco” indica que la altura de planta oscila entre 140.5 a 239.10 cm; esta información se asemeja con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco.

Bellido (2017) bajo condiciones de Canaán 2735 msnm- Ayacucho, determino que en 5 cultivares en estudio se encontró alturas de plantas entre 156.8 y 170.3 cm para los cultivares Compuesto B y Blanca de Junín Huancayo respectivamente; se pueden distinguir tres categorías, un cultivar alto (170.3 cm), tres cultivares medianos (163.5, 165.3 y 166.5 cm) y uno de talla baja (156.8 cm) en promedio de 186,47 cm en la zona de Canaán; por ello, las diferencias en la altura de planta en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.

3.2.2. Longitud de la panoja (cm)

La longitud de la panoja de las líneas de quinua de grano blanco evaluadas en el presente trabajo varían de 49.43 a 68.83 cm, los mismos que corresponden a las líneas CQH-10 y CQH-65, respectivamente.

En la (tabla 9), se muestra el análisis de variancia de la longitud de la panoja de las líneas evaluadas, donde se muestra que no existe diferencia significativa entre bloques; tampoco no se observó diferencia estadística entre las líneas estudiadas, esta característica se atribuye al comportamiento de origen genético de las líneas. El coeficiente de variación es 13.7 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 9

Análisis de varianza de longitud de la panoja (cm) de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

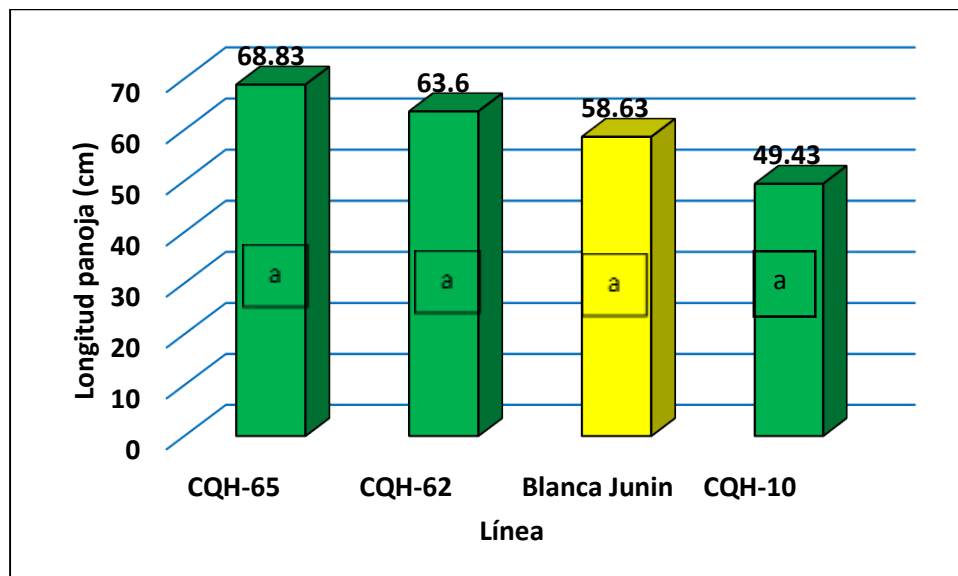
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	74.77	2	37.38	0.55	0.6032ns
Tratamiento (Líneas)	613.34	3	204.45	3.01	0.1162ns
Error	407.32	6	67.89		
Total	1095.42	11			

CV (%) = 13.7

La prueba de Tukey de la longitud de la panoja (Figura 16), indica que se determinó un rango de longitud de la panoja entre 49.43 cm y 68.83 cm, observándose que no existe diferencia significativa entre las líneas CQH-10, Blanca Junín, CQH-62 y CQH-65 solo existe una diferencia numérica, los cuales alcanzaron una longitud de panoja de 49.43, 58.63, 63.6 y 68.83 respectivamente.

Figura 16

Prueba de Tukey de longitud de la panoja (cm) de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Davalos (2022) en su trabajo de investigación “Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina del grano de 14 líneas promisorias y una variedad de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) en k’ayra - San Jerónimo – Cusco” indica que la longitud de la panoja oscila entre 45.6 a 79.95 cm; esta información se asemeja con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco.

Bellido (2017) bajo condiciones de Canaán 2735 msnm- Ayacucho, determino que en 5 cultivares en estudio se encontró longitud de las panojas entre 44.58 y 61.88 cm para los cultivares Choclito y Hualhuas respectivamente; de acuerdo al crecimiento, se encontraron dos cultivares de mayor longitud de panoja (mayor o igual a 61.70 cm), un cultivar de mediana longitud (48.58 y 52.38 cm) y un cultivar de menor longitud (44.58 cm) en la zona de Canaán; por ello, las diferencias en la longitud de la panoja en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.

3.2.3. Diámetro de la panoja (cm)

El diámetro de la panoja de las líneas de quinua de grano blanco evaluadas en el presente trabajo varían de 15.5 a 23.9 cm, los mismos que corresponden a las líneas CQH-62 y Blanca Junín, respectivamente.

En la (tabla 10), del análisis de variancia de diámetro de panoja de las líneas evaluadas, donde se muestra que no existe diferencia significativa entre bloques; se encontró diferencia altamente significativa entre las líneas, lo cual indica diferente comportamiento de las líneas en estudio. El coeficiente de variación es 8.91 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 10

Análisis de variancia para el diámetro de panoja (cm) en cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

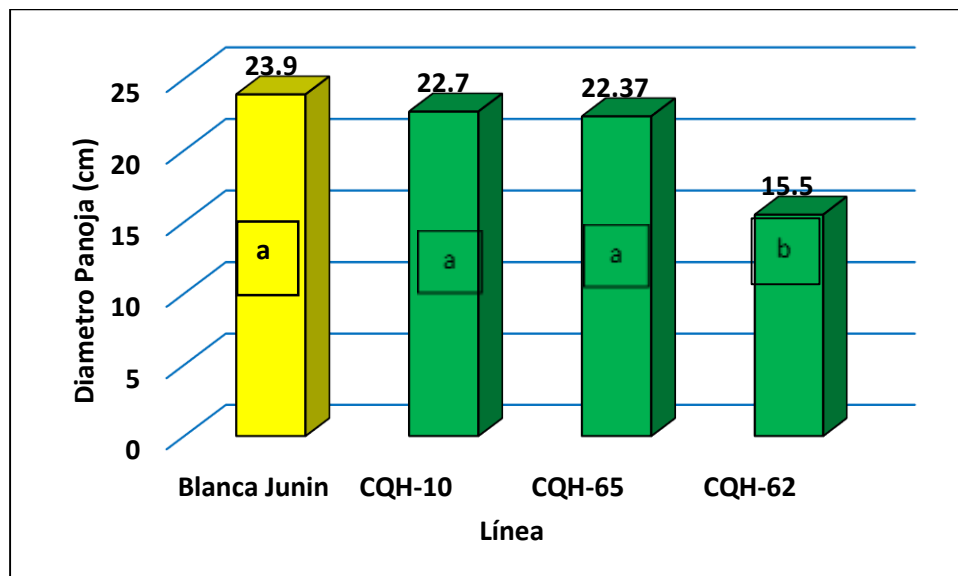
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	8.1	2	4.05	1.14	0.3794ns
Tratamiento (líneas)	130.09	3	43.36	12.25	0.0057**
Error	21.25	6	3.54		
Total	159.44	11			

CV (%) = 8.91

La prueba de Tukey de diámetro de panoja (Figura 17), indica que se determinó un rango de 15.5 cm y 23,9 cm, observándose que el testigo blanca Junín (23.9cm) y las líneas CQH-10 (22.7 cm), CQH-65 (22.37 cm) presentaron el mayor valor a comparación de la línea CQH-62 (15.5 cm), donde existe la diferencia significativa para el testigo blanca Junín, CQH-10, CQH-65 con respecto a la línea CQH-62. Entre las líneas CQH-65, CQH-10 y Blanca Junín no existe diferencia significativa solo existe una diferencia numérica, los cuales alcanzaron un diámetro de 22.37, 22.7 y 23.9 respectivamente.

Figura 17

Prueba de Tukey de diámetro de la panoja (cm) de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Antezana (2017) en su trabajo de investigación “Rendimiento de siete cultivares de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). EEA Canaán- INIA, 2735 msnm. Ayacucho” indica que el diámetro de la panoja oscila entre 13.5 a 25.0 cm; esta información se asemeja con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco.

Bellido (2017) bajo condiciones de Canaán 2735 msnm- Ayacucho, determino que en 5 cultivares en estudio se encontró diámetro de las panojas entre 8.90 y 11.53 cm, que corresponden a los cultivares Compuesto B y Choclito; cuatro cultivares mostraron menores diámetros (8.90, 9.15, 9.15 y 9.25 cm), característica que también corresponde a las cualidades genéticas de los cultivares, en la zona de Canaán; por ello, las diferencias en el diámetro de la panoja en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.

3.2.4. Rendimiento de grano por hectárea

El rendimiento de grano por hectárea de las líneas de quinua de grano blanco evaluadas en el presente trabajo varían de 2089.18 a 3429.9 kg/ha, los mismos que corresponden a las líneas CQH-62 y CQH-10, respectivamente.

En la (Tabla 11), se describe el análisis de variancia de rendimiento de grano por hectárea de las líneas estudiadas, donde se observa que no existe diferencia significativa entre bloques; pero si se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos, lo cual indica diferente comportamiento de las líneas en estudio. El coeficiente de variación es 6.11 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 11

Análisis de variancia para el rendimiento de grano por hectárea (kg/ha) en cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

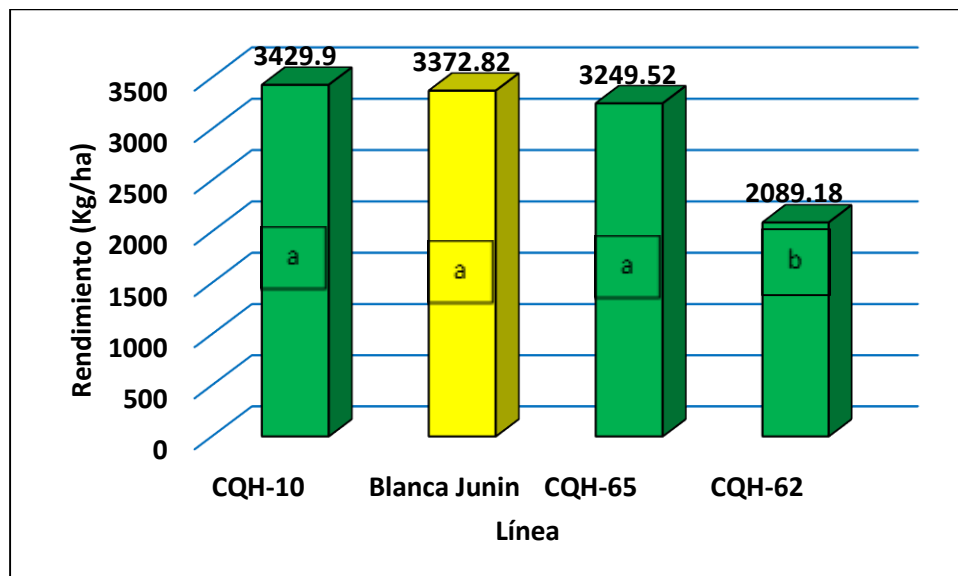
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	300744.98	2	150372.49	4.37	0.0675ns
Tratamiento (líneas)	3631994.37	3	1210664.79	35.16	0.0003**
Error	206615.59	6	34435.93		
Total	4139354.93	11			

CV (%) = 6.11

La prueba de Tukey de rendimiento de grano por hectárea (Figura 18), indica que se determinó un rango de rendimiento entre 2089.18 kg/ha y 3429.82 kg/ha, observándose que la líneas CQH-10 (3429.9 (kg/ha), testigo blanca Junín (3372.82 kg/ha) y CQH-65 (3249.52 kg/ha) presentaron el mayor valor a comparación de la línea CQH-62 (2089.18 kg/ha), donde existe la diferencia significativa para la líneas CQH-10, blanca Junín y CQH-65 con respecto a la línea CQH-62. Entre las líneas CQH-65, Blanca Junín y CQH-10 no existe diferencia significativa solo existe una diferencia numérica, los cuales alcanzaron un rendimiento grano por hectárea de 3249.52, 3372.82 y 3429.9 (kg/ha) respectivamente.

Figura18

Prueba de Tukey rendimiento de grano por hectárea de cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Antezana (2017) en su trabajo de investigación “Rendimiento de siete cultivares de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). EEA Canaán- INIA, 2735 msnm. Ayacucho” indica que el rendimiento por hectárea oscila entre 1645.8 a 2312.5 kg/ha; esta información se asemeja un poco con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco, las diferencias son propias de la campaña por factores propios de la campaña.

Bellido (2017) bajo condiciones de Canaán 2735 msnm- Ayacucho, determino que en 5 cultivares en estudio se encontró el rendimiento de grano vario entre 2962, 3281, 3472, 3659 y 4018 kg/ha, que corresponden a los cultivares Compuesto B, Blanca de Junín Ayacucho, Blanca Junín Huancayo, Hualhuas y Choclito respectivamente, característica que también corresponde a las cualidades genéticas de los cultivares, en la zona de Canaán; por ello, las diferencias en el rendimiento de grano en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.

3.3. Características de calidad de grano

3.3.1. Peso de 1000 semillas

El peso de 1000 semillas de las líneas de quinua de grano blanco evaluadas en el presente trabajo varían de 3.03 a 3.44 g, los mismos que corresponden a las líneas CQH-62 y CQH-10 respectivamente.

En la (tabla 12), se evidencia el análisis de variancia del peso 1000 semillas de las líneas estudiadas, donde se observa que no existe diferencia significativa entre bloques; tampoco no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual indica que no hay diferencia entre las líneas en estudio. Esta característica se atribuye tanto al comportamiento de origen genético de las líneas como a las condiciones ambientales. El coeficiente de variación es 8.25 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 12

Análisis de variancia para el peso de 1000 semillas (g) en cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

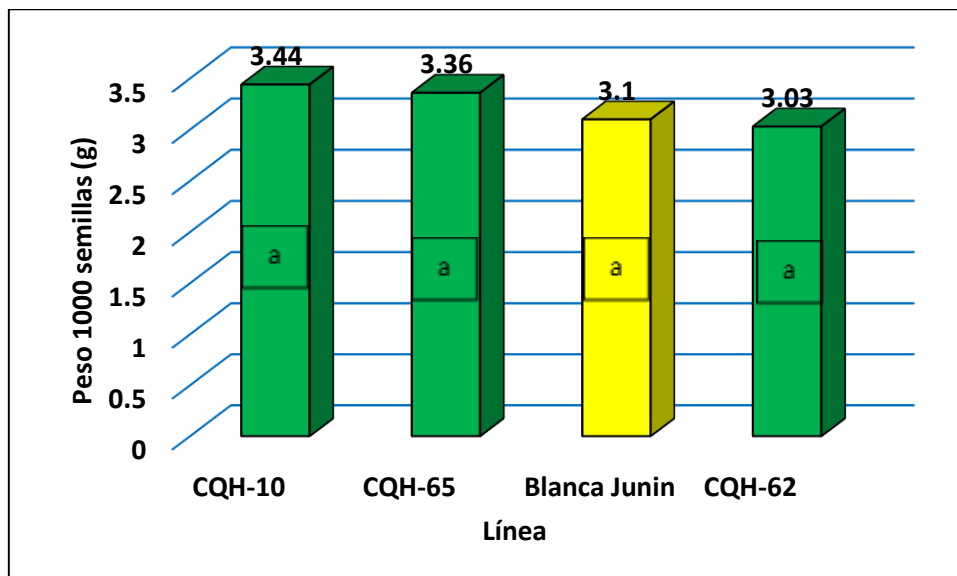
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.42	2	0.21	2.96	0.1276ns
Tratamiento (líneas)	0.36	3	0.12	1.68	0.2702ns
Error	0.43	6	0.07		
Total	1.21	11			

CV (%) = 8.25

La prueba de Tukey de peso de 1000 semillas (Figura 19), indica que se obtuvo un rango de 3.03 g a 3.44 g, siendo el mayor peso de 1000 semillas la línea CQH-10 (3.44 g), CQH-65 (3.36 g), blanca Junín (3.1 g) y CQH-62 (3.03 g) donde se observa que no existe diferencia significativa solo existe una diferencia numérica entre las líneas

Figura 19

Prueba de Tukey peso de 1000 semillas de cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Antezana (2017) en su trabajo de investigación “Rendimiento de siete cultivares de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). EEA Canaán- INIA, 2735 msnm. Ayacucho” indica que el peso de 1000 semillas oscila entre 2.5 a 3.1 g; esta información se diferencia también con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco.

