

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Comparativo de tres cultivares de quinua de grano amarillo
(*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2735 msnm - Ayacucho, 2024**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. Crhistian CALDERON CHAVEZ

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 Juan Calderón Ccente y Julia Chávez Quispe por su apoyo incondicional día a día, dedicación y esfuerzo en mi formación profesional.

A mis hermanos, Maritza y Franco, quienes de manera incondicional compartieron conmigo momentos de felicidad y dificultad, brindándome siempre su apoyo y contribuyendo a que este anhelo 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

A la Estación Experimental de Canaán - INIA, por brindarme las facilidades y la oportunidad de instalar la investigación, lo cual fue fundamental para fortalecer mi formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Bases teóricas de la investigación.....	6
1.2.1. Origen y distribución geográfica.....	6
1.2.2. Producción nacional de la quinua.....	7
Datos de Ministerio de Desarrollo Agrario (MIDAGRI), 2023.....	8
1.2.2.1. Distribución regional de la producción.....	8
1.2.3. Importancia y uso de la quinua.....	8
1.2.3.1 Valor nutritivo.....	9
1.2.4. Clasificación taxonómica de quinua.....	10
1.2.5. Morfología de la quinua.....	10
1.2.6. Fases de Desarrollo de la planta.....	13
1.2.7. Clasificación agroecológica de la quinua.....	17
1.2.8. Variedades comerciales de quinua.....	19
1.2.9. Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de quinua.....	19
1.2.10. Manejo agronómico del cultivo de Quinua.....	21
1.2.11 Plagas y Enfermedades.....	24
CAPÍTULO II.....	26
METODOLGÍA.....	26
2.1. Ubicación del experimento.....	26
2.2. Condiciones climáticas.....	28

2.3. Antecedentes del terreno.....	30
2.4. Análisis de caracterización del suelo.	30
2.5. Material Vegetal.....	31
2.6. Diseño experimental.....	31
2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
2.7.1. Unidad experimental.....	32
2.7.2. Tratamientos.....	32
2.7.3 Campo experimental.....	33
2.8. Esquema de distribución de las unidades y el campo experimental.....	33
2.9. Croquis de la Unidad experimental.....	34
2.10. Conducción del cultivo.....	34
2.11. Materiales, equipos e insumos.....	37
2.12. Parámetros de evaluación.....	38
2.12.1. Componentes de precocidad.....	38
2.12.2. Componentes del rendimiento.....	39
2.12.3. Componentes de la calidad.....	40
CAPÍTULO III.....	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
3.1. Variables de precocidad.....	41
3.1.1. Días a la emergencia.....	41
3.1.2. Días a dos hojas verdaderas.....	42
3.1.3. Días a Cuatro hojas verdaderas.....	43
3.1.4. Días a seis hojas verdaderas.....	44
3.1.5. Días al estado de ramificación.....	45
3.1.6. Días a la formación de panoja.....	46
3.1.7. Días a la floración.....	47
3.1.8. Días al grano lechoso.....	48
3.1.9. Días al grano pastoso.....	48
3.1.10. Días a la madurez fisiológica.....	49
3.2. Variables de rendimiento.....	51
3.2.1. Altura de la planta.....	51
3.2.2. Longitud de panoja principal.....	51
3.2.3. Diámetro de panoja.....	52
3.2.4. Rendimiento de grano por hectárea.....	54
3.2.5. Índice de cosecha.....	55

3.3. Características de calidad de grano	57
3.3.1. Peso de 1000 semillas	57
3.3.1. Contenido de saponina	59
CAPÍTULO IV	60
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES	61
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. <i>Producción de quinua en los principales departamentos 2019 - 2023</i>	8
Tabla 2.1. <i>Resumen climático mensual (temperatura, precipitación y evapotranspiración) de la Estación Experimental de Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria – Campaña 2023-2024.</i>	28
Tabla 2.2. <i>Resultados del análisis de caracterización del suelo.</i>	30
Tabla 2.3. <i>Cultivares de quinua de grano amarillo.</i>	31
Tabla 2.4 <i>Nº de tratamientos de cultivares de grano amarillo.</i>	32
Tabla 3 .1 <i>Número de días a la emergencia de tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.</i>	41
Tabla 3.2. <i>Número de días a dos hojas verdaderas de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.</i>	42
Tabla 3.3. <i>Número de días a cuatro hojas verdaderas de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho</i>	43
Tabla 3.4. <i>Número de días a seis hojas verdaderas de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.</i>	44
Tabla 3.5. <i>Número de días al estado de ramificación de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaan, 2735 msnm, Ayacucho.</i>	45
Tabla 3.6. <i>Número de días a la formación de panoja de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.</i>	46
Tabla 3.7. <i>Número de días a la floración de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho</i>	47
Tabla 3.8. <i>Número de días al grano lechoso de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaan, 2735 msnm, Ayacucho.</i>	48
Tabla 3.9. <i>Número de días al grano pastoso de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.</i>	49
Tabla 3.10. <i>Número de días a la madurez fisiológica de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.</i>	50

Tabla 3.11. <i>Análisis de variancia para la altura (cm) de planta en tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho</i>	51
Tabla 3.12. <i>Análisis de variancia para la longitud de panoja en tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	52
Tabla 3.13. <i>Análisis de variancia para el diámetro de panoja (cm) en tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	52
Tabla 3.14. <i>Prueba de Tukey de diámetro de panoja (cm) de tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	53
Tabla 3.15. <i>Análisis de variancia para el rendimiento de grano por hectárea (kg/ha) en tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho</i>	54
Tabla 3.16. <i>Análisis de variancia del índice de cosecha (%) en tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	55
Tabla 3.17. <i>Prueba de Tukey de índice de cosecha de tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	55
Tabla 3.18. <i>Análisis de variancia para el peso de 1000 semillas (g) en tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	57
Tabla 3.19. <i>Prueba de Tukey de peso de 1000 semillas (g) de tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	57
Tabla 3.20. <i>Análisis de variancia para el contenido de saponina (%) en tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 <i>Producción Nacional de Quinoa (en miles de toneladas), 2019-2023</i>	7
Figura 2.1 <i>Mapa de ubicación de la parcela experimental ubicado en la Estación Experimental Canaán, Ayacucho.</i>	27
Figura 2.2 <i>Climograma de referencia para la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria- campaña 2023-2024</i>	29
Figura 2.3. <i>Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos</i>	33
Figura 2.4 <i>Croquis de la unidad experimental</i>	34
Figura 3.1. <i>Diámetro de panoja principal (cm) de tres cultivares de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	53
Figura 3.2. <i>Índice de cosecha (%) de tres cultivares de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	56
Figura 3.3. <i>Peso de 1000 semillas (g) de tres cultivares de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.</i>	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Galería de fotografías.....	68
Anexo 2. Cuadro de registro y evaluaciones en campo.....	78
Anexo 3. Caracteres morfológicos de los cultivares	84
Anexo 4. Resultados del análisis de suelo.	86

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 noviembre 2023–marzo 2024. El objetivo fue evaluar la precocidad, rendimiento y calidad de tres cultivares de quinua de grano amarillo. El experimento se condujo bajo un Diseño de Bloques Completos Randomizados (DBCR), con tres tratamientos y tres repeticiones. El nivel de abonamiento fue de 80-80-40 de NPK más 10 sacos 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, índice de cosecha, peso de 1000 semillas y contenido de saponina. Los resultados mostraron diferencias en la precocidad, donde el cultivar CQA-015 alcanzó la madurez fisiológica a los 112 días después de la siembra, siendo el más precoz, mientras que CQA-035 fue el más tardío con 117 días. En cuanto al rendimiento, CQA-035 destacó con 5572.40 kg/ha, seguido por Amarilla de Marangani (4937.12 kg/ha) y CQA-015 (4221.96 kg/ha). Respecto a la calidad, CQA-035 presentó el peso máximo de 1000 semillas (3.62 g). El menor contenido de saponina se registró en CQA-015, mientras que Amarilla de Marangani presentó el mayor valor. Se concluye que el cultivar CQA-035 mostró el mejor desempeño productivo y de calidad, mientras que CQA-015 destacó por su mayor precocidad y menor contenido de saponina.