Bellido (2017) bajo condiciones de Canaán 2735 msnm- Ayacucho, determino que en 5 cultivares en estudio se encontró el peso de 1000 semillas vario entre 2.670, 2.985, 3.028, 3.040 y 4.598 gr, que corresponden a los cultivares Choclito, Compuesto B, Hualhuas, Blanca Junín Ayacucho y Blanca Junín Huancayo respectivamente, características que también corresponde a las cualidades genéticas de los cultivares, en la zona de Canaán; por ello, las diferencias en el peso de 1000 semillas en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.

3.3.2. Diámetro grano (mm)

El diámetro de grano de las líneas de quinua de grano blanco evaluadas en el presente trabajo varían de 1.98 a 2.04 mm, los mismos que corresponden a las líneas Blanca Junín y CQH-10 respectivamente.

En la (Tabla 13), se evidencia el análisis de variancia del diámetro de grano de las líneas estudiadas, donde se observa que no existe diferencia significativa entre bloques; no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual nos indica que no existe diferente comportamiento entre las líneas en estudio. El coeficiente de variación es 2.3 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 13

Análisis de variancia para el diámetro de grano (mm) en cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

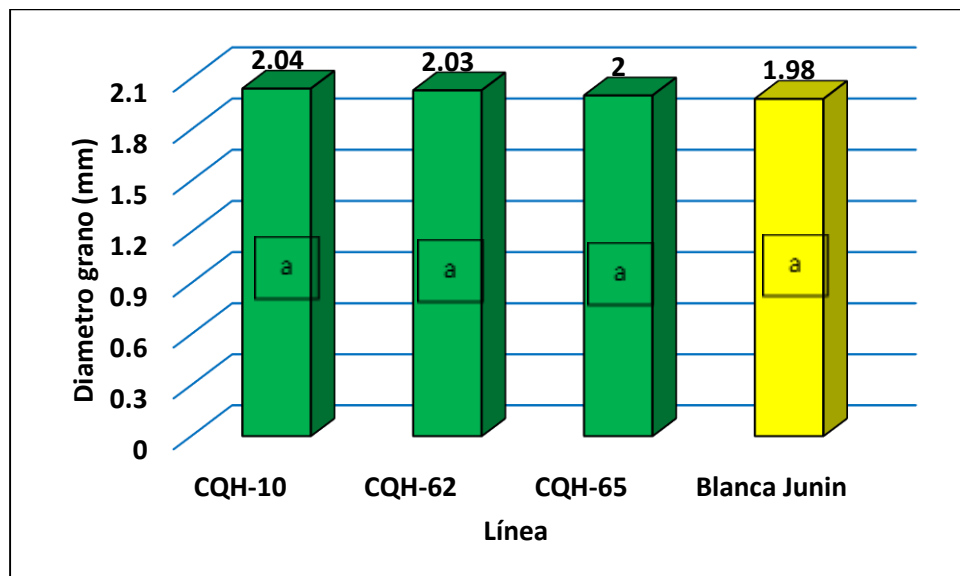
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.01	2	3.90E-03	1.82	0.2404ns
Tratamiento (líneas)	0.01	3	2.40E-03	1.12	0.4122ns
Error	0.01	6	2.10E-03		
Total	0.03	11			

CV (%) = 2.3

La prueba de Tukey de diámetro de grano (Figura 20), indica que se obtuvo un rango de 1.98 mm a 2.04 mm, siendo el mayor diámetro de grano la línea CQH-10 (2.04 mm), CQH-62 (2.03 mm), CQH-65 (2.0 mm) y blanca Junín (1.98 mm), donde se observa que entre las líneas no se logró demostrar diferencias estadísticas solo existe una diferencia numérica.

Figura20

Prueba de Tukey diámetro de grano de cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Antezana (2017) en su trabajo de investigación “Rendimiento de siete cultivares de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). EEA Canaán- INIA, 2735 msnm. Ayacucho” indica que el diámetro de grano oscila entre 2.16 a 2.30 mm; esta información se asemeja con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco.

Bellido (2017) bajo condiciones de Canaán 2735 msnm- Ayacucho, determino que en 5 cultivares en estudio se encontró el diámetro de grano vario entre 1.880, 1.900, 1.935, 1.960 y 1.990 mm que corresponden a los cultivares Hualhuas, Compuesto B, Blanca Junín Ayacucho, Choclito y Blanca Junín Huancayo respectivamente, características que también corresponde a las cualidades genéticas de los cultivares, en la zona de Canaán; por ello, las diferencias en el diámetro del grano en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.

3.3.3. Contenido de saponina

El contenido de saponina de las líneas de quinua de grano blanco evaluadas en el presente trabajo varían de 0.01 a 0.34, los mismos que corresponden a las líneas CQH-65 y CQH-62, respectivamente.

En la (tabla 14), se reporta el análisis de variancia del contenido de saponina de las líneas estudiadas, donde se observa que no existe diferencia significativa entre bloques; se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos, lo cual indica diferente comportamiento de las líneas en estudio. El coeficiente de variación es 28.21 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 14

Análisis de variancia para el contenido de saponina (%) en cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

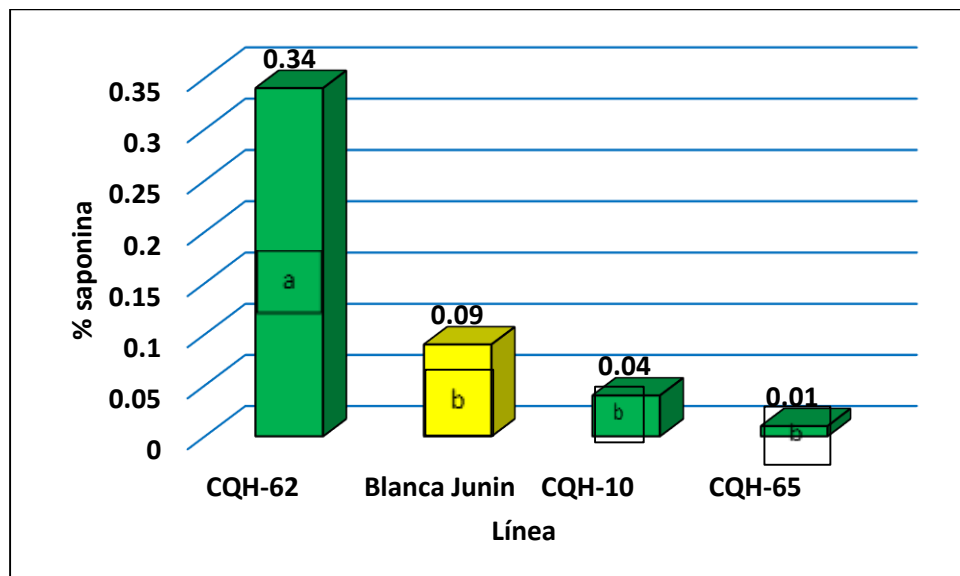
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	2.90E-03	2	1.40E-03	1.22	0.36ns
Tratamiento (líneas)	0.2	3	0.07	56.95	0.0001**
Error	0.01	6	1.20E-03		
Total	0.21	11			

CV (%) = 28.21

La prueba de Tukey del contenido de saponina (%) (Figura 21), indica que se obtuvo un rango de contenido de saponina entre 0.01 % a 0.34 %, observándose que la línea CQH-62 presento mayor valor de 0.34 % seguido por el (testigo) blanca Junín (0.09%), CQH-10 (0.04 %) y CQH-65 (0.01 %) donde existe una diferencia altamente significativa entre la línea CQH-10 con respecto a las líneas CQH-65, CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, los cuales alcanzaron el contenido de saponina de un promedio de 0.01, 0.04 y 0.09 % respectivamente.

Figura21

Prueba de Tukey de contenido de saponina (%) de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Antezana (2017) en su trabajo de investigación “Rendimiento de siete cultivares de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). EEA Canaán- INIA, 2735 msnm. Ayacucho” indica que el contenido de saponina oscila entre 0.01 a 0.06 % ; esta información se asemeja con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco con tres líneas ya que son dulces, y el CQH-62 es amargo ya que tiene un porcentaje muy alto de saponina.

CONCLUSIONES

1. Las líneas más precoces respecto a la blanca Junín en llegar a la madurez fisiológica fue la CQH-65 y CQH-62 con 142 días después de la siembra, seguida por la línea CQH-10 con 157 días después de la siembra, mientras el Blanca Junín se comportó como el más tardío con 170 días después la siembra.
2. La línea CQH-10 alcanzó un mayor rendimiento en grano con 3429.9 kg/ha, seguido por blanca Junín y CQH-65, alcanzando 3372.82 y 3249.52 kg/ha respectivamente, mientras la línea CQH-62 obtuvo el menor rendimiento de grano con 2089.18 kg/ha.
3. La línea que obtuvo buena calidad de grano en peso de 1000 semillas y diámetro de grano fue CQH-10 con 3.44 g y 2.04 mm respectivamente, la línea que tuvo mayor contenido de saponina fue CQH-62 con 0.34 % seguido por blanca Junín y CQH-10 con 0.09 y 0.04 % respectivamente, mientras que la línea CQH-65 con 0.01 % obtuvo menor contenido de saponina.

RECOMENDACIONES

1. Realizar la réplica del siguiente trabajo en diferentes zonas o pisos altitudinales, con otras tecnologías, de esa manera saber el comportamiento agronómico más conciso en relación a la precocidad de cada uno de las líneas.
2. Se recomienda realizar investigaciones con otras líneas en distintos contextos agroecológicos y bajo diversas tecnologías de manejo, con el fin de profundizar en la respuesta productiva de cada línea. En estas evaluaciones, se recomienda priorizar la línea CQH-10, dado que obtuvo un rendimiento destacado de 3429.9 kg/ha en el presente estudio.
3. Se recomienda comparaciones con otras líneas comerciales en relación de peso de mil semillas, diámetro de grano y porcentaje de saponina, lo que permitirá determinar su grado de aceptabilidad y competitividad frente a otras líneas.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Aguilar F. et al. (2021) *Perspectivas tecnológicas y nutricionales de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.): un pseudocereal andino funcional*. Revista Española DOI:10.14642/RENC.2021.27.3.5381 Available at:
- Antezana Calderón, R. (2017). Rendimiento de siete cultivares de quinua grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.). EEA Canaán-INIA, 2735 msnm. Ayacucho. https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/2664/1/TESIS%20AG1150_Ant.pdf
- Apaza, V. et al. (2013) “Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú”, p. 80. [Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA] <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/76>
- Arosi, G.L., Alanya, F.M., & Navarro, R. (2023). *Evaluación del impacto ambiental del manejo de pesticidas en la calidad de producción de palto de exportación en Patibamba - Ayacucho*. [Tesis de pregrado. Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13547>.
- Bazile, D. & Baudron, F. (2014). *Dinámica de expansión mundial del cultivo de la quinua respecto a su alta biodiversidad*. Santiago du Chili: FAO-CIRAD, pp. 4964. ISBN 978-92-5-308558-3. http://www.fao.org/quinoa2013/publications/detail/es/item/279313/icode/?no_mobile=1
- Bazile, D., Jacobsen, S. E., & Verniau, A. (2016). The global expansion of quinoa: Trends and limits. *Frontiers in Plant Science*, 7, 622. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00622>
- Bellido Salinas, E. (2017). *Caracterización y rendimiento de cinco cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) de grano blanco en Canaán a 2735 msnm-Ayacucho*. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/14892a8b-950c-4faf-9844-2b16706ba8bd>
- Calla, J. A. E. L. (2012). *Manejo agronómico del cultivo de la quinua*. Agrobanco, Oficina Académica de Extensión y Proyección Social, UNALAM. Ayacucho, Perú. 98 p. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-c-quinua.pdf>
- Campos, J. et al. (2022) *Quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Composición nutricional y Componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la*

- germinación*. Scientia Agropecuaria, 13(3), 209-220. Epub 08 de agosto de 2022. Doi: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>
- Chávez, V., Mancilla, J., & Carbajal, L. (2024). *Mildiu de la quinua (Peronospora variabilis): Una revisión sobre respuesta y tratamiento de la enfermedad*. Agronomía Mesoamericana. Revista de Investigación. Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9640088>
- Davalos Alagon, C. R. (2022). *Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina del grano de 14 líneas promisorias y una variedad de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow) en K'ayra - San Jerónimo - Cusco*. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/7157>
DOI: [10.1081/FRI-120018868](https://doi.org/10.1081/FRI-120018868)
- Estrada, R; Apaza, V; Delgado, P. (2014). *Tecnología de Producción de quinua para el mercado interno y externo*, curso modular virtual del Instituto Nacional de Innovación Agraria. 250 págs. <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/4f8a2011-9179-45e0-9df9-435fd15605ba/content>
- Flores, W. (2018). *Formas de siembra y variedades en el rendimiento de quinua (Chenopodium quinoa Willd)*. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho (p. 1-125). https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5550/1/TESIS%20AG1305_Bar.pdf
- Fonseca, I., Chiquillo, J., Benavides, M., & Díaz, J. (2022). *Especies de Fusarium asociadas con cultivos de quinua (Chenopodium quinoa) en Colombia*. Revista de Investigacion. DOI: [10.1038/s41598-022-24908-w](https://doi.org/10.1038/s41598-022-24908-w) Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/365969755_Fusarium_spp_associated_with_Chenopodium_quinoa_crops_in_Colombia
- Gómez, L., & Aguilar, E. (2016). *Guía del cultivo de la quinua*. Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. (2015). *El mercado y la producción de quinua en el Perú* / IICA -- Lima: <https://repositorio.iica.int/server/api/core/bitstreams/3df792a3-8114-4d1a-ae901704edd61003/content>

Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. (2025). *Metodología Exportación E Importación Fob En Valor Real*.

<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/metodologias/metodologiadecomercio-exterior.pdf>

Leon Guzman, M. A. (2024). *Comparativo de rendimiento de grano, características agrobotánicas y contenido de saponina de 14 líneas y variedad cica 18 (Chenopodium quinoa Willd.) en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, distrito San Jerónimo, provincia y región Cusco*. <https://hdl.handle.net/20.500.12918/10411>

Mañuico, R. (2024) *Quinua (Chenopodium quinoa)*, cultivo del pasado, presente y futuro. Universidad Nacional de Cañete. <https://repositorio.undc.edu.pe/item/9a62e205e9bd-47bb-8eed-d4e66e25d22e>

Mendoza, V. (2013). *Comparativo de accesiones de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en condiciones de costa central* (Tesis de pregrado). https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&biw=1366&bih=654&ei=_HVIX6a4GInz5gK1wr7gCw&q=Es+el+estudio+de+los+cambios+externos+diferenciables+y+visibles+que+muestran+las+plantas+como+resultado+de+sus+relaciones+con+las+condiciones+ambientales+%28temp.

Meza Vicente, E. J. (2010). *Abonamiento orgánico y sintético en el rendimiento de tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en Canaán, 2750 msnm-Ayacucho*. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/90adf968-f058-45c6-9960-1ac4b2ca3c07/content>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI. (2024). *Innovación en la Cadena de Valor de la Quinua*. <https://agroportalperu.com/2024/07/01/libro-innovacionen-la-cadena-de-valor-de-laquinua-en-el-peru/>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI. (2025). *Perfil Productivo Regional*. https://siea.midagri.gob.pe/siea_bi/

Mujica Sánchez, Á., Chura Yupanqui, E., Moscoso Mujica, G., & Vignale, N. D. (2021). *Innovaciones tecnológicas en los cultivos andinos conseguidas en la última década. Anales de la ANAV*, 71. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/127311>

- Mujica, A., Jacobsen, S. E., Izquierdo, J., & Marathe, J. P. (2004). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Universidad Nacional del Altiplano - UNAPuno, https://www.researchgate.net/publication/350358426_Quinoa_Chenopodium_quinoa_Will_ancestral_cultivo_andino_alimento_del_presente_y_futuro
- Núñez Chávez, W. (2018). Fenología de cuatro variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) en dos épocas de siembra. Canaán-INIA a 2735 msnm-Ayacucho. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/19a69676-ad2c-4575-84d1-a656483fc142>
- Ore, M. (2018) *Tercer ciclo de evaluación y selección de cultivares de quinoa grano amarillo* (*Chenopodium quinoa* Willd.), Canaán 2735 msnm – Ayacucho. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio. https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5550/1/TESIS_AG1305_Bar.pdf.Orgaz,
- Orgaz García, G. (2020). *Adaptación de la quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) a las condiciones agroecológicas de la zona centro peninsular*. <https://oa.upm.es/65953/>
- Pérez Ávila, Á. A. (2005). *Manejo del cultivo de quinoa en la sierra central*. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria-INIA. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/744>
- Pogue, M. (2011). *Descripción larvaria de Copitarsia incommoda (Lepidoptera: Noctuidae)*. Revista de Investigación. *La Sociedad Entomológica de América (ESA)*. DOI: <https://doi.org/10.1603/AN10099>
- Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., Annicchiarico, P., & Montemurro, F. (2010). Yield and quality of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under Mediterranean conditions in Southern Italy. *European Journal of Agronomy*, 32(2), 133-139. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.10.006>
- Rasmussen, C., Lagnaoui, A., & Esbjerg, P. (2003). *Avances en el conocimiento de las plagas de la quinoa*. *Food Reviews International*, 19, 61 – 75.
- Risi, J., & Galwey, N. W. (1985). Improvement of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *CRC Critical Reviews in Plant Sciences*, 3(4), 309-336. <https://doi.org/10.1080/07352688509382255>

- Soca, M., Vergara, C., Callohuari, Y., & Chávez, A. (2022). *Insectos fitófagos asociados al cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en invierno y sus controladores biológicos*. *Manglar*, 19(2), 143-151. Epub 15 de junio de 2022. <https://doi.org/10.17268/manglar.2022.018>
- Vargas, P., Arteaga, R., & Cruz, L. (2019). *Análisis bibliográfico sobre el potencial nutricional de la quinua (Chenopodium quinoa) como alimento funcional*. Centro Azúcar, 46(4), 89- 100. Revista de Investigacion. Universidad Técnica de Manabí
- Veas, E. y Cortés, H. (2016) *Manual del cultivo de la quinoa*. Obtenido de: https://ceaza.cl/wp-content/uploads/2019/04/Libro-de-la-quinoa_FINAL.pdf
- Yapura Quispe, E. D. (2025). Comparativo de rendimiento de grano, características botánicas, comportamiento fenológico y contenido de saponina de 15 líneas promisorias y variedad cica 18 de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en condiciones del Centro Agronómico K'ayra distrito San Jerónimo provincia y región Cusco. <https://hdl.handle.net/20.500.12918/10459>
- Zurita-Silva, A., Fuentes, F., Zamora, P., Jacobsen, S. E., & Schwember, A. R. (2014). Breeding quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): Potential and perspectives. *Molecular Breeding*, 34, 13–30. <https://doi.org/10.1007/s11032-013-9915-0>

ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de registro y evaluaciones de campo

Anexo 1.1 Cuadro de registro y evaluaciones de campo

Promedios generales de días después de la siembra de las variables de precocidad de las líneas de quinua grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Línea s	Emergencia	Dos hojas verdaderas	Cuatro hojas verdaderas	Seis hojas verdaderas	Ramificación	Inicio panoj a mient o	Panoj a mient o	Inicio floración	Floración	Grano lechos o	Grano pastos o	Madurez fisiológica	Madure z cosecha
CQH-65	4.67	13.67	22.33	38.33	46	50.33	58.67	69.33	77.33	93.33	118.33	136.33	142
CQH-10	5.67	13	22	40	48.33	55.33	66.33	77.33	86.33	103.33	129.33	148.33	157
CQH-62	4.67	13	22	38.33	46.33	50.33	60.33	70.33	78.33	94.33	119.33	137.33	142
Blanca Junín	6	14	23	41.67	50.33	59.33	72.33	85.33	96.33	115.33	143.33	165.33	170

Anexo 1.2. *Promedios generales de características de productividad de las líneas de quinua grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.*

Lineas	Altura planta (cm)	Longitud panoja (cm)	Diametro panoja (cm)	Rendimiento (kg/ha)
CQH-65	209.27	68.83	22.37	3249.52
CQH-10	215.87	49.43	22.7	3429.9
CQH-62	215.17	63.6	15.5	2089.18
Blanca Junin	228.27	58.63	23.9	3372.82

Anexo 1.3. *Promedios generales de calidad de grano de las líneas de quinua grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho, 2025*

Líneas	Peso de 1000 semillas (g)	Diametro grano (mm)	% De Saponina
CQH-65	3.36	2	0.01
CQH-10	3.44	2.04	0.04
CQH-62	3.03	2.03	0.34
Blanca Junin	3.1	1.98	0.09

Anexo 1.4. Datos de los días después de la siembra de las variables de precocidad de las líneas de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho, 2025

Bloque	Número de la parcela	Líneas	Emergencia	Dos hojas verdaderas	Cuatro hojas verdaderas	Seis hojas verdaderas	Ramificación	Inicio panojamiento	Panojamiento	Inicio floración	Floración	Grano lechoso	Grano pastoso	Madurez fisiológica	Madurez cosecha
I	1	CQH-65	5	13	22	38	46	50	59	69	77	93	118	136	142
I	2	CQH-10	6	13	22	39	48	55	66	77	86	103	129	148	157
I	3	CQH-62	5	13	22	38	46	50	60	70	78	94	119	137	142
I	4	Blanca Junin	6	14	22	41	50	59	72	85	96	115	143	165	170
II	5	CQH-65	4	14	23	39	46	50	59	69	77	93	118	136	142
II	6	CQH-10	5	13	22	41	48	55	66	77	86	103	129	148	157
II	7	CQH-62	4	13	22	38	46	50	60	70	78	94	119	137	142
II	8	Blanca Junin	6	14	24	42	50	59	72	85	96	115	143	165	170
III	9	CQH-65	5	14	22	38	46	51	58	70	78	94	119	137	142
III	10	CQH-10	6	13	22	40	49	56	67	78	87	104	130	149	157
III	11	CQH-62	5	13	22	39	47	51	61	71	79	95	120	138	142
III	12	Blanca Junin	6	14	23	42	51	60	73	86	97	116	144	166	170

Anexo 1.5. Datos de las variables de características de productividad de las líneas de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho, 2025

Bloque	Número de parcela	Lineas	Altura de la planta (cm)	Longitud panoja (cm)	Diámetro panoja (cm)	Rendimiento (kg/ha)
I	1	CQH-65	210.3	78.2	24.2	3567.43
I	2	CQH-10	214.5	41.1	20.6	3675.04
I	3	CQH-62	212.4	55	12.8	2266.79
I	4	Blanca Junin	219.8	52.3	22.3	3526.48
II	5	CQH-10	224.6	48.4	24.1	3390.83
II	6	CQH-65	219.8	67	22.4	2841.5
II	7	CQH-62	221.7	69.1	16.2	1977.44
II	8	Blanca Junin	239.6	60.8	24.8	3444.02
III	9	CQH-65	197.7	61.3	20.5	3339.63
III	10	Blanca Junin	225.4	62.8	24.6	3147.96
III	11	CQH-10	208.5	58.8	23.4	3223.31
III	12	CQH-62	211.4	66.7	17.5	2023.31

Anexo 6. Datos generales de calidad de grano de las líneas de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho, 2025

Bloque	Número de parcela	Lineas	Peso 1000 semillas (g)	Diametro grano (mm)	% Saponina
I	1	CQH-65	3.33	1.96	0.01
I	2	CQH-10	3.99	2.02	0.04
I	3	CQH-62	3.3	2.04	0.4
I	4	Blanca Junin	3.27	1.91	0.09
II	5	CQH-10	3.25	1.98	0.04
II	6	CQH-65	3.71	2.03	0.01
II	7	CQH-62	2.92	2.02	0.35
II	8	Blanca Junin	2.97	2.02	0.12
III	9	CQH-65	3.05	2.01	0.01
III	10	Blanca Junin	3.07	2.01	0.07
III	11	CQH-10	3.08	2.12	0.05
III	12	CQH-62	2.86	2.04	0.27

Anexo 2. Galería de fotografías

Fotografía 01. Semillas de quinua



Fotografía 02. Delimitación las parcelas según el diseño experimental establecido



Fotografía 03. Apertura de surcos para la siembra



Fotografía 04. Siembra



Fotografía 05. Primer riego por inundación



Fotografía 06. Control fitosanitario en la parcela experimental



Fotografía 07. Aporque



Fotografía 08. Riego después del aporque



Fotografía 09. Evaluación de la altura de la planta



Fotografía 10. Corte de panojas



Fotografía 11. Trilla panoja individualmente



Fotografía 12. Evaluación de contenido de saponina



Fotografía 13. Peso de las panojas



Fotografía 14. Evaluación del diámetro del grano



Fotografía 15. Emergencia



Fotografía 16. Dos hojas verdaderas



Fotografía 17. Seis hojas verdaderas



Fotografía 18. Ramificación



Fotografía 19. Inicio panoja miento



Fotografía 20. Floración



Fotografía 21. Grano lechoso



Fotografía 22. Grano pastoso



Fotografía 23. Madurez fisiológica



Anexo 3. Caracteres morfológicos de las líneas

Anexo 3.1. Caracteres morfológicos de la línea CQH-65

Características morfológicas	Variables
Procedencia	INIA-Canaán
Tipo de crecimiento	Arbustivo
Porte de planta	Erecto
Forma de panoja	Intermedia
Altura de la planta	209.27 cm
Longitud de la panoja	68.83 cm
Diámetro de la panoja	22.37 cm
Rendimiento	3249.52 kg/ha
Peso de 1000 semillas	3.36 g
Contenido de saponina	0.01%

Anexo 3.2. Caracteres morfológicos de la línea CQH-10

Características morfológicas	Variables
Procedencia	INIA-Canaán
Tipo de crecimiento	Arbustivo
Porte de planta	Erecto
Forma de panoja	Intermedia
Altura de la planta	215.87 cm
Longitud de la panoja	49.43 cm
Diámetro de la panoja	22.7 cm
Rendimiento	3449.9 kg/ha
Peso de 1000 semillas	3.44 g
Contenido de saponina	0.04%

Anexo 3.3. *Caracteres morfológicos de la línea CQH-62*

Características morfológicas	Variables
Procedencia	INIA-Canaán
Tipo de crecimiento	Arbustivo
Porte de planta	Erecto
Forma de panoja	Amarantiforme
Altura de la planta	215.87 cm
Longitud de la panoja	63.6 cm
Diámetro de la panoja	15.5 cm
Rendimiento	2089.18 kg/ha
Peso de 1000 semillas	3.03 g
Contenido de saponina	0.34%

Anexo 3.4. *Caracteres morfológicos de Blanca Junin*

Características morfológicas	Variables
Procedencia	INIA-Canaán
Tipo de crecimiento	Arbustivo
Porte de planta	Erecto
Forma de panoja	Intermedia
Altura de la planta	228.27 cm
Longitud de la panoja	58.63 cm
Diámetro de la panoja	23.9 cm
Rendimiento	3372.82 kg/ha
Peso de 1000 semillas	3.1 g
Contenido de saponina	0.09%

Anexo 04: Resultados del análisis del suelo



MULTISERVICIOS AGROLAB

INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:

- EVALUACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS.
- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA.
- USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS.
- ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- AGRICULTURA SUSTENTABLE.

Solicitante		Jhonatan Joaquin Mendoza Gomez										Fecha		27/11/2025					
Proyecto		N/A																	
Departamento		Ayacucho				Provincia				Huamanga				Distrito		Ayacucho			
Centro Poblado		Altitud (m.s.n.m.):						Coordenadas:						Fecha recolección:					
N° Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS.m-1	CaCO ₃ m	Nt (%)	MO (%)	P ppm	K ppm	Analisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes cambiabiles					% Sat de Bases
Lab	Campo								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺⁺ + H ⁺	
14198	Canaan	7.44	0.42	0.73	0.14	2.89	31.20	249	56	24	20	Fr.Ar.A.	22.41	17.50	3.58	0.96	0.38	0.00	100

PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN PARA EL CULTIVO DE QUINUA			
ANTES DE LA SIEMBRA	Siembra	1er Aporque	2do momento
	1000 kg/ha de MO bien descompuesta o más	250 GI + 70 FDA + 138 U** (ó 150NA + 28 U)**	** Funciona mejor fraccionado
	250 GI + (TODO EN kg/ha)	50 KCl ó (50 SK)	
	20 U + 70 FDA + 20KCl	1.5 BSU + 1.25 QZn (kg/ha)	aplicar (0.25% silicio + EAM 3 mL) FOLIAR
	0.5 BSU + 1.25 QZn (kg/ha)		dos veces/ espacio de 15 días
		aplicar (0.25% silicio + EAM 3 mL) FOLIAR	

MO=Materia orgánica, FDA=Fosfato diamónico, U=Urea, NA= Nitrato de amonio, KCl=Cloruro de potasio, SK= Sulfato de potasio, EAM=Extracto de algas marinas, BSU= Borosol ulexita, QZn=Quelato de zinc

CONSIDERACIÓN IMPORTANTE: Los abonos deben ser bien cubiertos.