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

ABSTRACT

The study was conducted at the Canaán Agricultural Experiment Station of the National Institute for Agricultural Innovation (INIA), located in the district of Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga Province, Ayacucho, Peru, at an altitude of 2735 m a.s.l., during the period from November 2023 to March 2024. The objective was to evaluate earliness, yield, and quality of three yellow-grain quinoa cultivars. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three treatments and three replications. Fertilization consisted of 80–80–40 kg ha⁻¹ of N–P–K plus 10 sacks of seabird guano per hectare. Evaluated variables included phenological stage, plant height, main panicle height and diameter, grain yield, harvest index, thousand-seed weight, and saponin content. Results showed differences in earliness, with cultivar CQA-015 reaching physiological maturity at 112 days after sowing, being the earliest, while CQA-035 was the latest at 117 days. Regarding grain yield, CQA-035 showed the highest performance with 5572.40 kg ha⁻¹, followed by Amarilla de Marangani (4937.12 kg ha⁻¹) and CQA-015 (4221.96 kg ha⁻¹). In terms of grain quality, CQA-035 recorded the highest thousand-seed weight (3.62 g). The lowest saponin content was observed in CQA-015, whereas Amarilla de Marangani presented the highest value. It is concluded that cultivar CQA-035 exhibited superior yield and grain quality, while CQA-015 stood out for its greater earliness and lower saponin content.

Keywords: cultivars, earliness, yield, grain quality

INTRODUCCION

En la actualidad, las investigaciones sobre la quinua y sus hojas la reconocen como un alimento integro, capaz de cubrir e incluso superar los requerimientos nutricionales estándar. Destaca por contener compuestos de alto valor funcional, como polifenoles, fitosteroles y flavonoides. Asimismo, aporta los tres macronutrientes esenciales (carbohidratos, proteínas y lípidos); su contenido proteico oscila entre 14 y 16 %, con un perfil de aminoácidos favorable, especialmente en lisina y metionina. Además, presenta una amplia variedad de minerales y vitaminas. De igual manera, su contenido de ácidos grasos y su elevada capacidad de conservación, atribuida a su importante aporte de vitamina E, la convierten en un alimento fundamental para la nutrición humana (Vargas et al., 2019).

La producción de quinua en Perú ha experimentado un crecimiento sostenido durante el periodo 2019 – 2023, posicionando al país como uno de los principales exportadores a nivel mundial. Este grano andino no solo es fundamental para la seguridad alimentaria, sino que también representa una fuente importante de ingresos para miles de productores. En este apartado, se analiza la producción y las principales regiones productoras, destacando su impacto en el mercado internacional (Minaya, 2025). La producción nacional de quinua en el año 2024 fue de 104,670.35 t de los cuales Ayacucho fue de 33,576.00 t (29.33 %), mientras que el rendimiento promedio nacional fue de 1.51 t/ha y en Ayacucho fue de 2.39 t/ha. (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI, 2025)

MIDAGRI (2016) citado por Huamani (2018), señala que, la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo originario de la región andina, cuyo centro de origen se sitúa en las cercanías del lago Titicaca, compartido por Perú y Bolivia. Se reconoce como un recurso vegetal de gran relevancia por su notable capacidad de adaptarse a distintas condiciones de latitud y altitud, pudiendo desarrollarse desde el nivel del mar hasta cerca de los 4,000 msnm. A nivel nacional, las principales zonas productoras son Puno, que aporta el 44.4 % de la producción total, seguido por Ayacucho con un 21 %, alcanzando una superficie cultivada cercana a las 68,000 hectáreas. la producción de este cereal, se ubica detrás de Puno, que concentra el 44.4 % de la producción.

Flores (2018), menciona que, en Perú y en diversas zonas andinas, la quinua constituye un alimento fundamental en la alimentación de las comunidades rurales. Su relevancia en la nutrición humana se debe a que es una de las pocas especies vegetales con elevado contenido de proteínas y un alto valor biológico en sus granos.

Durante los últimos diez años, la producción de quinua en Perú ha experimentado un aumento notable, impulsado por el incremento en las exportaciones y la creciente demanda de este significativo grano andino.

Se aprecia su destacado aporte nutricional, su excelente calidad de proteínas con un equilibrio óptimo de aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales, su carencia de gluten, todos elementos fundamentales para la salud humana.

Considerando lo expuesto, se busca mejorar la productividad al adoptar un método de siembra apropiado y seleccionar una variedad mejorada de quinua de grano amarillo el CQA-035, CQA-015 y Amarilla Marangani, que presentan cualidades destacadas en términos de tiempo de precocidad, rendimiento y calidad, siendo bien recibidas tanto por los consumidores como por los exportadores.

Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de los cultivares de quinua de grano amarillo, en relación al rendimiento, precocidad y calidad del grano, bajo las condiciones de Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2024.

Objetivos específicos

- a) Evaluar los componentes de precocidad en los cultivares de quinua de grano amarillo.
- b) Evaluar los componentes de rendimiento en los cultivares de quinua de grano amarillo.
- c) Evaluar la calidad de grano en los cultivares de quinua de grano amarillo.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Soto et al. (2019), en la investigación titulada: “Estudio comparativo en rendimiento y calidad de 12 variedades de quinua orgánica en la comunidad campesina de San Antonio de Manallasac, Ayacucho” determino lo siguiente:

Las condiciones agroclimáticas, así como el suelo y el agua resultaron favorables para la producción de quinua. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: la variedad INIA 433 logró el mayor rendimiento con 4.72 T por hectárea y 14.3 % de proteína. Es una planta de panoja grande y uniforme. También se observó homogeneidad de las plantas en el crecimiento y desarrollo. La variedad de mayor proteína fue la Amarilla Marangani con 16 % de proteína. Las variedades de quinua precoces fueron Illpa Inía, Inía Salcedo, Altiplano y Pasankalla con (150-160 días de período vegetativo).

Mendoza (2013), en la investigación titulada: “comparativo de accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de costa central” determino lo siguiente:

El presente experimento tuvo como objetivos estudiar el comportamiento de genotipos de quinua en condiciones de costa central, y determinar las unidades de calor acumuladas para el crecimiento y desarrollo de los diferentes genotipos evaluados bajo condiciones de costa central. El experimento se llevó a cabo en el Campus de la Universidad Nacional Agraria la Molina, en la Molina, entre octubre del 2011 y febrero 2012. El diseño empleado fue bloques completos al azar, con tres repeticiones y 25 genotipos de quinua. Los caracteres evaluados fueron: rendimiento, altura de planta, biomasa, mildiu, índice de cosecha (IC), porcentaje de proteína y saponina, peso de mil granos, las fases fenológicas (en días) y las unidades de calor (grados día) requeridas para alcanzar cada fase de desarrollo. Sólo 17 genotipos formaron granos de los cuales 4 mostraron el mejor comportamiento agronómico y alcanzaron los mayores rendimientos: PEQPC-411/CUZCO (933,60 kg/ha), PEQPC321/CUZCO (951,70 kg/ha), PEQPC-357/CUZCO (1007,30 kg/ha) y PEQPC498/CUZCO (1535,10 kg/ha). Las

unidades de calor requeridas para culminar las 10 fases características de la quinua fueron: fase 0.0 (germinación) 102,75 °D, fase 1.0 (desarrollo vegetativo) 377,04 °D, fase 2.0 (ramificación) 209,06 °D, fase 3.0 (desarrollo del botón floral) 406,90 °D, fase 4.0 (desarrollo de la inflorescencia) 571,66 °D, fase 5.0 (floración) 699,03 °D, fase 6.0 (antesis) 838,73 °D, fase 7.0 (grano acuoso) 1095,22 °D, fase 8.0 (grano lechoso) 1371,68, fase 9.0 (grano pastoso) 1709,42 °D. Los genotipos restantes (8), sólo llegaron hasta la fase de antesis y no formaron granos.

Oré (2018), en su estudio de investigación “la evaluación y selección del tercer ciclo de 14 cultivares de quinua de grano amarillo (*Chenopodium quinoa Willd.*), se realizó en la estación experimental de INIA a 2735 msnm – Ayacucho; en los meses de enero a junio del 2015”, reporto lo siguiente:

En base al análisis estadístico; las 14 selecciones de quinua de grano amarillo evaluados se consideran como precoces, los caracteres de productividad entre cultivares se diferencian con alta significación estadística, estas diferencias tienen origen genético y ambiental. Alcanzando un rendimiento de grano que varía entre 4.977 y 10.171 t.ha-1. La variancia genética para el rendimiento de grano representa el 81 % de la variancia total o fenotípica. Se espera en la población descendiente de las selecciones un porcentaje de mejora entre 7 a 17 %, que representan incrementos en el rendimiento.