Ph.D. Marilén Cerda Gómez
Responsable de Laboratorio

A = arena, A.Fr = Arena franca; Fr.A. = Franco arenoso; Fr = Franco; Fr.L = Franco limoso; L = Limoso; FrArA = Franco arcillo arenoso; FrAr = Franco arcilloso; FrArL = Franco arcillo limoso; ArA = Arcillo arenoso; ArL = Arcillo limoso; Ar = Arcilloso.

Urb. Mariscal Cáceres Mz. "G-12" - Ayacucho / 966938028 - 966631889 / 982781298 agrolab107@gmail.com

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. JHONATAN JOAQUIN MENDOZA GOMEZ

R.D. N° 532-2026-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho, a los catorce días del mes de octubre del año dos mil veintiséis, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa, Dr. Rolando Bautista Gómez y Ing. Edgar Tenorio Mancilla; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Comparativo en el rendimiento de cuatro líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco, Canaán 2735 msnm - Ayacucho, 2025**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **JHONATAN JOAQUIN MENDOZA GOMEZ**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa	15	15	16	15
Dr. Rolando Bautista Gómez	15	14	15	15
Ing. Edgar Tenorio Mancilla	16	15	14	15
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

.....
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa
Presidente

.....
Dr. Rolando Bautista Gómez
Jurado

.....
Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Jurado

.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por la R.D N° 437-2026-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado:

Comparativo en el rendimiento de cuatro líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco, Canaán 2735 msnm- Ayacucho, 2025

Autor : Jhonatan Joaquin MENDOZA GOMEZ
Asesor : José Antonio QUISPE TENORIO

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de nueve por ciento **(9%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 3066352992

Ayacucho, 21 de octubre de 2026



.....
Dimas Alberto Quintanilla Melgar

M.Sc. en Producción Animal

E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Comparativo en el rendimiento de cuatro líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco, Canaán 2735 msnm- Ayacucho, 2025

por Jhonatan Joaquin Mendoza Gomez

Fecha de entrega: 21-oct-2026 09:39a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 3066352992

Nombre del archivo: TESIS_JHONATAN_arreglado...pdf (5.6M)

Total de palabras: 23747

Total de caracteres: 127867

Comparativo en el rendimiento de cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) de grano blanco, Canaán 2735 msnm- Ayacucho, 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	2%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	6%
	Trabajo del estudiante	
2	alicia.concytec.gob.pe	1%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unsch.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	Submitted to Rio Salado Community College	<1%
	Trabajo del estudiante	
5	hdl.handle.net	<1%
	Fuente de Internet	

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 30 words
Excluir bibliografía	Activo		

Comparativo en el rendimiento de cuatro líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano blanco, Canaán 2735 msnm- Ayacucho, 2025

Jhonatan Joaquin Mendoza Gomez¹

José Antonio Quispe Tenorio²

jhonatan.mendoza.01@unsch.edu.pe

jose.quispe@unsch.edu.pe

Área de investigación: Medio ambiente

Línea de investigación: Sistema de producción Agrícola

RESUMEN

La investigación se realizó en la Estación Experimental Agraria - Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ubicada en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, Ayacucho, a 2735 msnm, durante el periodo setiembre 2024– marzo 2025. El objetivo fue evaluar la precocidad, rendimiento y calidad de cuatro líneas de quinua de grano blanco. El experimento se condujo bajo un Diseño de Bloques Completos Randomizados (DBCR), con cuatro tratamientos y tres repeticiones. El nivel de abonamiento fue de 100-80-40 de NPK más 300 kg de guano de isla por hectárea. Las variables evaluadas incluyeron estado fenológico, altura de planta, longitud y diámetro de la panoja principal, rendimiento de grano, peso de 1000 semillas, diámetro de grano y contenido de saponina. Los resultados mostraron diferencias en la precocidad, donde las líneas CQH-65 y CQH-62 alcanzaron la madurez fisiológica a los 142 días después de la siembra, siendo los más precoces respecto a la blanca Junín, mientras que el CQH-10 alcanzó a los 157 días después de la siembra y el más tardío fue Blanca Junín con 170 días después de la siembra. En cuanto al rendimiento, CQH-10 destacó con 3429.9kg/ha, seguido por Blanca Junín (3372.82kg/ha), mientras CQH-65 (3249.52kg/ha), y CQH-62 (2089.18 kg/ha). Respecto a la calidad, CQH-10 presentó el peso máximo de 1000 semillas (3.44 g) y en diámetro de grano (2.04mm). El menor contenido de saponina se registró en CQH-65 con 0.01%, mientras que CQH-62 presentó el mayor valor de 0.34% de saponina. Se concluye que la línea CQH-10 mostró el mejor desempeño productivo y de calidad, mientras que CQH-65 destacó por su mayor precocidad y menor contenido de saponina.

Palabras clave: línea, precocidad, rendimiento, calidad de grano.

ABSTRACT

The research was conducted at the Canaan Agricultural Experiment Station of the National Institute of Agricultural Innovation (INIA), located in the district of Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, province of Huamanga, Ayacucho, at 2735 meters above sea level, during the period September 2024–March 2025. The objective was to evaluate the earliness, yield, and quality of four white-grain quinoa lines. The experiment was conducted using a Randomized Complete Block Design (RCBD), with four treatments and three replications. The fertilization level was 100-80-40 NPK plus 6 bags of guano per hectare. The variables evaluated included phenological stage, plant height, length and diameter of the main panicle, grain yield, 1000-seed weight, grain diameter, and saponin content. The results showed differences in earliness, with lines CQH-65 and CQH-62

reaching physiological maturity 142 days after sowing, making them the earliest maturing. CQH-10 reached maturity at 157 days after sowing, while Blanca Junín was the latest at 170 days after sowing. Regarding yield, CQH-10 stood out with 3429.9 kg/ha, followed by Blanca Junín (3372.82 kg/ha), CQH-65 (3249.52 kg/ha), and CQH-62 (2089.18 kg/ha). As for quality, CQH-10 had the highest 1000-seed weight (3.44 g) and grain diameter (2.04 mm). The lowest saponin content was recorded in CQH-65 at 0.01%, while CQH-62 had the highest value at 0.34%. It is concluded that the CQH-10 line showed the best yield and quality performance, while CQH-65 stood out for its earlier maturity and lower saponin content.

Keywords: line, early maturity, yield, grain quality.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo andino que ha sido valorado históricamente por su alto contenido nutricional, resistencia a condiciones ambientales adversas y su importancia cultural en la región andina. Según Bazile, Jacobsen y Verniau (2016), la quinua ha experimentado una expansión global debido a su perfil nutricional completo, que incluye una buena cantidad de proteínas, aminoácidos esenciales y minerales. Esta característica la convierte en un alimento estratégico para la seguridad alimentaria, especialmente en zonas con condiciones climáticas difíciles.

En particular, la quinua cultivada a más de 2700 metros sobre el nivel del mar, como en la estación experimental de Canaán en Ayacucho, Perú, enfrenta desafíos únicos relacionados con la altitud, temperatura y variabilidad climática. Pulvento et al. (2010) destacan que las condiciones mediterráneas y altoandinas afectan directamente el rendimiento y la calidad del grano, por lo que el estudio local de las diferentes líneas genéticas de quinua es crucial para seleccionar variedades adaptadas a estos escenarios específicos.

El rendimiento de las líneas genéticas es un factor determinante en los programas de mejoramiento y producción. Zurita-Silva et al. (2014) indican que la diversidad genética de la quinua proporciona una base sólida para el desarrollo de cultivares que optimicen factores como el tamaño del grano, la resistencia a enfermedades y la capacidad de adaptación ambiental. Esto es especialmente relevante en regiones como Ayacucho, donde la agricultura de pequeña escala depende de cultivares resilientes para garantizar la estabilidad productiva y la sostenibilidad.

Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de las líneas de quinua de grano blanco, en relación al rendimiento, precocidad y calidad del grano, bajo las condiciones de Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2025.

Objetivos específicos

- 1) Evaluar los componentes de precocidad en las líneas de quinua de grano blanco.
- 2) Evaluar los componentes de rendimiento en las líneas de quinua de grano blanco.
- 3) Evaluar la calidad de grano en las líneas de quinua de grano blanco.

METODOLOGÍA

Ubicación del experimento

Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

Ubicación ecología

Según con el mapa bioclimático de zonas de vida de Holdridge que elaboró en 1986, la estación experimental agrícola (EEA) Canaán se sitúa dentro del bosque seco montano bajo subtropical (bs-MBS).

Condiciones climáticas

Los datos meteorológicos fueron Obtenidos por la Estación Meteorológica del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), que está ubicado a 2735 m.s.n.m. distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho.

Análisis de caracterización del suelo

Para el análisis físico-químico se realizó un muestreo del suelo a una profundidad de 0.20 m, por el método convencional, logrando aproximadamente un kilo de muestra, el mismo que fue llevado al Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes “AGROLAB”, para su respectivo análisis.

Material vegetal

Se emplearon 4 líneas ya avanzados en Ensayo Adaptación y Eficiencia por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), a través del Programa Nacional de Investigación en Cereales, Granos Andinos y Leguminosas .

Diseño experimental

El trabajo de investigación, se instaló utilizando el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con cuatro líneas de quinua de grano blanco y tres repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales.

Instalación y conducción del cultivo

Tanto la instalación como su manejo se realizó teniendo en cuenta las diversas labores agronómicas, principalmente basado en el acondicionamiento del terreno, siembra, riego, manejo de malezas, control de malezas, control de plagas y enfermedades, la cosecha evaluaciones necesarias.

Actividades preliminares

Las actividades preliminares consistieron en limpiar el área asignada para la investigación. Esto incluirá la eliminación de los residuos de la cosecha anterior que puedan dificultar la delimitación y preparación del área experimental.

Roturación y rastrado

La preparación de terreno se realizó el 28 de agosto del 2024, con un tractor agrícola con arado de disco a una profundidad de 30cm, posteriormente se realizó el gradeo con rastra de disco para desmenuzar los terrones

Nivelación del terreno y apertura de surcos

La nivelación del terreno y apertura de surcos a un distanciamiento de 0.80 m entre surcos se realizó el 20 de setiembre de 2024

Demarcación del campo experimental

La demarcación del campo experimental se realizó el 24 de setiembre de 2024, a base del diseño experimental, se delimitó los bloques y sus calles, utilizando wincha de 50 m, cordel y estacas con apoyo del asesor y compañeros de trabajo.

Abonamiento

La fórmula de fertilización empleada en el presente trabajo experimental fue de 100-80-40 de NPK Kg/ha, Para complementar la dosificación, se aplicaron un total de 300 kg de guano de isla por hectárea (equivalente a 6 sacos de 50 kg cada uno), considerando el análisis del suelo. Se utilizó la Urea (46% de N), fosfato Di amónico (46% de P_2O_5 y 18 % de N) Cloruro de Potasio (60% de K_2O), aplicando al fondo del surco a chorro continuo. En cuanto a la urea fue fraccionada en dos partes (siembra y aporque).

Siembra

La siembra se realizó el 24 de setiembre del 2024, consistió en depositar las semillas en el suelo previamente preparado, se realizó en forma de chorro continuo utilizando una densidad de 12 kg/ha y en seguida se procedió con el tapado de las semillas.

Riego

El riego se realizó una vez terminado la siembra y de la misma forma la frecuencia y el tiempo de riego fue de acuerdo a la necesidad del cultivo, en este caso cada 4 días (durante los primeros meses donde no hubo precipitación), el método de riego fue por gravedad, a través de surcos que distribuye a cada bloque y cada parcela de investigación.

Control de malezas

El deshierbo se realizó manualmente en tres oportunidades, el primero antes del aporque (40 días después de la siembra), el segundo en la etapa de floración del cultivo (60 días después de la siembra) y tercero en el grano pastoso (120 días después de la siembra), mientras el deshierbo en las calles de las parcelas se realizó en forma constante.

Raleo

Se realizó el 10 de octubre del 2024 dejando 15 – 20 plantas por metro lineal, con el fin de reducir la densidad del cultivo.

Aporque

Se realizó el 05 de noviembre de 2024, utilizando herramientas de labranza con el objetivo de dar una buena estabilidad, complementado con la aplicación de la segunda dosis de nitrógeno.

Control fitosanitario

Plagas

Durante los primeros meses se tuvo daños ocasionados por el escarabajo de hoja (*Diabrotica* sp), por lo que se procedió a controlar la primera aplicación el 01 octubre días a una semana después de la siembra, la segunda aplicación se realizó el 24 de octubre y la tercera aplicación fue el 10 de noviembre del 2024 utilizando el producto Cyperklin 25 CE, con una dosis de 200 ml por cilindro, equivalente a 15 ml, para una mochila de 15 litros.

Enfermedades

Durante el periodo de crecimiento de la planta se observó enfermedades fungosas radiculares y el Mildiu, el cual se procedió a controlar con el producto Ridomil Gold MZ 68 WP (Mancoceb + Metalaxyl-M) y Benomex 50 WP (Benomyl) a una dosis 2.5 y 0.5 kg.ha-1 respectivamente, que corresponden a 35 y 15 g/mochila más 10 ml de coadyuvante (Wettoil), para una mochila de 15 litros; con la finalidad, que no se generalice la enfermedad, estas aplicaciones se realizó el 01 de octubre del 2024 a una semana después de la siembra, la segunda aplicación se realizó el 24 de octubre y después del aporque el 10 de noviembre 2024.

Cosecha

La cosecha se realizó de manera gradual por motivo que las líneas fueron madurando desigual, se inició con la línea CQH-65 y CQH-62 que se cosecho el 13 de febrero del 2025, seguido la línea CQH-10 que se cosecho el 28 de febrero del 2025 y por último el Blanca Junín el 13 de marzo del 2024.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó en base a análisis de variancia, pruebas de contraste de Tukey al nivel de significación 0.05, considerando la metodología del diseño bloques completo randomizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se han organizado de acuerdo en base a los datos que se presenta en cuadros correspondientes a los factores de precocidad, rendimiento y calidad de grano bajo las condiciones en las que se condujo el presente trabajo.

3.1. Variables de precocidad

En la Tabla 6, se presenta el promedio general de las variables de precocidad evaluadas en el presente trabajo, como los días transcurridos desde la siembra hasta presentación de la etapa fenológica en evaluación, es decir desde la emergencia hasta la madurez de cosecha de las tres líneas de quinua de grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.) y una variedad local testigo blanca Junín.

Tabla 1

Promedios generales de los días transcurridos de los variables de precocidad de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variables de precocidad	Líneas			
	CQH-65	CQH-10	CQH-62	Blanca Junín

Emergencia	4.67	5.67	4.67	6
Dos hojas verdaderas	13.67	13	13	14
Cuatro hojas verdaderas	22.33	22	22	23
Seis hojas verdaderas	38.33	40	38.33	41.67
Ramificación	46	48.33	46.33	50.33
Inicio panoja miento	50.33	55.33	50.33	59.33
Panoja miento	58.67	66.33	60.33	72.33
Inicio floración	69.33	77.33	70.33	85.33
Floración	77.33	86.33	78.33	96.33
Grano lechoso	93.33	103.33	94.33	115.33
Grano pastoso	118.33	129.33	119.33	143.33
Madurez fisiológica	136.33	148.33	137.33	165.33
Madurez cosecha	142	157	142	170

En la Tabla 7, se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza de los trece componentes de precocidad evaluados, días a la emergencia, dos hojas verdaderas, cuatro hojas verdaderas, seis hojas verdaderas, ramificación, inicio de panoja miento, panoja miento, inicio de floración, floración, grano lechoso, grano pastoso, madurez fisiológica y madurez a la cosecha. Para todas las variables evaluadas, se encontró estadísticamente respuestas altamente significativas ($p < 0.01$) en todos los tratamientos o líneas de quinua, excepto para los días a la emergencia que presenta diferencia significativa ($0.05 > p > 0.01$); asimismo, no se encontró diferencia significativa entre los bloques para todos los componentes, esto quiere decir que existe homogeneidad entre las repeticiones. Todos presentan un coeficiente de variabilidad menor que 5.5%, manifiesta una buena precisión y que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 2

Cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) de precocidad de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

	F.V gl	Bloque 2	Tratamiento 3	Error 6	Total 11	CV (%)
CUADRADOS MEDIOS						
Emergencia		0.75ns	1.42**	0.08		5.5
Dos hojas verdaderas		0.08ns	0.75**	0.08		2.15
Cuatro hojas verdaderas		0.58ns	0.67**	0.25		2.24
Seis hojas verdaderas		1.08ns	7.64**	0.31		1.4
Ramificación		0.75ns	12.08**	0.08		0.6
Inicio panojamiento		1.33ns	57**	0		0
Panojamiento		0.33ns	116.08**	0.33		0.9
Inicio floración		1.33ns	164.75**	0		1.3E-07
Floración		1.33ns	232.75**	0		0
Grano lechoso		1.33ns	312.75**	0		1.4E-07
Grano pastoso		1.33ns	404.75**	0		1.5E-07
Madurez fisiologica		1.33ns	545**	0		0
Madurez cosecha		0ns	546.75**	0		0

A continuación, se analizará las diferencias encontradas en cada carácter de precocidad mediante la prueba de Tukey al nivel de significación de 0.05.

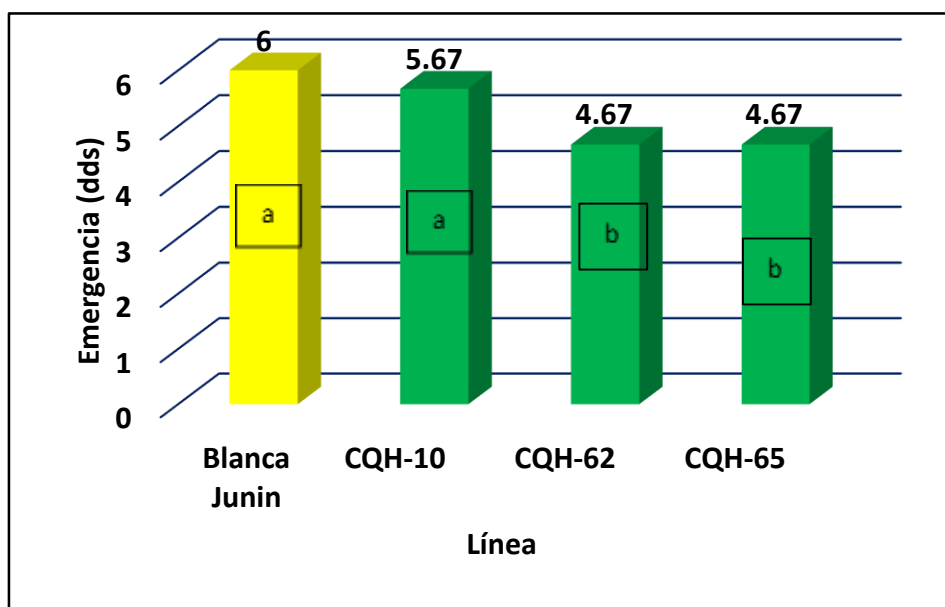
3.1.1. Días a la emergencia

El número de días a la emergencia (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 4.67 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resultó con mayor número de días a la emergencia fue la línea CQH-10 y Blanca Junín que ocurrió entre 5.67 y 6 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 5.5 % lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura 1

Prueba de Tukey de los días a la emergencia de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 5), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan igual número de días a la emergencia con 4.67 días después de la siembra, seguido del línea CQH-10 y Blanca Junín que emergieron en promedio a los 5.67 y 6 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Antezana (2017) quien obtuvo una emergencia promedio de 5 días después de la siembra en 7 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Bellido (2017), quien realizó un estudio caracterización y rendimiento de cultivares de quinua en la Estación Experimental Canaán con 5 cultivares de quinua grano

blanco, reporta que la emergencia sucedió entre los 10 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

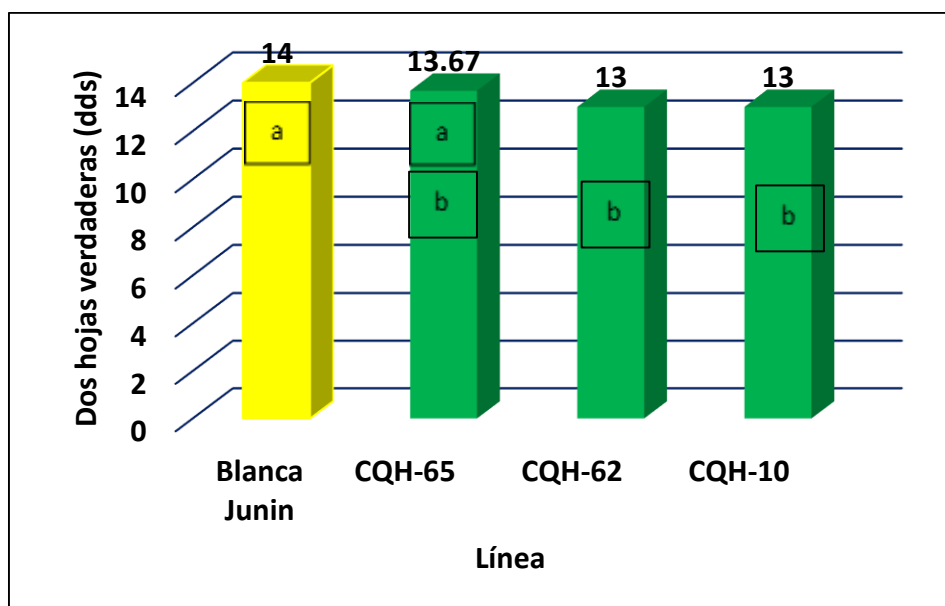
3.1.2. Días a las dos hojas verdaderas

El número de días a las dos hojas verdaderas (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 13 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días a las dos hojas verdaderas fue la línea CQH-10 y Blanca Junín que ocurrió entre 13.67 y 14 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 2.15 % lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura 2

Prueba de Tukey a las dos hojas verdaderas de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 6), se precisa que las líneas CQH-10 y CQH-62, son los que presentan igual número de días a las dos hojas verdaderas, con 13 días después de la siembra, seguido del línea CQH-65 y Blanca Junín que las dos hojas verdaderas en promedio fue a los 13.67 y 14 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-10 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-65 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Antezana (2017) quien obtuvo las dos hojas verdaderas un promedio de 23 días después de la siembra en 7 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de 4 variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reporta que las dos hojas verdaderas sucedió entre los 15 a 17 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

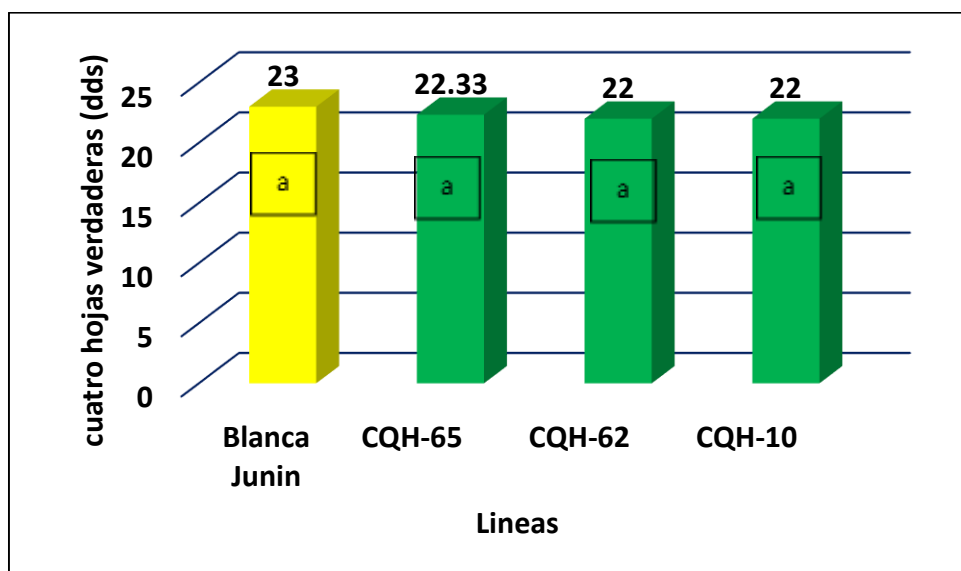
3.1.3. Días a las cuatro hojas verdaderas

El número de días a las cuatro hojas verdaderas (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 22 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días a las cuatro hojas verdaderas fue la línea CQH-10 y Blanca Junín que ocurrió entre 22.23 y 23 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), no se encontró diferencia significativa en la fuente de variación entre bloques y entre tratamientos, muestra coeficiente variabilidad de 2.24 % lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura 3

Prueba de Tukey a las cuatro hojas verdaderas de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 7), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan igual número de días a las cuatro hojas verdaderas, con 22 días después de la siembra, seguido del línea CQH-10 y Blanca Junín que las cuatro hojas verdaderas en promedio fue a los 22.33 y 23 días después de la siembra respectivamente. Sin embargo, todas las líneas no muestran una clara diferencia entre sí, la leve diferencia observada podría estar asociada a las condiciones climáticas propias de la campaña o por factores externos. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo a las cuatro hojas verdaderas un promedio de 15 a 18 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de cuatro variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reporta que a las cuatro hojas verdaderas sucedió entre los 20 a 21 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

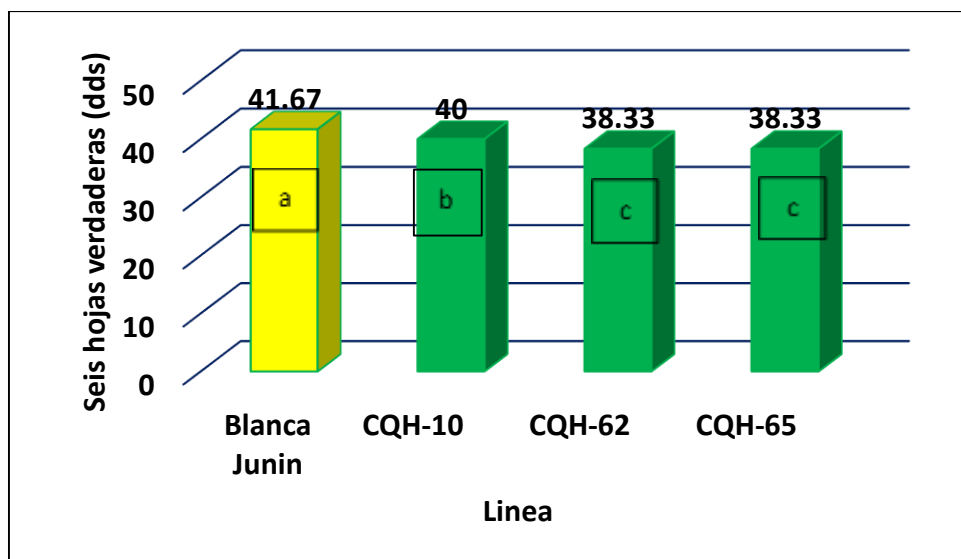
3.1.4. Días a las seis hojas verdaderas

El número de días a seis hojas verdaderas (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 38.33 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días a seis hojas verdaderas fue la línea CQH-10 y Blanca Junin que ocurrió entre 40 y 41.67 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 1.4 % lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura 4

Prueba de Tukey a las seis hojas verdaderas de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 8), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan igual número de días a seis hojas verdaderas, con 38.33 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junin que a seis hojas verdaderas en promedio fue a los 40 y 41.47 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada, estos valores también se diferencian a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo a seis hojas verdaderas un promedio de 21 a 26 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de 4 variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reporta que a las cuatro hojas verdaderas sucedió entre los 25 a 27 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

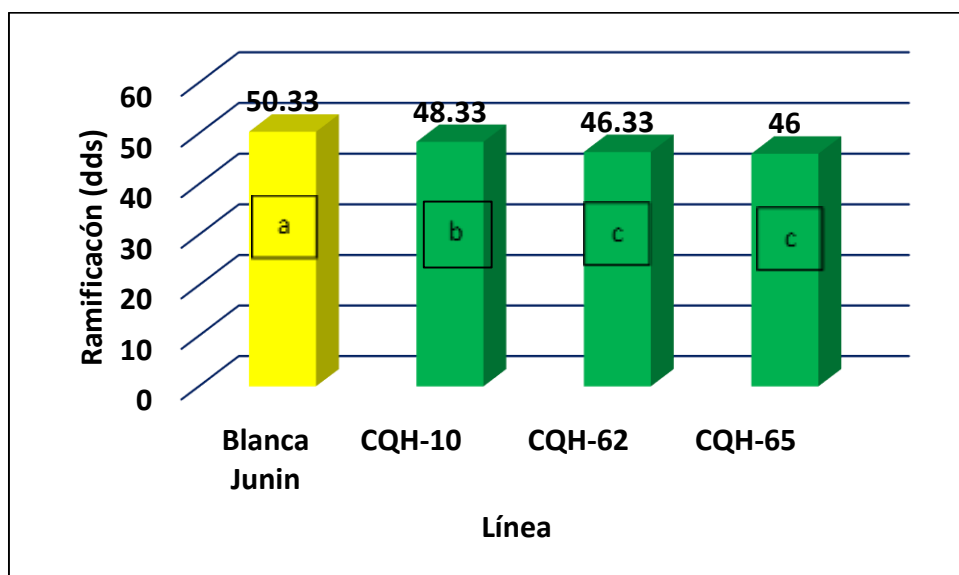
3.1.5. Días al estado de ramificación

El número de días al estado de ramificación (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 46 y 46.33 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días al estado de ramificación fue la línea CQH-10 y Blanca Junin que ocurrió entre 48.33 y 50.33 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 0.6% lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura 5

Prueba de Tukey de los días al estado de ramificación de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 9), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan un promedio de 46 y 46.33 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junín que al estado de ramificación en promedio fue a los 48.33 y 50.33 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada. Estos valores también se diferencian a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo al estado de ramificación un promedio de 39 a 46 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de 4 variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reporto al estado de ramificación sucedió entre los 30 a 31 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