Huamanculi (2017), en su trabajo de investigación titulada como: “caracterización y rendimiento de cinco cultivares de quinua (*chenopodium quinoa willd.*) de grano amarillo, canaán a 2735 msnm-ayacucho” Indica lo siguiente:

El diseño estadístico se realizó en base al Diseño de Bloques Completamente Randomizados (DBCR), en el que se evaluaron cinco cultivares distribuidos en 04 bloques. El nivel de fertilización fue de 80-80-40 de NPK, complementado con 4 t/ha de estiércol ovino. Los cinco cultivares de quinua empleados fueron recolectados en la provincia de Huamanga (Sacaca, Marangani, Compuesto Ayacucho, Canaán I y Canaán II). El objetivo del presente trabajo de investigación fue caracterizar los 05 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa Wild.*) grano amarillo con el uso de descriptores morfológicos y la evaluación de precocidad y rendimiento. Siendo el cultivar Compuesto Ayacucho que entró a

la madurez fisiológica a los 114 dds y el cultivar Sacaca y Marangani a los 118 días dds. En cuanto a las características morfológicas se describe a detalle en el capítulo de resultados; en lo referido a mayor rendimiento fue el cultivar Canaán II con 7,271.29 kg/ha, seguido de los cultivares Compuesto Ayacucho (6,059.12 kg/ha), Marangani (5,321.45 kg/ha), Sacaca (4,971.21 kg/ha), Canaán I (4,596.64 kg/ha).

Andia (2017), en su estudio de “evaluación y selección de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) grano amarillo. canaán 2735 msnm - inia – Ayacucho” reporto lo siguiente:

Lo cual se obtiene que los cultivares en estudio, son precoces alcanzando la madurez fisiológica de 112 a 120 días después de la siembra. En cuanto al carácter de productividad la altura de planta, varía entre 148.4 y 194.7 cm. La longitud de panoja varía entre 369.0 y 482.5 mm, el diámetro de panoja varía entre 79.7 y 178.0 mm, el peso de panoja varía entre 52.47 y 107.16 g, el peso de 1000 semillas, varía entre 3.418 y 4.319 g, en cuanto al tamaño de grano, este carácter varía entre 2.268 y 2.493 mm, y el rendimiento de grano, varía entre 5.538 y 9.549 tn.ha⁻¹, estas diferencias tienen origen genético y ambiental. El 86.8 % de la variación del rendimiento de grano (tn.ha⁻¹) están explicadas por el conjunto de los cuatro caracteres independientes (diámetro de tallo, peso de panoja, longitud de panoja y peso de 1000 semillas). Estas contribuciones son altamente significativas, en el modelo de regresión lineal múltiple. La variancia genética para el rendimiento de grano fue de 1.28 (tn.ha⁻¹)², representa el 68 % de la variancia total o fenotípica que es 1.88 (tn.ha⁻¹)². Se espera en la población descendiente de las selecciones un porcentaje de mejora entre 4 a 15 % que representan incrementos en el rendimiento entre 0.238 a 1.029 tn.ha⁻¹ y en promedio de todas las ganancias por selección se espera un 135 incremento de 0.732 tn.ha⁻¹ que representa un 10 % de mejora en el rendimiento de grano (tn.ha⁻¹). El 100 % de los cultivares (28 cultivares) de quinua amarilla son consideradas como quinas amargas, ya que se obtuvo mayores a 0.16 % de saponina entre 0.489 % a 0.705 % de saponina.

1.2. Bases teóricas de la investigación

1.2.1. Origen y distribución geográfica

León (1964), citado en Flores (2018), señala que, “el centro de origen de la quinua es complicado de determinar, ya que no se ha identificado en estado verdaderamente nativo; además, las plantas consideradas silvestres en Perú y Bolivia serían en realidad formas que han escapado del cultivo”. (p. 14).

Bazile y Baudron (2014), señalan que el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es originario de la región andina, donde se ha cultivado desde hace más de 5,000 años. Se estima que su proceso de domesticación se llevó a cabo en el territorio que actualmente corresponde a Perú y Bolivia, especialmente en las cercanías del lago Titicaca, una zona destacada por su gran biodiversidad y por ser un importante centro de origen de diversos cultivos.

Ugent y Ochoa (2006) citado por Tapia (2014), Sostiene que, a pesar de que el cultivo de quinua, en la antigüedad, se cultivaba de manera extensa desde Colombia hasta el sur de Chile, incluyendo la región andina de Argentina, su historia presenta escasos hallazgos arqueológicos, etnográficos y lingüísticos, ya que no hay mucha información sobre los rituales religiosos vinculados a la utilización del grano. Los hallazgos registrados en el departamento de Ayacucho, Perú, indicarían que su domesticación se habría producido alrededor de 5000 años antes de Cristo, observándose durante este proceso una transformación en las semillas, que habrían cambiado de tonalidades oscuras hacia colores más claros, hasta volverse blancas.

Mujica et al. (1998); 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".

La expansión geográfica más amplia de esta especie en el continente se produjo a partir del último tercio del siglo XX, cuando se difundió desde la región andina hacia

otros países de América del Sur, con el respaldo de programas de investigación y transferencia tecnológica impulsados por el IICA, como PROCISUR y PROCIANDINO, además de instituciones como la JUNAC y la FAO. Posteriormente, fue introducida en Centroamérica, especialmente en México y Guatemala, en un inicio con propósitos de investigación y orientada a su producción comercial. Con el paso del tiempo, llegó a Estados Unidos y Canadá, donde inicialmente fue consumida como un alimento étnico por inmigrantes andinos, principalmente provenientes de Perú, Bolivia y Ecuador. Más adelante, este producto se integró a los mercados de alimentos naturales y orgánicos, así como a la oferta culinaria de restaurantes gourmet y vegetarianos (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2015).

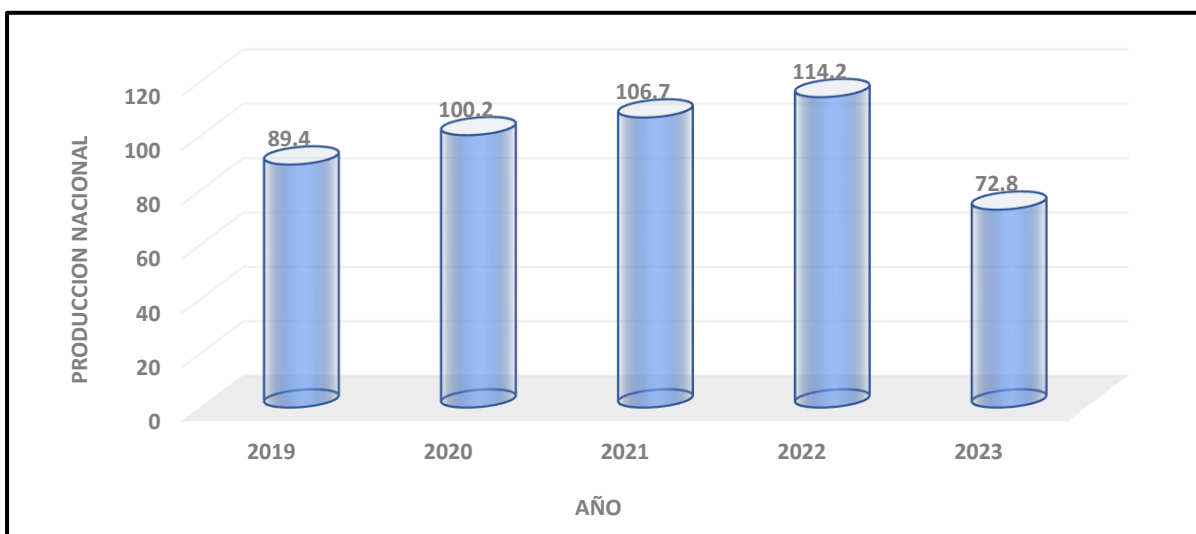
1.2.2. Producción nacional de la quinua

Según los datos del (Instituto Nacional de estadística e Informática [INEI], 2025), se muestra una tendencia creciente en el nivel de producción nacional de quinua durante el 2019 al 2022; sin embargo, durante el año 2023 dicha producción se ve reducida, alcanzando las 72 800 toneladas.