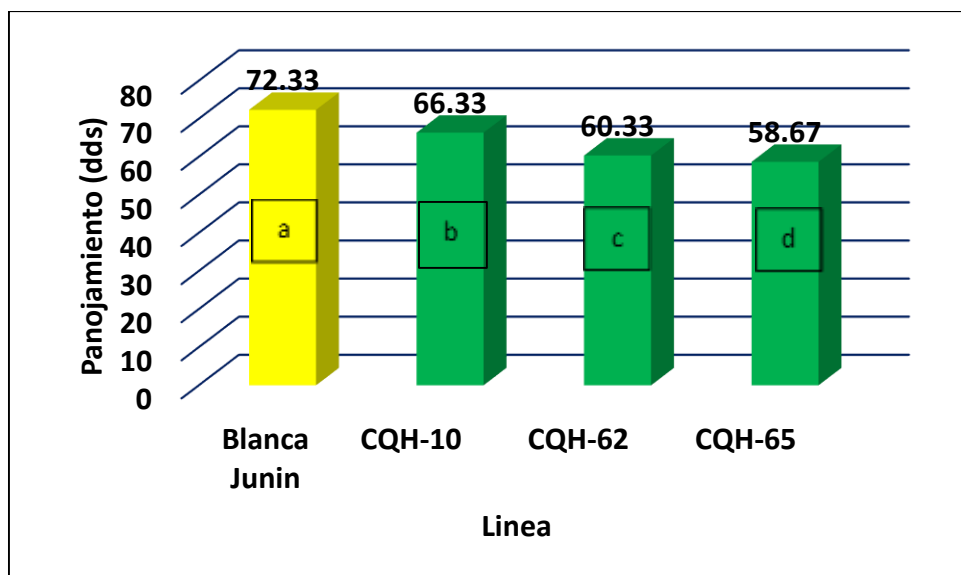
3.1.6. Días al estado de formación de panojas

El número de días a la formación de panojas (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 58.67 y 60.33 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días a la formación de panojas fue la línea CQH-10 y Blanca Junin que ocurrió entre 66.33 y 72.33 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 0.9 % lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura6

Prueba de Tukey de los días al estado de formación de panojas de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 10), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan un promedio de 58.67 y 60.33 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junin que al estado de panoja miento en promedio fue a los 66.33 y 72.33 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero existiendo diferencia significativa entre éstas líneas, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada. Estos valores se diferencian a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo al estado de panoja miento un promedio de 48 a 57 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de 4 variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reporto al estado de panoja miento sucedió entre los 48 a 57 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

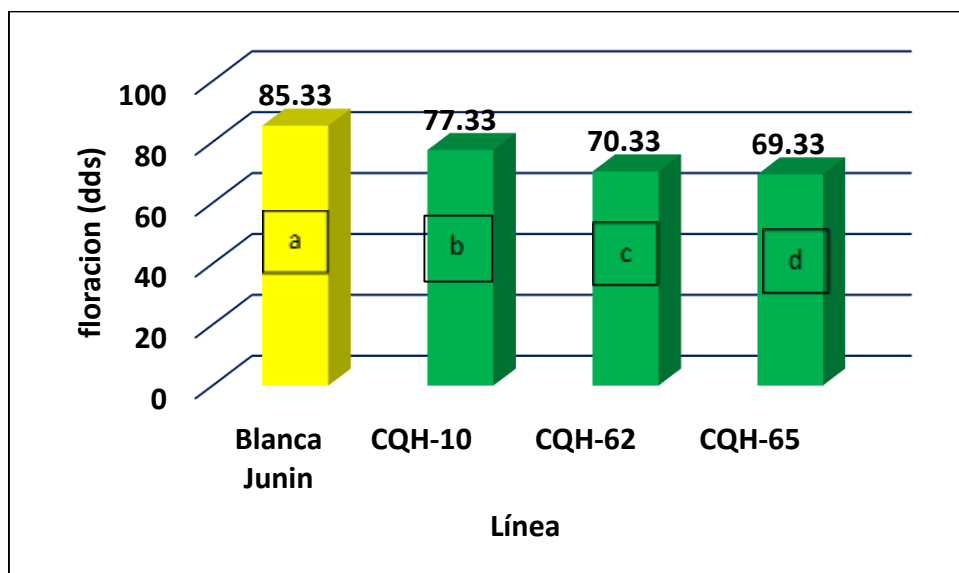
3.1.7. Días a la floración

El número de días a la floración (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 69.33 y 70.33 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días a la floración fue la línea CQH-10 y Blanca Junin que ocurrió entre 77.33 y 85.33 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 0.00000013% lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura 7

Prueba de Tukey número de días a la floración de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 11), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan un promedio de 69.33 y 70.33 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junin que al estado de floración en promedio fue a los 77.33 y 85.33 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo al estado de floración un promedio de 80 a 94 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de 4 variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reporto al estado de floración sucedió entre los 60 a 88 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

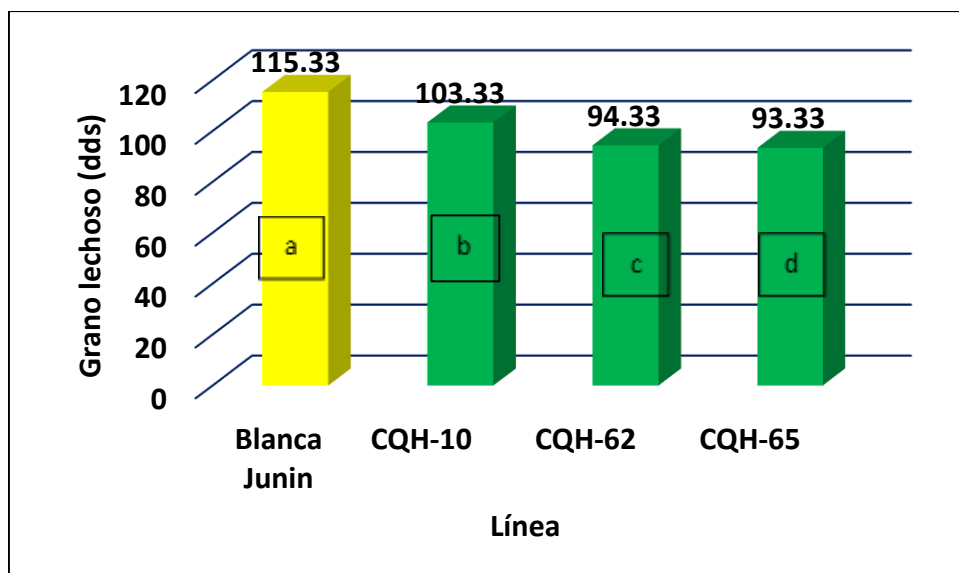
3.1.8. Días al grano lechoso

El número de días al grano lechoso (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 93.33 y 94.33 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días al grano lechoso fue la línea CQH-10 y Blanca Junin que ocurrió entre 103.33 y 115.33 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 0.00000014% lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura8

Prueba de Tukey número de días al grano lechoso de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 12), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan un promedio de 93.33 y 94.33 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junín que al estado de grano lechoso en promedio fue a los 103.33 y 115.33 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo al estado de grano lechoso un promedio de 94 a 112 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de cuatro variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reportó que al grano lechoso sucedió entre los 74 a 95 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

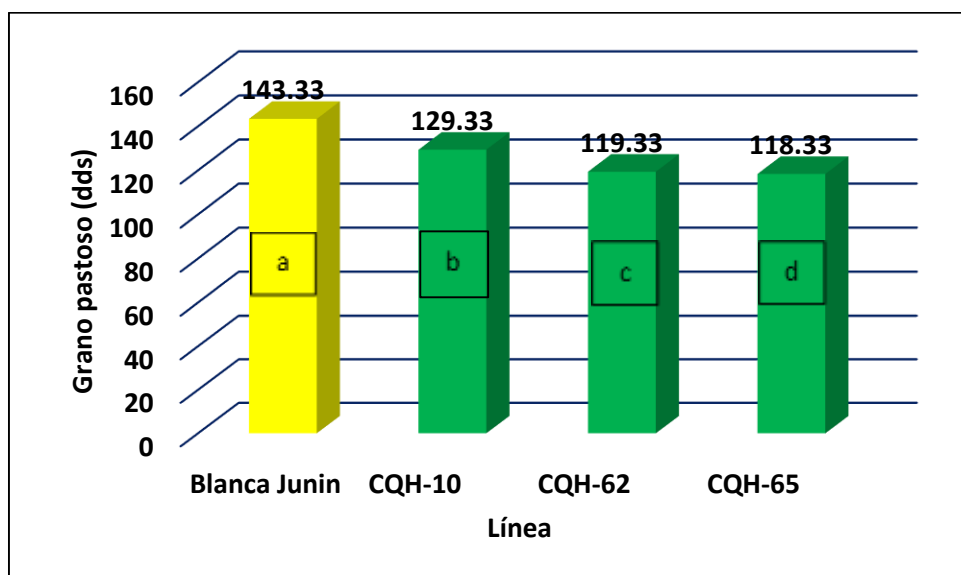
3.1.9. Días al grano pastoso

El número de días al grano pastoso (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 118.33 y 119.33 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días al grano pastoso fue la línea CQH-10 y Blanca Junín que ocurrió entre 129.33 y 143.33 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 0.00000015% lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura9

Prueba de Tukey número de días al grano pastoso de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 13), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan un promedio de 118.33 y 119.33 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junín que al estado de grano pastoso en promedio fue a los 129.33 y 143.33 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.. Estos valores se asemejan a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo al estado de grano pastoso un promedio de 114 a 130 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de cuatro variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reportó que al grano pastoso sucedió entre los 84 a 109 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

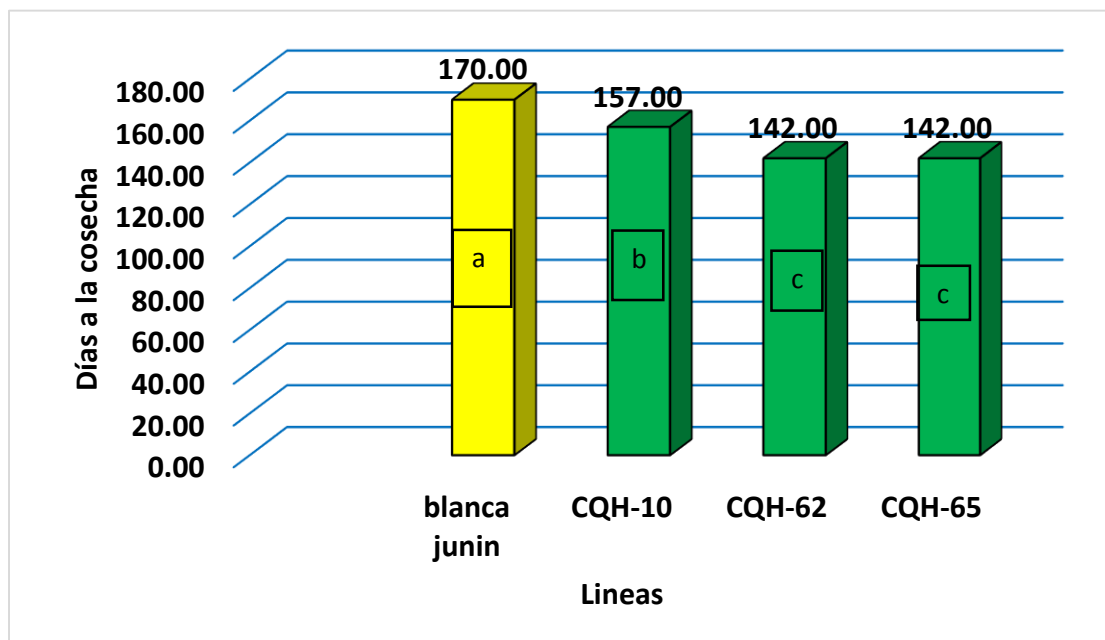
3.1.10. Días a la cosecha

El número de días a la cosecha (dds) de las líneas de quinua de grano blanco en estudio ocurrió entre los 142 y 170 días después de la siembra, correspondiendo la primera a CQH-65 y CQH-62, la que resulto con mayor número de días a la madurez de la cosecha fue la línea CQH-10 y Blanca Junín que ocurrió entre 157 y 170 días después de la siembra respectivamente tal como muestra la Tabla 6.

En el análisis de variancia (Tabla 7), se encontró diferencia altamente significativa en las fuentes de variación de tratamientos, no se encontró significancia para los efectos en las fuentes de variación de bloque, muestra coeficiente variabilidad de 0.00000015% lo que muestra que existe precisión y los resultados son confiables. El obtener no significancia en los bloques, nos muestra que existe homogeneidad entre las repeticiones.

Figura14

Prueba de Tukey días a la cosecha de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



En la prueba de Tukey (Figura 14), se precisa que las líneas CQH-65 y CQH-62, son los que presentan un promedio de 142.0 días después de la siembra, seguido de la línea CQH-10 y Blanca Junín que al estado de grano pastoso en promedio fue a los 157.0 y 170.0 días después de la siembra respectivamente, diferenciándose estadísticamente entre el CQH-65 y CQH-62 con respecto a las líneas CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, por ello, las diferencias en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.. Estos valores se diferencian a lo encontrado por Bellido (2017) quien obtuvo al estado de grano pastoso un promedio de 121 a 137 días después de la siembra en 5 cultivares de quinua de grano blanco.

Según Núñez (2018), quien realizó un estudio fenológico de 4 variedades de quinua en la Estación Experimental Canaán, reporto que al grano pastoso sucedió entre los 94 a

123 días después de la siembra, esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

3.2. Variables de rendimiento

De acuerdo al análisis de variancia para las variables de rendimiento. En los cuatro variables considerados, se encontró diferencia altamente significativa en la fuente de variación de líneas, este resultado es coherente, puesto que se trata de líneas con diversidad genética incluido el testigo. Es importante señalar también los coeficientes de variación en las variables (1.97 a 13.7 %) están dentro de los valores aceptables.

3.2.1. Altura de la planta

En la (tabla 8), del análisis de variancia de altura de planta muestra que es estadísticamente significativa entre bloques; también se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos, lo cual indica diferente comportamiento de las líneas en estudio. El coeficiente de variación es 1.97 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 3

Análisis de varianza de altura de planta (cm) de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

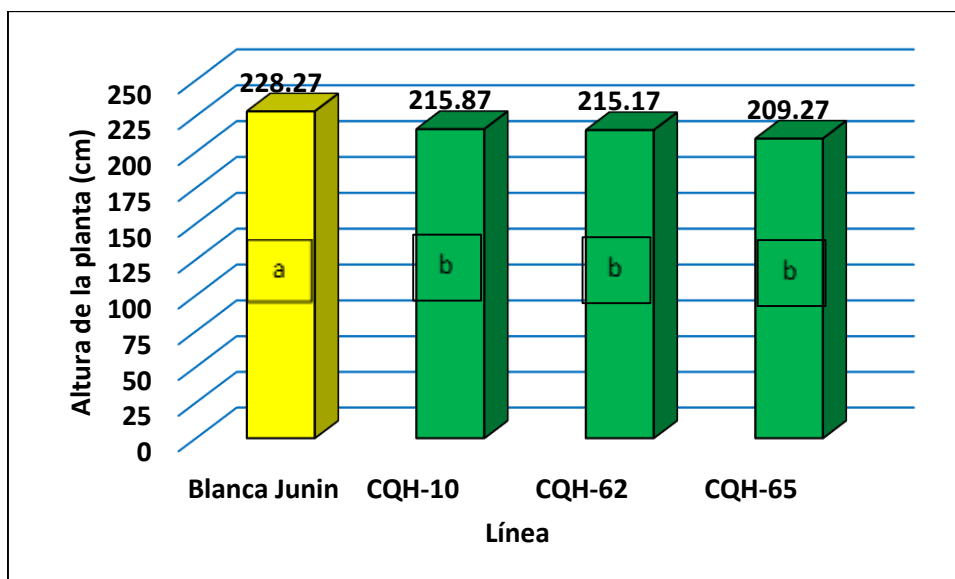
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	541.58	2	270.79	14.84	0.0048**
Tratamiento (líneas)	573.92	3	191.31	10.48	0.0084**
Error	109.51	6	18.25		
Total	1225.01	11			

CV (%)= 1.97

La prueba de Tukey de la altura de planta (Figura 15), indica que se determinó un rango de altura de la planta entre 209.27 y 228.27 cm, observándose que el (testigo) blanca Junín presento el mayor valor (228.27 cm), seguido por la línea CQH-10 (215.87 cm), CQH-62 (215.17 cm) y CQH-65 (209.27 cm) donde existe una diferencia significativa entre el (testigo) blanca Junín con respecto a las líneas CQH-65, CQH-62 y CQH-10 pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, los cuales alcanzaron una altura de 209.27, 215.17 y 215.87 respectivamente.