Según el Informe de (Ministerio De Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2024), de “Innovación en la Cadena de Valor de la Quinua”, esta caída se atribuye a las sequías en la Sierra Sur.

Figura 1.1

Producción Nacional de Quinua (en miles de toneladas), 2019-2023



Datos de Ministerio de Desarrollo Agrario (MIDAGRI), 2023.

1.2.2.1. Distribución regional de la producción

La producción de quinua tiene lugar en 17 de los 24 departamentos del Perú. Sin embargo, el 94 % de la cosecha anual se agrupa únicamente en seis de ellos, por motivos como las condiciones climáticas propicias y la expansión de las zonas cosechadas (MIDAGRI, 2024).

En la tabla 1, elaborada con datos del INEI (2025), se muestra la distribución geográfica de estos departamentos productores, destacándose por su nivel de producción. El más resaltante se encuentra en el departamento de Puno, seguidamente del departamento de Ayacucho, Apurímac, Cuzco, Arequipa y Junín.

1.1 Tabla

Producción de quinua (t) en los principales departamentos 2019 - 2023

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
APURIMAC	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
JUNIN	3,470	4,233	5,442	6,196	5,214

1.2.3. Importancia y uso de la quinua

La quinua es un producto emblemático de la agricultura peruana, no solo por su valor nutricional, sino también por su contribución a la economía del país. En los últimos años, su producción y exportación han crecido, posicionando al Perú como uno de los principales productores a nivel mundial (MIDAGRI, 2024).

En términos de producción, la agricultura familiar desempeña un rol fundamental en el cultivo de la quinua. En regiones como Puno, el 99 % de los 212 000 productores pertenecen a este sector, gestionando el 87 % de la superficie agropecuaria. Este modelo productivo depende en gran medida del trabajo familiar en pequeñas extensiones de tierra, lo que refleja la importancia social y económica del cultivo para miles de hogares MIDAGRI, (2015) como se citó en (Arosi et al., 2023).

1.2.3.1 Valor nutritivo

Campos et al., (2022) señalan que, en los últimos años, las investigaciones científicas sobre la quinua han cobrado gran relevancia debido a sus destacadas propiedades nutricionales y funcionales. Su relevancia radica en que es uno de los escasos alimentos que posee el espectro completo de aminoácidos esenciales. Esta característica, sumada a su gran diversidad de compuestos bioactivos, la posiciona como una herramienta estratégica y eficiente para erradicar la desnutrición y actuar como un factor preventivo frente a diversas patologías. Asimismo, estos estudios han resaltado el valor nutricional y la capacidad antioxidante de las hojas de quinua, atribuida a su elevado contenido de proteínas, compuestos fenólicos y otros componentes bioactivos, posicionándolas como un alimento saludable por su riqueza en nutrientes y sus beneficios para la salud.

Vargas et al. (2019), argumentan que, en la actualidad, diversos estudios reconocen a la quinua y sus hojas como un alimento integral, ya que supera los requerimientos nutricionales convencionales y contiene compuestos de alto valor funcional como polifenoles, fitosteroles y flavonoides. Además, proporciona los tres macronutrientes esenciales (carbohidratos, proteínas y lípidos), presenta un balance adecuado de aminoácidos, resaltando la metionina y la lisina, y ofrece una amplia gama de vitaminas y minerales. Asimismo, su contenido de ácidos grasos y su elevada estabilidad, atribuida al alto nivel de vitamina E, la convierten en un alimento fundamental para la nutrición humana.

1.2.3.2 Usos de quinua

En relación con otros cereales, la quinua sobresale notablemente por su alta calidad nutricional, ya que presenta mayores concentraciones de vitaminas y minerales que el arroz, el maíz y el trigo. Asimismo, su elevada solubilidad en agua y su capacidad para retener grasa favorecen su uso en diversas preparaciones culinarias. Diversos estudios han evidenciado sus beneficios para la salud humana, resaltando sus propiedades nutraceuticas, entre ellas su acción antioxidante y antiinflamatoria, la reducción del colesterol LDL y de la glucosa en sangre, la disminución del índice de masa corporal, la prevención del cáncer de colon, el tratamiento de afecciones cutáneas y su efecto diurético. Por otro lado, las saponinas presentes en la cáscara del grano deben ser removidas antes del consumo debido a su sabor amargo. No obstante, investigaciones

recientes indican que estos compuestos pueden tener aplicaciones funcionales, destacándose por sus propiedades antioxidantes, antibióticas, antiinflamatorias, hipocolesterolémicas y como apoyo en el tratamiento de la diabetes mellitus (Aguilar et al. 2021). (p.233).

1.2.4. Clasificación taxonómica de quinua

Según Apaza et al. (2013), sugiere la siguiente clasificación:

Reino: Vegetal

División: Fanerógama

Clase: Dicotiledónea

Sub clase: Angiospermas

Orden: Centrospermales

Familia: Chenopodiaceae

Género: *Chenopodium*

Sección: Chenopodia

Sub sección: Celulata

Especie: *Chenopodium quinoa* Willdenow.

1.2.5. Morfología de la quinua

Mujica et al. (2004), señala que, es una planta herbácea de ciclo anual que presenta una amplia distribución geográfica, además exhibe características morfológicas, tonalidades y comportamientos específicos según las diferentes regiones agroecológicas en las que se cultiva.

a) Planta

Mujica et al. (2004), mencionan que, la planta presenta un porte erecto y puede alcanzar alturas que oscilan entre 30 y 300 cm, en función del tipo de quinua, el genotipo, las condiciones ambientales y el nivel de fertilidad edáfica; generalmente, las variedades cultivadas en valles alcanzan mayor altura que aquellas que se desarrollan sobre los 4,000 msnm o en regiones frías. En ambientes protegidos y suelos fértiles, las plantas logran mayor crecimiento. Su coloración varía según el genotipo y las etapas fenológicas, y se clasifica fisiológicamente como una planta de tipo C3.

b) Raíz

Gómez y Aguilar (2016), señalan que, la raíz es de tipo pivotante y está formada por una raíz principal de la cual se originan numerosas raíces laterales con abundantes ramificaciones. El sistema radicular presenta una longitud que oscila entre 0.8 y 1.5 metros. Su desarrollo y crecimiento están condicionados por diversos factores, como la genética de la planta, las características del suelo, la disponibilidad de nutrientes, el nivel de humedad y entre otros factores.

Apaza et al. (2013), indica que, presenta una raíz pivotante, vigorosa y profunda, que puede alcanzar hasta 1,80 m de longitud; es además muy ramificada y fibrosa, lo que le proporciona resistencia a la sequía y una buena estabilidad a la planta.

c) Tallo

Gómez y Aguilar (2016), sostienen que, el tallo presenta una forma cilíndrica en la zona cercana al cuello radicular; sin embargo, conforme se eleva del suelo, adquiere una conformación angular en los sitios donde se originan las hojas y las ramas. La corteza, formada por tejidos lignificados y de alta resistencia, se distingue por ser firme y compacta. Durante el estado juvenil, la médula es de textura blanda, mientras que con la madurez se vuelve esponjosa y seca; en la cosecha se desprende, dejando el tallo vacío.

Mujica et al. (2004), señalan que, el grosor del tallo depende de la duración del periodo vegetativo, cuanto más largo es este ciclo, mayor es el diámetro del tallo, y en caso contrario, este tiende a ser menor.

d) Hojas

Gómez y Aguilar (2016), señala que, las hojas de la planta descrita se caracterizan por tener dos partes: un peciolo de longitud y color variables (verde, rosado, rojo o púrpura) y una lámina (verde, a veces con toques púrpura) que presenta tres venas principales; La lámina es polimórfica, variando en forma (triangular, romboidal o lanceolada) y tamaño dependiendo de si se encuentra en el follaje o en la inflorescencia, y sus márgenes pueden ser enteros, dentados o aserrados una característica distintiva es que existe un material que cubre las hojas y partes tiernas, la cual contiene oxalato de calcio y ayuda a la planta a absorber agua del ambiente, influyendo en la transpiración;

Al madurar, las láminas cambian a colores brillantes como amarillo, naranja, rosado, rojo o púrpura.

Mujica et al. (2004), señalan que, las hojas de la quinua se caracterizan por presentar un marcado polimorfismo; en la parte inferior de la planta pueden adoptar formas rómbicas, deltoides o triangulares, llegando a medir hasta 15 cm de longitud y 12 cm de ancho. Asimismo, sus márgenes pueden ser dentados, aserrados o incluso lisos. Conforme se asciende hacia la zona superior de la planta, el tamaño de las hojas disminuye de manera progresiva, hasta llegar a aquellas que sobresalen de la inflorescencia, las cuales son de forma lineal o lanceolada, de dimensiones reducidas, con aproximadamente 10 mm de largo y 2 mm de ancho.

e) Inflorescencia

Gómez y Aguilar (2016), afirma que, es una panoja cuya longitud varía entre 15 y 70 cm, situada generalmente en la parte terminal de la planta y también en los extremos de las ramas; está conformada por un eje principal, así como por ejes secundarios y terciarios. Considerando la forma y disposición de los glomérulos (estructuras florales), se clasifica en amarantiforme, glomerulada e intermedia.

La inflorescencia de la quinua es una panícula compuesta que puede alcanzar hasta 80 cm de longitud. Presenta flores de tamaño reducido, hermafroditas, organizadas en glomérulos compactos. Al no poseer pétalos, su polinización se da principalmente mediante el viento (anemofilia), proceso indispensable para la reproducción de la planta y la generación de semillas (Castro et al., 2023).

f) Flores

Gómez y Aguilar (2016), señala que, las flores son sésiles o pediceladas y se disponen en glomérulos. La ubicación de estos glomérulos dentro de la inflorescencia, así como la posición de las flores en su interior, influyen en el tamaño y la cantidad de los granos o frutos (p. 9).

Apaza et al. (2013), en afirma que, carecen de pétalos y pueden presentarse como flores hermafroditas, con estambres y pistilos, situadas en la parte superior del glomérulo. Pistilo (estructura femenina) se sitúa en la zona inferior, también se presentan flores masculinas estériles, con pistilos y estambres no funcionales. Estos

tres tipos de flores pueden coexistir en una misma planta. Por lo general, el cáliz está conformado por cinco sépalos; el estigma del pistilo presenta dos o tres ramificaciones, las flores que poseen un ovario, pueden contar con 3, 4, 6 o 7 estambres.

g) Fruto

Gómez y Aguilar (2016), señala que, el fruto se compone del pericarpio (capa externa) y la semilla. El pericarpio permanece unido a la cubierta de la semilla en diferentes grados; además, presenta alvéolos superficiales y contiene saponinas, las cuales confieren el sabor amargo al grano. El espesor del fruto varía entre 1.5 y 3 mm.

h) Semilla

Las semillas de quinua son de tamaño reducido y presentan una variación de colores que incluye blanco, amarillo, rojo y negro. Cada semilla está recubierta por una capa de saponina, compuestos de sabor amargo que deben eliminarse antes de su consumo. Está cubierta también cumple una función protectora, ya que ayuda a disuadir a los herbívoros y a brindar resistencia frente a algunas plagas (García y Parra et al., 2018).

Mujica et al. (2004), señala que, una semilla está constituida por tres partes principales: el endospermo, el ectodermo y el embrión. El ectodermo se compone de cuatro estratos: el primero es la capa exterior, que tiene un aspecto áspero y quebradizo, con saponinas en ella y se separa con facilidad cuando se frota; el segundo es muy delgado y de textura suave, visible solo si la capa exterior es translúcida; el tercero es amarillo; y el cuarto también tiene un tono translúcido. El embrión está formado por una radícula y dos cotiledones, los cuales ocupan alrededor del 30 % de la capacidad total de la semilla y envuelven al endospermo.

1.2.6. Fases de Desarrollo de la planta

Mujica et al. (2004), describen diferentes etapas fenológicas en el ciclo de la quinua, permitiendo la identificación de cambios en su crecimiento. Estos estados fenológicos han sido identificados y catalogados.

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."

Calla (2012), señala que, al igual que otros cultivos, la quinua atraviesa diversas etapas fenológicas que permiten identificar los periodos críticos de su desarrollo, facilitando la ejecución de labores culturales, así como la evaluación y el manejo de plagas y enfermedades. Estas fases constituyen una herramienta clave dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP), y en total se reconocen 12 etapas fenológicas.

a) Emergencia

Calla (2012), señala que, se presenta entre 7 y 10 días después de la siembra, cuando la plántula emerge del suelo y se hacen visibles las hojas cotiledonales (p. 12).

Gómez y Aguilar (2016), señala que, Ocurre al emerger la plántula con sus primeras hojas (cotiledonales) del suelo, visible en hileras definidas; en suelo húmedo, la semilla emerge entre el cuarto y sexto día.

b) Dos hojas verdaderas

Apaza et al. (2013), mencionan que, esta etapa se desarrolla entre los días 16 y 20 posteriores a la siembra, y se distingue por plántulas que llegan a medir de 1.5 a 2 cm de altura. Las raíces tienen longitudes de 6.5 a 8.3 cm; las hojas, en cambio, tienen longitudes de 0.7 a 1.0 cm y anchos de entre 0.3 y 0.6 cm.

Calla (2012), afirma que, en esta fase se observan dos hojas verdaderas por encima de las cotiledonales, lo cual ocurre entre los 15 y 20 días después de la siembra.

c) Cuatro hojas verdaderas

Calla (2012), afirma que, las hojas cotiledonales comienzan a adquirir un color amarillento, al tiempo que se observan de dos a tres pares de hojas verdaderas.

Mujica et al. (2004), 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

Gómez y Aguilar (2016), señalan que, esta etapa se presenta aproximadamente entre los 35 y 45 días después de la siembra, caracterizándose por la evidente protección de los puntos de crecimiento por parte de la mayoría de las hojas maduras.

e) Ramificación

Calla (2012), afirma que, en esta fase se observan ocho hojas, mientras que las hojas cotiledonales se desprenden. Generalmente, esto ocurre entre los 45 y 50 días.

Gómez y Aguilar (2016), indican que, esto se nota cuando hay ocho hojas plenamente desarrolladas, con las hojas axilares hasta el tercer nudo, las cotiledóneas ya caídas y cicatrizadas en el tallo, y se observa una protección de la panícula por hojas inflorescencias aparecen alrededor de los 45 a 50 días tras la siembra, momento en el que se llevan a cabo los aporques y la fertilización.

f) Inicio de Panojamiento

Mendoza (2013), menciona que, la inflorescencia empieza a aparecer en el ápice de la planta entre 55 y 60 días después de haber sido sembrada. Donde está rodeada por grupos de hojas pequeñas que contienen cristales de oxalato de calcio y que cubren cerca del 75 % de la panoja. En este periodo, las primeras hojas verdaderas se tornan amarillas y dejan de participar activamente en la fotosíntesis. Asimismo, el tallo experimenta un notable alargamiento y engrosamiento. Durante esta etapa también se registra el comienzo de la infestación por la primera generación de *Eurisacca quinoa* Povolný, denominada “kcona-kcona”.

Mujica et al. (2004), describen que, durante esta fase ocurre aproximadamente entre los 55 y 60 días posteriores a la siembra, se manifiesta la emergencia de la inflorescencia en el ápice de la planta. Esta estructura aparece protegida por hojas de menor tamaño que envuelven la panícula. Este proceso se sincroniza con el inicio de la clorosis (amarillamiento) en las hojas basales, además de un incremento visible en la longitud y el diámetro del tallo.

Calla (2012), a nivel del ápice se observa la aparición de la inflorescencia, en tanto que el tallo empieza a alargarse y engrosarse, esto ocurre después de 55 a 60 días de la siembra.

g) Panojamiento

Gómez y Aguilar (2016), durante esta etapa, la inflorescencia se destaca claramente sobre las hojas, revelando los grupos de flores que la constituyen. Asimismo, 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. Desde este punto hasta el comienzo del estado lechoso del grano, las inflorescencias pueden ser consumidas como alternativa a las hortalizas.

h) Inicio de floración

Apaza et al. (2013) señala que, la etapa de floración se manifiesta aproximadamente entre los 80 y 90 días posteriores a la siembra. Este fenómeno sigue un patrón descendente, iniciándose en el ápice de la panícula y progresando gradualmente hacia su sección inferior.