Figura15

Prueba de Tukey de altura de planta de cuatro líneas de quinua de grano blanco (*Chenopodium quinoa Willd.*) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Davalos (2022) en su trabajo de investigación “Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina del grano de 14 líneas promisorias y una variedad de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) en k’ayra - San Jerónimo – Cusco” indica que la altura de planta oscila entre 140.5 a 239.10 cm; esta información se asemeja con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco.

Bellido (2017) bajo condiciones de Canaán 2735 msnm- Ayacucho, determino que en 5 cultivares en estudio se encontró alturas de plantas entre 156.8 y 170.3 cm para los cultivares Compuesto B y Blanca de Junín Huancayo respectivamente; se pueden distinguir tres categorías, un cultivar alto (170.3 cm), tres cultivares medianos (163.5, 165.3 y 166.5 cm) y uno de talla baja (156.8 cm) en promedio de 186,47 cm en la zona de Canaán; por ello, las diferencias en la altura de planta en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.

3.2.2. Longitud de la panoja (cm)

La longitud de la panoja de las líneas de quinua de grano blanco evaluadas en el presente trabajo varían de 49.43 a 68.83 cm, los mismos que corresponden a las líneas CQH-10 y CQH-65, respectivamente.

En la (tabla 9), se muestra el análisis de variancia de la longitud de la panoja de las líneas evaluadas, donde se muestra que no existe diferencia significativa entre bloques; tampoco no se observó diferencia estadística entre las líneas estudiadas, esta característica se atribuye al comportamiento de origen genético de las líneas. El coeficiente de variación es 13.7 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 4

Análisis de varianza de longitud de la panoja (cm) de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

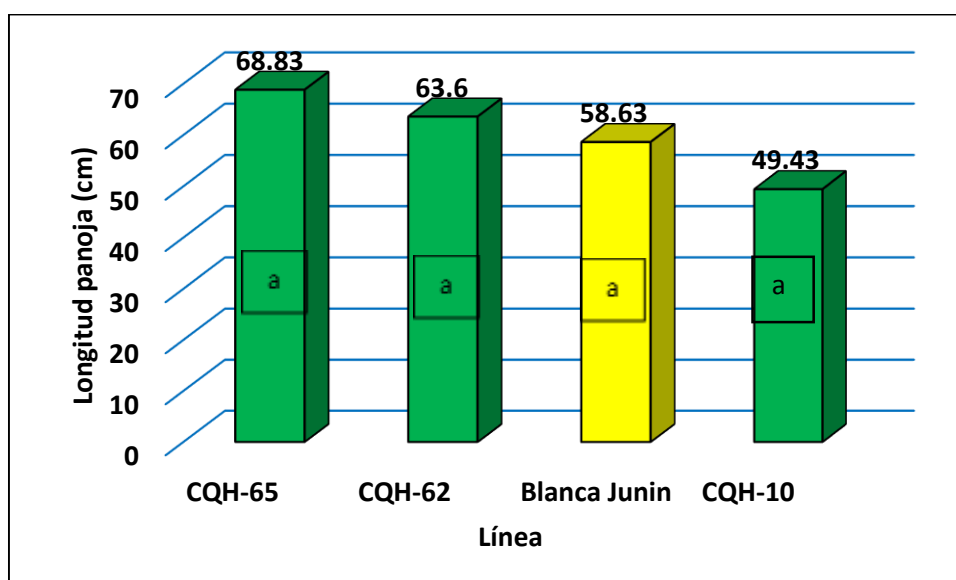
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	74.77	2	37.38	0.55	0.6032ns
Tratamiento (Líneas)	613.34	3	204.45	3.01	0.1162ns
Error	407.32	6	67.89		
Total	1095.42	11			

CV (%) = 13.7

La prueba de Tukey de la longitud de la panoja (Figura 16), indica que se determinó un rango de longitud de la panoja entre 49.43 cm y 68.83 cm, observándose que no existe diferencia significativa entre las líneas CQH-10, Blanca Junín, CQH-62 y CQH-65 solo existe una diferencia numérica, los cuales alcanzaron una longitud de panoja de 49.43, 58.63, 63.6 y 68.83 respectivamente.

Figura 16

Prueba de Tukey de longitud de la panoja (cm) de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Davalos (2022) en su trabajo de investigación “Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina del grano de 14 líneas promisorias y una variedad de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) en k’ayra - San Jerónimo – Cusco” indica que la longitud de la panoja oscila entre 45.6 a 79.95 cm; esta información se asemeja con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco.

Bellido (2017) bajo condiciones de Canaán 2735 msnm- Ayacucho, determino que en 5 cultivares en estudio se encontró longitud de las panojas entre 44.58 y 61.88 cm para los cultivares Choclito y Hualhuas respectivamente; de acuerdo al crecimiento, se encontraron dos cultivares de mayor longitud de panoja (mayor o igual a 61.70 cm), un cultivar de mediana longitud (48.58 y 52.38 cm) y un cultivar de menor longitud (44.58 cm) en la zona de Canaán; por ello, las diferencias en la longitud de la panoja en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.

3.2.3. Diámetro de la panoja (cm)

El diámetro de la panoja de las líneas de quinua de grano blanco evaluadas en el presente trabajo varían de 15.5 a 23.9 cm, los mismos que corresponden a las líneas CQH-62 y Blanca Junín, respectivamente.

En la (tabla 10), del análisis de variancia de diámetro de panoja de las líneas evaluadas, donde se muestra que no existe diferencia significativa entre bloques; se encontró diferencia altamente significativa entre las líneas, lo cual indica diferente comportamiento de las líneas en estudio. El coeficiente de variación es 8.91 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 5

Análisis de variancia para el diámetro de panoja (cm) en cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

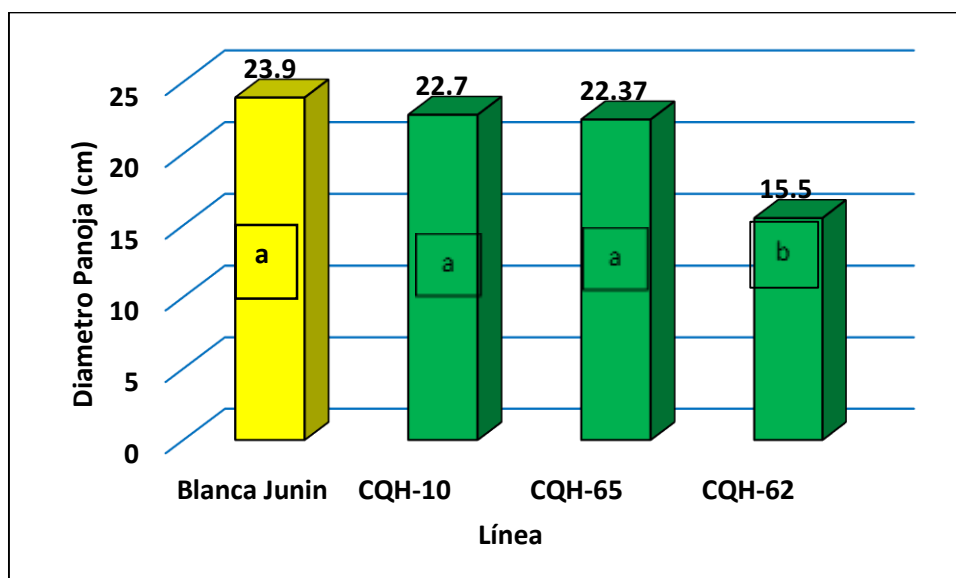
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	8.1	2	4.05	1.14	0.3794ns
Tratamiento (líneas)	130.09	3	43.36	12.25	0.0057**
Error	21.25	6	3.54		
Total	159.44	11			

CV (%) = 8.91

La prueba de Tukey de diámetro de panoja (Figura 17), indica que se determinó un rango de 15.5 cm y 23,9 cm, observándose que el testigo blanca Junín (23.9cm) y las líneas CQH-10 (22.7 cm), CQH-65 (22.37 cm) presentaron el mayor valor a comparación de la línea CQH-62 (15.5 cm), donde existe la diferencia significativa para el testigo blanca Junín, CQH-10, CQH-65 con respecto a la línea CQH-62. Entre las líneas CQH-65, CQH-10 y Blanca Junín no existe diferencia significativa solo existe una diferencia numérica, los cuales alcanzaron un diámetro de 22.37, 22.7 y 23.9 respectivamente.

Figura 17

Prueba de Tukey de diámetro de la panoja (cm) de cuatro líneas de quinua de grano blanco (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Antezana (2017) en su trabajo de investigación “Rendimiento de siete cultivares de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). EEA Canaán- INIA, 2735 msnm. Ayacucho” indica que el diámetro de la panoja oscila entre 13.5 a 25.0 cm; esta información se asemeja con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco.

Bellido (2017) bajo condiciones de Canaán 2735 msnm- Ayacucho, determino que en 5 cultivares en estudio se encontró diámetro de las panojas entre 8.90 y 11.53 cm, que corresponden a los cultivares Compuesto B y Choclito; cuatro cultivares mostraron menores diámetros (8.90, 9.15, 9.15 y 9.25 cm), característica que también corresponde a las cualidades genéticas de los cultivares, en la zona de Canaán; por ello, las diferencias en el diámetro de la panoja en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.

3.2.4. Rendimiento de grano por hectárea

El rendimiento de grano por hectárea de las líneas de quinua de grano blanco evaluadas en el presente trabajo varían de 2089.18 a 3429.9 kg/ha, los mismos que corresponden a las líneas CQH-62 y CQH-10, respectivamente.

En la (Tabla 11), se describe el análisis de variancia de rendimiento de grano por hectárea de las líneas estudiadas, donde se observa que no existe diferencia significativa entre bloques; pero si se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos, lo cual indica diferente comportamiento de las líneas en estudio. El coeficiente de variación es 6.11 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 6

*Análisis de variancia para el rendimiento de grano por hectárea (kg/ha) en cuatro líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.*

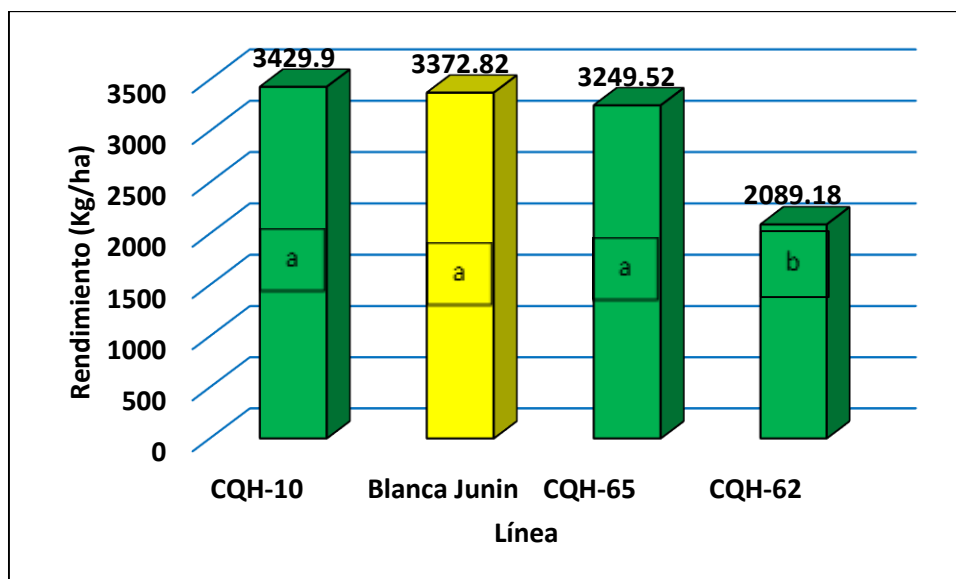
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	300744.98	2	150372.49	4.37	0.0675ns
Tratamiento (líneas)	3631994.37	3	1210664.79	35.16	0.0003**
Error	206615.59	6	34435.93		
Total	4139354.93	11			

CV (%) = 6.11

La prueba de Tukey de rendimiento de grano por hectárea (Figura 18), indica que se determinó un rango de rendimiento entre 2089.18 kg/ha y 3429.82 kg/ha, observándose que la líneas CQH-10 (3429.9 (kg/ha), testigo blanca Junín (3372.82 kg/ha) y CQH-65 (3249.52 kg/ha) presentaron el mayor valor a comparación de la línea CQH-62 (2089.18 kg/ha), donde existe la diferencia significativa para la líneas CQH-10, blanca Junín y CQH-65 con respecto a la línea CQH-62. Entre las líneas CQH-65, Blanca Junín y CQH-10 no existe diferencia significativa solo existe una diferencia numérica, los cuales alcanzaron un rendimiento grano por hectárea de 3249.52, 3372.82 y 3429.9 (kg/ha) respectivamente.

Figura18

Prueba de Tukey rendimiento de grano por hectárea de cuatro líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Antezana (2017) en su trabajo de investigación “Rendimiento de siete cultivares de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). EEA Canaán- INIA, 2735 msnm. Ayacucho” indica que el rendimiento por hectárea oscila entre 1645.8 a 2312.5 kg/ha; esta información se asemeja un poco con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco, las diferencias son propias de la campaña por factores propios de la campaña.

Bellido (2017) bajo condiciones de Canaán 2735 msnm- Ayacucho, determino que en 5 cultivares en estudio se encontró el rendimiento de grano vario entre 2962, 3281, 3472, 3659 y 4018 kg/ha, que corresponden a los cultivares Compuesto B, Blanca de Junín Ayacucho, Blanca Junín Huancayo, Hualhuas y Choclito respectivamente, característica que también corresponde a las cualidades genéticas de los cultivares, en la zona de Canaán; por ello, las diferencias en el rendimiento de grano en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.

3.3. Características de calidad de grano

3.3.1. Peso de 1000 semillas

El peso de 1000 semillas de las líneas de quinua de grano blanco evaluadas en el presente trabajo varían de 3.03 a 3.44 g, los mismos que corresponden a las líneas CQH-62 y CQH-10 respectivamente.