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 o antesis

Calla (2012), menciona que, en esta etapa se observa hasta un 5 % de flores abiertas al mediodía; este fenómeno 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), señala que, en esta fase, cuando los frutos son apretados entre las uñas de los pulgares, explotan y sueltan un líquido lechoso. Esta fase se produce entre el día 100 y el 130 posterior a la siembra. La producción se ve afectada negativamente por el déficit hídrico durante este tiempo.

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.

Gómez y Aguilar (2016), hace referencia al fruto dentro de los grupos de flores de la panícula, apareciendo alrededor de los 100 a 130 días después de sembrar la planta.

Al apretarse, el fruto explota y libera un líquido lechoso. En esta fase, la falta de agua disminuye significativamente, lo que ayuda a evitar rendimientos muy bajos.

k) Grano pastoso

Mujica et al. (2004), mencionan que, el grano presenta una consistencia blanda y coloración blanca al ser presionado; esta etapa ocurre entre los 130 y 160 días después de la siembra. En esta fase, plagas como el “kcona-kcona” y aves como el gorrión y la paloma pueden ocasionar daños significativos al alimentarse del cultivo, construir nidos y consumir los granos.

L) Madurez fisiológica

Pérez (2005), señala que, la madurez fisiológica es cuando el grano, una vez completamente desarrollado, resiste la presión de las uñas; este estado se logra entre los días 160 y 180 después de sembrar; el porcentaje de humedad en los granos oscila entre el 14 % y el 15 %. El llenado del grano depende en gran medida de la etapa que va desde la floración hasta la madurez fisiológica. Además, en esta fase la planta presenta amarillamiento y una pérdida completa de las hojas. Que haya lluvias en esta etapa es negativo porque perjudica la calidad y el gusto del grano.

1.2.7. Clasificación agroecológica de la quinoa

Veas y Cortes (2016), la quinoa se cultiva en áreas de todo tipo de texturas de suelos, que tienen precipitaciones entre 0 y 1000 mm, y a altitudes desde el nivel del mar hasta los 4000 m.s.n.m. Además, es posible cultivarla en un rango de temperaturas que va desde valores inferiores a 0 °C hasta superiores a 30 °C.

- **Quinuas de los valles**

Veas y Cortes (2016), estas variedades se han desarrollado específicamente en los valles interandinos situados en un rango altitudinal de 2,500 a 3,500 msnm. Se caracterizan morfológicamente por su gran porte, alcanzando alturas superiores a los 2.4 metros, y presentan una estructura ramificada con panículas que varían entre una densidad laxa e intermedia.

- **Quinuas al nivel del mar**

Veas y Cortes (2016), estas variedades se localizan en las zonas de Linares y Concepción, situadas a los 36° de latitud sur. Poseen un vigor moderado con una estatura que oscila entre 1.0 y 1.4 metros, se caracterizan por su estructura ramificada y la producción de granos de tonalidad crema con apariencia traslúcida. Cabe destacar que algunos ecotipos de Chiloé, recuperados de colecciones de germoplasma en Argentina, están siendo reintroducidos actualmente en la Isla Grande de Chiloé. (p.12)

- **Quinuas altiplánicas**

Veas y Cortes (2016), estas quinuas se han desarrollado en las extensas planicies del altiplano, principalmente en zonas ubicadas entre los 3600 y 4000 m s. n. m. En esta región se concentra la mayor diversidad de quinua, tanto en características morfológicas, agronómicas, fisiológicas y nutritivas, como en sus distintos usos. En este conjunto comprende la mayor parte de las variedades tradicionales y comerciales, las cuales presentan plantas usualmente de tallo simple o sin ramificación, con una panoja apical compacta y una altura que oscila entre 0.5 y 1.5 m.

- **Quinuas de los salares**

Veas y Cortes (2016), este grupo se desarrolló en las extensas planicies altas del sur de Bolivia, conocidas como salares, que corresponden a zonas desérticas con aproximadamente 300 mm de precipitación anual. Estas quinuas presentan una morfología similar a las del altiplano; sin embargo, se distinguen principalmente por el gran tamaño de sus granos, superiores a 2.2 mm de diámetro. Algunas de sus variedades son reconocidas como “Quinoa Real”.

- **Quinuas sub-tropicales**

Veas y Cortes (2016), este conjunto de variedades se ha aclimatado a las condiciones de las Yungas bolivianas, situándose en un rango altitudinal de 1,500 a 2,000 msnm. Se distinguen por su hábito de crecimiento ramificado y una estatura aproximada de 2.20 metros. Durante su desarrollo, exhiben una transición cromática notable: poseen un follaje verde oscuro en la fase vegetativa que se transforma en un naranja vibrante durante la floración, tonalidad que también presentan sus granos.

1.2.8. Variedades comerciales de quinua

León (2003) citado en Ore, (2018), Indica que las variedades de mayor difusión y aceptación en el mercado son:

León (2003) citado en Ore, (2018), menciona que, dentro de las variedades de quinua de grano blanco se encuentran: Illpa-INIA, Salcedo-INIA, Chewecca, Blanca de Juli, Tahuaco, Kancolla, Camacani I y Camacani II.

- **Grano de color Pasankalla**

León (2003) citado en Ore, (2018), menciona que, se trata de una variedad cuyo grano presenta una coloración que varía de plumiza a rosada, de sabor amargo y con un periodo vegetativo tardío, destaca por su alta aceptación en el mercado internacional debido a sus buenas cualidades para la transformación.

- **Amarilla de Maranganí o CICA 17 del Cusco**

León (2003) citado en Ore, (2018), menciona que, tiene un grano amarillento, con una panoja de tipo amarantiforme y una elevada cantidad de saponinas. Su rendimiento llega a los 3 500 kg/ha, tiene una duración de unos 210 días en su periodo vegetativo y es resistente al hongo que provoca el mildiu.

1.2.9. Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de quinua

Pérez (2005), menciona que, en la sierra central, las condiciones climáticas son bastante variables, registrándose precipitaciones anuales que oscilan entre 300 y 500 mm. Niveles más altos de lluvia favorecen el incremento de enfermedades de origen fúngico.

a) Suelo

Pérez (2005), el cultivo de quinua demuestra una excelente adaptabilidad en suelos de textura franco-arenosa, franca y franco-arcillosa, siempre que cuenten con un drenaje eficiente y un alto contenido de materia orgánica. Su desarrollo es óptimo tanto en superficies planas como en terrenos con inclinación moderada. En cuanto a la acidez, el rango de pH ideal oscila entre 5.5 y 7, aunque ciertos genotipos poseen la capacidad de prosperar en condiciones de salinidad y alcalinidad.

Orgaz (2020), menciona que, para un desarrollo óptimo, la quinua necesita suelos de textura franca o franco-arenosa que presenten una excelente capacidad de drenaje.

Debido a su alta demanda de nutrientes, especialmente nitrógeno y calcio, es indispensable que el terreno cuente con una elevada concentración de materia orgánica que garantice su nutrición.

b) pH

La quinua presenta una gran capacidad de adaptación, pudiendo crecer y producir en suelos con un rango de pH entre 6.5 y 8.5, así como en condiciones de conductividad eléctrica de hasta 12 mmhos/cm. León (1964), citado en Flores (2018).

c) Precipitación

Gómez y Aguilar (2016), señala que, en los Andes, la temporada de lluvias va de septiembre a junio, con variaciones de precipitación anual: 400-500 mm en Perú cerca del Lago Titicaca, 600-800 mm en los Andes Ecuatorianos, 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.

d) Altitud

Pérez (2005), menciona que, el cultivo de la quinua presenta una amplia y diversa capacidad de adaptación, la cual varía según los genotipos y variedades, pudiendo desarrollarse en altitudes que van desde los 2500 hasta los 3700 msnm.

Mujica et al. (2004), en Perú, la quinua se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 4 000 m s. n. m., e incluso a alturas superiores. Esta amplia adaptación ecológica es mayor que en otros países, debido a ello hay gran diversidad de variedades de quinua que presenta en comparación con otras naciones.

e) Temperatura

Gómez y Aguilar (2016), señala que, el cultivo de quinua se ajusta a diferentes climas, desde cálidos y áridos hasta templados, con su variabilidad genética. Las temperaturas ideales para su crecimiento varían desde los 15 hasta los 25 grados centígrados. A pesar de que es capaz de soportar heladas y temperaturas elevadas en

fases tempranas, desde la floración hasta el grano pastoso es susceptible. Las temperaturas extremas provocan esterilidad en el polen y alteran el crecimiento, lo que resulta en granos con poco peso o inmaduros, dependiendo de cuándo ocurre el estrés térmico.

1.2.10. Manejo agronómico del cultivo de Quinua

a) La preparación de suelo

Pérez (2005), señala que, la preparación adecuada del suelo es importante 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 sugiere pasar un arado de disco y luego rastrar el suelo antes de la siembra para optimizar las condiciones de germinación. Es esencial nivelar el terreno para evitar problemas de encharcamiento y asfixia de las plantas. Esta preparación no solo mejora las condiciones del suelo, sino que también ayuda a reducir la población de malezas y plagas al exponer sus estados inmaduros en la superficie.

b) La siembra

Veas y Cortes (2016), menciona que, para lograr un buen desarrollo del cultivo, es necesario sembrar semillas con alta capacidad germinativa a una profundidad de 1 a 2 cm, cuando la temperatura del suelo supere los 5 °C. Asimismo, se debe procurar mantener el campo libre de malezas, considerando que en este cultivo no se aconseja la aplicación de herbicidas.

Mujica et al. (2004), señala que, el éxito de la germinación depende de un ambiente controlado, con un rango térmico óptimo de 15 a 20°C. Asimismo, es fundamental asegurar que el suelo mantenga una humedad equivalente al 75 % de su capacidad de campo, garantizando así el entorno hídrico necesario para activar la semilla.

c) Densidad de siembra

Pérez (2005), señala que, la dosis de semillas que se debe emplear es de entre 12 y 14 kg/ha, utilizando el sistema a chorro continuo en el fondo del surco (p. 22).

Mujica et al. (2004), menciona que, se necesitan entre 8 y 12 kg de semilla por hectárea en siembra en surcos, y alrededor de 12 kg/ha cuando se realiza al voleo. Por lo

general, la cantidad empleada busca alcanzar una densidad de entre 15 y 20 plantas por metro lineal al momento de la cosecha.

d) Época de siembra

Pérez (2005), señala que, la época de siembra se extiende de octubre a diciembre y depende principalmente del inicio de las lluvias. En áreas con disponibilidad de riego y en valles interandinos, puede prolongarse hasta finales de diciembre. No obstante, se ha establecido que el periodo más adecuado para la siembra es entre noviembre y diciembre, coincidiendo con la siembra de maíz canchero y otros cereales.

e) Abonamiento

Pérez (2005), menciona que, la quinua demanda nutrientes, especialmente nitrógeno y calcio, con moderada necesidad de fósforo y potasio. La fertilización varía en función de la fertilidad del suelo y del cultivo precedente. Se sugiere realizar un análisis de suelo y considerar la rotación de cultivos. La recomendación de fertilización es la fórmula 80-60-40 de N-P₂O₅-K₂O, dividiendo el nitrógeno en dos aplicaciones: el 50 % junto con todo el fósforo y potasio en la siembra, y el resto de nitrógeno durante el crecimiento inicial de la planta.

f) Labores de cultivo

- **Deshierbo**

Pérez (2016), señala que, El control de malezas se lleva a cabo aproximadamente a los 30 días de la siembra, momento en que las plántulas alcanzan unos 10 cm de altura. Esta labor puede ejecutarse de manera manual o mecánica, empleando herramientas metálicas como el coreador para eliminar eficazmente la vegetación no deseada que compite con el cultivo.

- **Raleo**

Valdivia (2020), menciona que, se realiza esta actividad cuando la superficie de cultivo no es muy grande, se recomienda mantener entre 10 y 15 plantas por metro lineal; es mejor tener pocas plantas vigorosas y no abundantes raquítics, normalmente se realiza con la deshierba.

Pérez (2005), indica que, se lleva a cabo con el propósito de reducir la competencia por nutrientes, agua y luz, además de brindar el espacio adecuado para un

desarrollo óptimo. Consiste en eliminar las plantas más pequeñas y débiles, Estableciendo una densidad de 40 a 50 plantas por metro lineal.

- **Aporque**

Mañuico (2024), señala 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).

Valdivia (2020), propone que, el aporque consiste en acumular suelo alrededor de la base de la planta para fortalecer el anclaje del sistema radicular y prevenir el encamado o tumbado, un riesgo crítico en las variedades de gran porte. Esta práctica debe ejecutarse precisamente al comienzo de la fase de formación de la panícula.

- **Riegos**

Mujica et al. (2004), establece que, la cantidad mínima necesaria es 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 periodos.

Valdivia (2020), la quinua se caracteriza por su baja demanda hídrica; de hecho, la saturación de humedad es contraproducente, ya que favorece la aparición de patógenos fúngicos como el mildiu o la chupadera. La hidratación del cultivo se realiza mediante surcos (gravedad) o sistemas de goteo (riego tecnificado). Es crucial notar que el requerimiento de agua es mínimo en las etapas iniciales, y la programación de los riegos debe ajustarse al tipo de suelo y al clima, sugiriéndose intervalos de 15 días cuando se utiliza el método por gravedad.

- **Cosecha**

Veas y Cortes (2016), señala que, calidad del grano de quinua depende estrechamente del momento preciso de su recolección. Tradicionalmente, la cosecha se realiza de forma manual cuando el cultivo alcanza su madurez fisiológica (máxima acumulación de materia seca), lo cual ocurre generalmente entre los 160 y 180 días tras la siembra, con una humedad del grano de entre el 14 % y 16 %. Además de estos tiempos, existen señales prácticas en el campo para identificar el punto óptimo, como

el aspecto quebradizo de las panojas, la defoliación de la planta y una dureza de la semilla similar a la del grano original.

Valdivia (2020), para realizar la recolección, es fundamental observar el cambio cromático de la planta; las hojas deben tornarse amarillentas o de color paja y empezar a desprenderse. Asimismo, los granos deben haber alcanzado la tonalidad característica de su variedad y presentar una consistencia tan sólida que impida que la uña los penetre.

1.2.11 Plagas y Enfermedades

Delgado (2005), Citado por ore (2018), señala que el concepto de plaga es subjetivo y relativo, ya que depende de los intereses circunstanciales del ser humano. En el cultivo de la quinua se presentan problemas fitosanitarios ocasionados por aves, insectos, roedores y nematodos, así como por enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus, generando pérdidas directas e indirectas.

Mañuico (2024), señala que, el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), ha ganado mucho interés porque tiene un alto valor nutricional y además puede adaptarse a condiciones ambientales difíciles. No obstante, como otros cultivos, es vulnerable a ser atacado por varias plagas e insectos que pueden impactar considerablemente su calidad y productividad.

a) Plagas

Polilla de la Quinua (*Eurysacca melanocampta* y *E. quinoae*)

Las polillas de la quinua, *Eurysacca melanocampta* y *Eurysacca quinoae*, constituyen las plagas más importantes del cultivo. Sus larvas consumen el follaje y las inflorescencias, ocasionando daños significativos que pueden derivar en la pérdida total de la producción si no se controlan oportunamente (Rasmussen et al., 2003).

Pulgón de la Quinua (*Myzus persicae*)

El pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae*) constituye otra plaga relevante en el cultivo de quinua. Estos insectos, al alimentarse mediante la succión de savia, al alimentarse de nutrientes esenciales, debilitan las plantas y también funcionan como transmisores de enfermedades virales, lo que limita el crecimiento y disminuye el rendimiento de grano (Soca et al., 2022).

Oruga de la Quinua (*Copitarsia turbata*)

La oruga de la quinua, *Copitarsia turbata*, es una plaga polífaga que consume los tallos, las hojas y los granos en desarrollo. Esta plaga puede provocar que las hojas se caigan en gran medida y que los granos se deterioren, lo cual tiene un impacto negativo sobre la calidad del cultivo y su rendimiento (Pogue, 2011).

b) Enfermedades

Mildiu (*Peronospora variabilis*)

El mildiu, provocado por el oomiceto *Peronospora variabilis*, es catalogado como una de las patologías más destructivas para la quinua. Su sintomatología comienza con manchas cloróticas en el follaje que evolucionan hacia la necrosis, lo cual interrumpe el desarrollo normal del cultivo. El patógeno encuentra su escenario ideal en ambientes de elevada humedad y temperaturas templadas, donde se propaga con velocidad y reduce drásticamente el rendimiento final (Chávez et al., 2024).