En la (tabla 12), se evidencia el análisis de variancia del peso 1000 semillas de las líneas estudiadas, donde se observa que no existe diferencia significativa entre bloques; tampoco no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual indica que no hay diferencia entre las líneas en estudio. Esta característica se atribuye tanto al comportamiento de origen genético de las líneas como a las condiciones ambientales. El coeficiente de variación es 8.25 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 7

Análisis de variancia para el peso de 1000 semillas (g) en cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

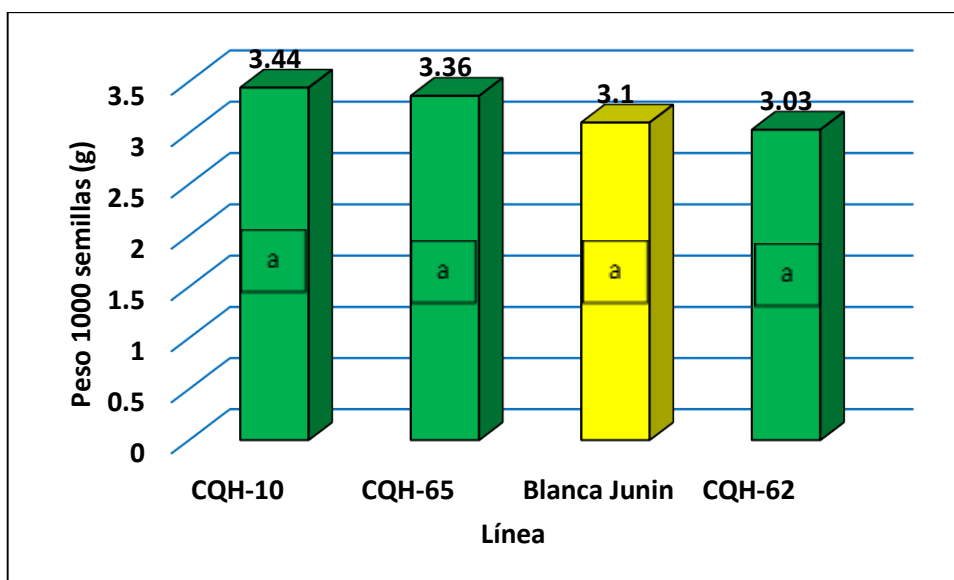
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.42	2	0.21	2.96	0.1276ns
Tratamiento (líneas)	0.36	3	0.12	1.68	0.2702ns
Error	0.43	6	0.07		
Total	1.21	11			

CV (%) = 8.25

La prueba de Tukey de peso de 1000 semillas (Figura 19), indica que se obtuvo un rango de 3.03 g a 3.44 g, siendo el mayor peso de 1000 semillas la línea CQH-10 (3.44 g), CQH-65 (3.36 g), blanca Junín (3.1 g) y CQH-62 (3.03 g) donde se observa que no existe diferencia significativa solo existe una diferencia numérica entre las líneas

Figura 19

Prueba de Tukey peso de 1000 semillas de cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Antezana (2017) en su trabajo de investigación “Rendimiento de siete cultivares de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). EEA Canaán- INIA, 2735 msnm. Ayacucho” indica que el peso de 1000 semillas oscila entre 2.5 a 3.1 g; esta información se diferencia también con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco.

Bellido (2017) bajo condiciones de Canaán 2735 msnm- Ayacucho, determino que en 5 cultivares en estudio se encontró el peso de 1000 semillas vario entre 2.670, 2.985, 3.028, 3.040 y 4.598 gr, que corresponden a los cultivares Choclito, Compuesto B, Hualhuas, Blanca Junín Ayacucho y Blanca Junín Huancaño respectivamente, características que también corresponde a las cualidades genéticas de los cultivares, en la zona de Canaán; por ello, las diferencias en el peso de 1000 semillas en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.

3.3.2. Diámetro grano (mm)

El diámetro de grano de las líneas de quinua de grano blanco evaluadas en el presente trabajo varían de 1.98 a 2.04 mm, los mismos que corresponden a las líneas Blanca Junín y CQH-10 respectivamente.

En la (Tabla 13), se evidencia el análisis de variancia del diámetro de grano de las líneas estudiadas, donde se observa que no existe diferencia significativa entre bloques; no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual nos indica que no existe diferente comportamiento entre las líneas en estudio. El coeficiente de variación es 2.3 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 8

Análisis de variancia para el diámetro de grano (mm) en cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

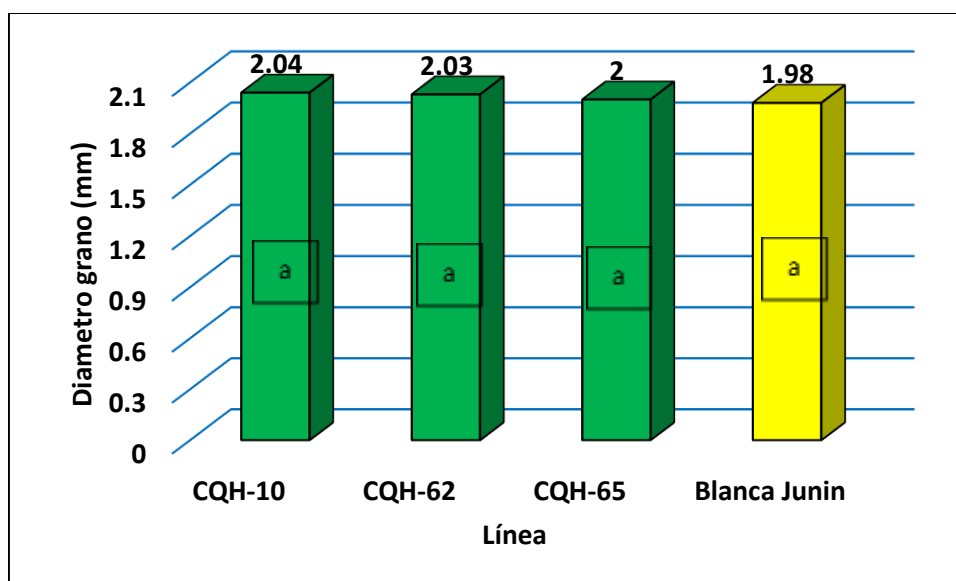
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.01	2	3.90E-03	1.82	0.2404ns
Tratamiento (líneas)	0.01	3	2.40E-03	1.12	0.4122ns
Error	0.01	6	2.10E-03		
Total	0.03	11			

CV (%) = 2.3

La prueba de Tukey de diámetro de grano (Figura 20), indica que se obtuvo un rango de 1.98 mm a 2.04 mm, siendo el mayor diámetro de grano la línea CQH-10 (2.04 mm), CQH-62 (2.03 mm), CQH-65 (2.0 mm) y blanca Junín (1.98 mm), donde se observa que entre las líneas no se logró demostrar diferencias estadísticas solo existe una diferencia numérica.

Figura20

Prueba de Tukey diámetro de grano de cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Antezana (2017) en su trabajo de investigación “Rendimiento de siete cultivares de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). EEA Canaán- INIA, 2735 msnm.

Ayacucho” indica que el diámetro de grano oscila entre 2.16 a 2.30 mm; esta información se asemeja con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco.

Bellido (2017) bajo condiciones de Canaán 2735 msnm- Ayacucho, determino que en 5 cultivares en estudio se encontró el diámetro de grano vario entre 1.880, 1.900, 1.935, 1.960 y 1.990 mm que corresponden a los cultivares Hualhuas, Compuesto B, Blanca Junín Ayacucho, Choclito y Blanca Junín Huancayo respectivamente, características que también corresponde a las cualidades genéticas de los cultivares, en la zona de Canaán; por ello, las diferencias en el diámetro del grano en cada uno de las líneas estudiadas se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales propias de la campaña evaluada.

3.3.3. Contenido de saponina

El contenido de saponina de las líneas de quinua de grano blanco evaluadas en el presente trabajo varían de 0.01 a 0.34, los mismos que corresponden a las líneas CQH-65 y CQH-62, respectivamente.

En la (tabla 14), se reporta el análisis de variancia del contenido de saponina de las líneas estudiadas, donde se observa que no existe diferencia significativa entre bloques; se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos, lo cual indica diferente comportamiento de las líneas en estudio. El coeficiente de variación es 28.21 % que nos indica una buena precisión del ensayo, que nos permite confiabilidad en los resultados.

Tabla 9

Análisis de variancia para el contenido de saponina (%) en cuatro líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

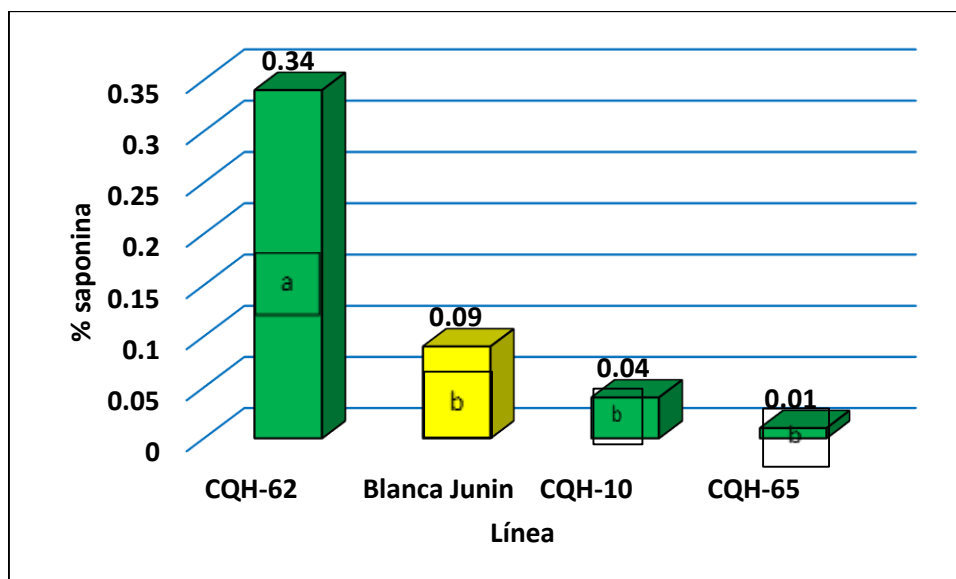
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	2.90E-03	2	1.40E-03	1.22	0.36ns
Tratamiento (líneas)	0.2	3	0.07	56.95	0.0001**
Error	0.01	6	1.20E-03		
Total	0.21	11			

CV (%) = 28.21

La prueba de Tukey del contenido de saponina (%) (Figura 21), indica que se obtuvo un rango de contenido de saponina entre 0.01 % a 0.34 %, observándose que la línea CQH-62 presento mayor valor de 0.34 % seguido por el (testigo) blanca Junín (0.09%), CQH-10 (0.04 %) y CQH-65 (0.01 %) donde existe una diferencia altamente significativa entre la línea CQH-10 con respecto a las líneas CQH-65, CQH-10 y blanca Junín pero no existiendo diferencia significativa entre éstas líneas solo existe una diferencia numérica, los cuales alcanzaron el contenido de saponina de un promedio de 0.01, 0.04 y 0.09 % respectivamente.

Figura21

Prueba de Tukey de contenido de saponina (%) de cuatro líneas de quinua de grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



Antezana (2017) en su trabajo de investigación “Rendimiento de siete cultivares de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). EEA Canaán- INIA, 2735 msnm. Ayacucho” indica que el contenido de saponina oscila entre 0.01 a 0.06 % ; esta información se asemeja con los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el cultivo de quinua de grano blanco con tres líneas ya que son dulces, y el CQH-62 es amargo ya que tiene un porcentaje muy alto de saponina.

CONCLUSIONES

1. La líneas más precoces respecto a la blanca Junín en llegar a la madurez fisiológica fue la CQH-65 y CQH-62 con 142 días después de la siembra, seguida por la línea CQH-10 con 157 días después de la siembra, mientras el Blanca Junín se comportó como el más tardío con 170 días después la siembra.
2. La línea CQH-10 alcanzo un mayor rendimiento en grano con 3429.9 kg/ha, seguido por blanca Junín y CQH-65, alcanzando 3372.82 y 3249.52 kg/ha respectivamente, mientras la línea CQH-62 obtuvo el menor rendimiento de grano con 2089.18 kg/ha.
3. La línea que obtuvo buena calidad de grano en peso de 1000 semillas y diámetro de grano fue CQH-10 con 3.44 g y 2.04 mm respectivamente, la línea que tuvo mayor contenido de saponina fue CQH-62 con 0.34 % seguido por blanca Junín y CQH-10 con 0.09 y 0.04 % respectivamente, mientras que la línea CQH-65 con 0.01 % obtuvo menor contenido de saponina.

RECOMENDACIONES

1. Realizar la réplica del siguiente trabajo en diferentes zonas o pisos altitudinales, con otras tecnologías, de esa manera saber el comportamiento agronómico más conciso en relación a la precocidad de cada uno de las líneas.
2. Se recomienda realizar investigaciones con otras líneas en distintos contextos agroecológicos y bajo diversas tecnologías de manejo, con el fin de profundizar en la respuesta productiva de cada línea. En estas evaluaciones, se recomienda priorizar la línea

CQH-10, dado que obtuvo un rendimiento destacado de 3429.9 kg/ha en el presente estudio.

3. Se recomienda comparaciones con otras líneas comerciales en relación de peso de mil semillas, diámetro de grano y porcentaje de saponina, lo que permitirá determinar su grado de aceptabilidad y competitividad frente a otras líneas.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Antezana Calderón, R. (2017). Rendimiento de siete cultivares de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.). EEA Canaán-INIA, 2735 msnm. Ayacucho. https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/2664/1/TESIS%20AG1150_Ant.pdf
- Bazile, D. & Baudron, F. (2014). *Dinámica de expansión mundial del cultivo de la quinua respecto a su alta biodiversidad*. Santiago de Chile: FAO-CIRAD, pp. 4964. ISBN 978-92-5-308558-3. http://www.fao.org/quinoa2013/publications/detail/es/item/279313/icode/?no_mobile=1
- Bazile, D., Jacobsen, S. E., & Verniau, A. (2016). The global expansion of quinoa: Trends and limits. *Frontiers in Plant Science*, 7, 622. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00622>
- Bellido Salinas, E. (2017). *Caracterización y rendimiento de cinco cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) de grano blanco en Canaán a 2735 msnm-Ayacucho*. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/14892a8b-950c-4faf-9844-2b16706ba8bd>
- Davalos Alagon, C. R. (2022). *Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina del grano de 14 líneas promisorias y una variedad de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow) en K'ayra - San Jerónimo - Cusco*. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/7157>.
- Flores, W. (2018). *Formas de siembra y variedades en el rendimiento de quinua (Chenopodium quinoa Willd). Canaán, 2750 msnm - Ayacucho* (p. 1-125). https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5550/1/TESIS%20AG1305_Bar.pdf
- Núñez Chávez, W. (2018). Fenología de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en dos épocas de siembra. Canaán-INIA a 2735 msnm-Ayacucho. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/19a69676-ad2c-4575-84d1-a656483fc142>
- Yapura Quispe, E. D. (2025). Comparativo de rendimiento de grano, características botánicas, comportamiento fenológico y contenido de saponina de 15 líneas promisorias y variedad cica 18 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones del Centro Agronómico K'ayra distrito San Jerónimo provincia y región Cusco. <https://hdl.handle.net/20.500.12918/10459>
- Zurita-Silva, A., Fuentes, F., Zamora, P., Jacobsen, S. E., & Schwember, A. R. (2014). Breeding quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Potential and perspectives. *Molecular Breeding*, 34, 13–30. <https://doi.org/10.1007/s11032-013-991>