Oídio (*Erysiphe betae*)

El oídio es una enfermedad causada por el hongo *Erysiphe betae*, que se manifiesta mediante la aparición de una capa de polvo blanco en hojas, tallos y flores, afectando el proceso de fotosíntesis y disminuyendo el vigor de la planta. Esta enfermedad se presenta con mayor frecuencia en ambientes de alta humedad y temperaturas moderadas, siendo especialmente severa en cultivos con alta densidad de plantas (Campbell et al., 2007).

Podredumbre de la raíz (*Fusarium spp.*)

Las especies del género *Fusarium* son responsables de la pudrición de la raíz, una enfermedad que compromete el sistema radicular de la quinua. Entre los síntomas más comunes se encuentran el marchitamiento de las plantas, la decoloración de las raíces y la muerte temprana de los ejemplares afectados. Esta enfermedad se ve favorecida en suelos con mal drenaje y en condiciones de estrés hídrico, pudiendo ocasionar pérdidas significativas si no se controla de manera adecuada (Fonseca et al., 2022).

CAPÍTULO II

METODOLGÍA

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''S

Longitud Oeste: 74° 32' 00''O

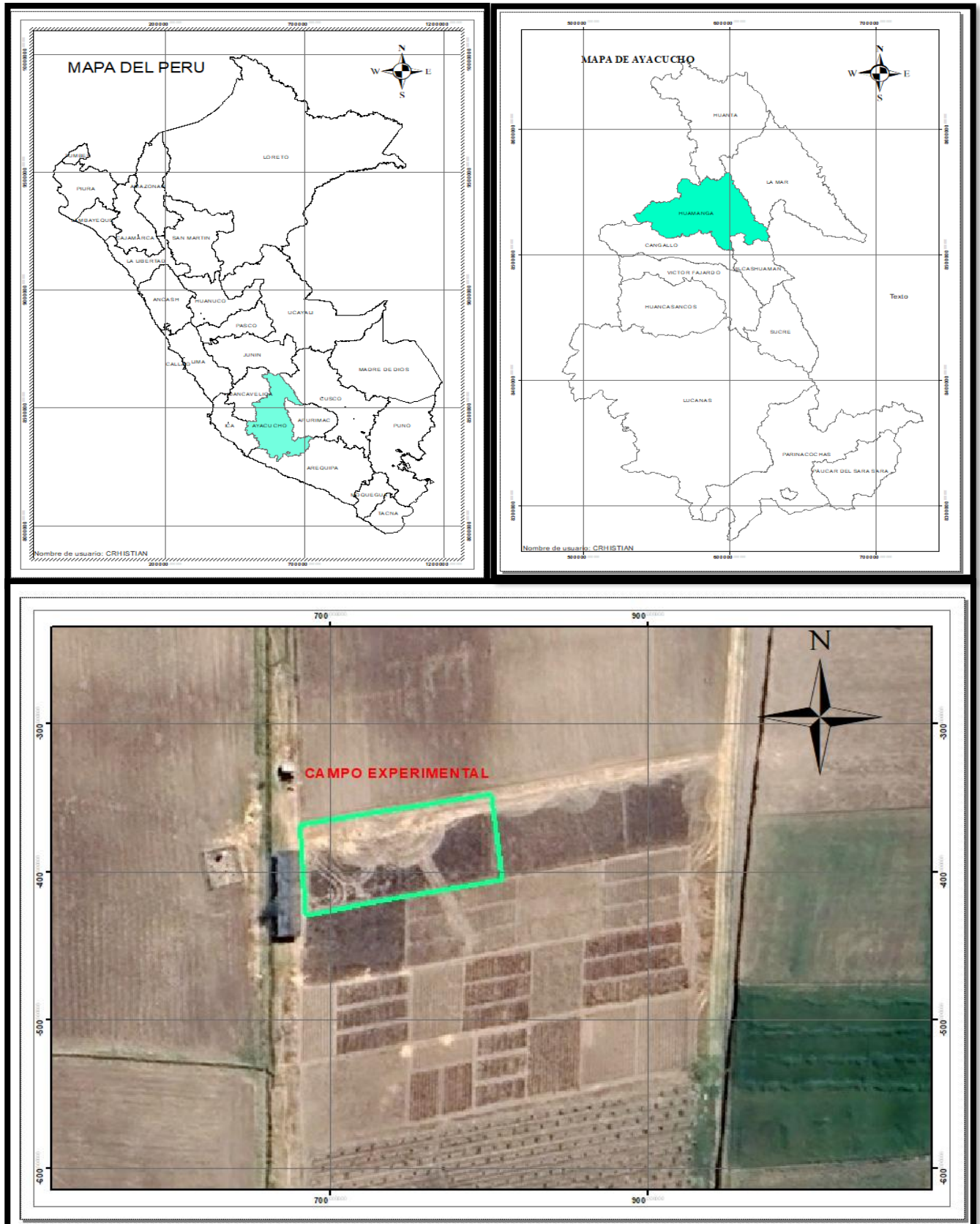
Altitud: 2735 msnm

2.1.3. Ubicación ecología

Según el mapa bioclimático de zonas de vida de Holdridge (1986), la Estación Experimental Agrícola (EEA) Canaán está situada en la zona de vida conocida como bosque seco montano bajo subtropical (bs-MB).

Figura 2.1

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.

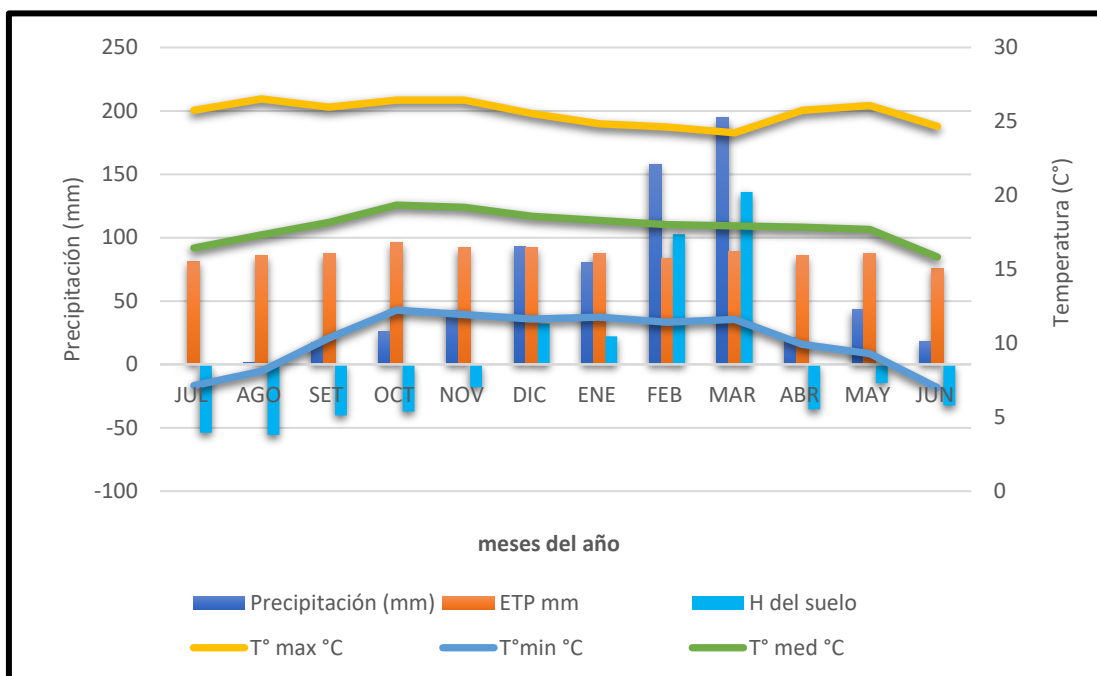
Tabla 2.1.

Resumen climático mensual (temperatura, precipitación y evapotranspiración) de la Estación Experimental de Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria – Campaña 2023-2024.

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	
Factor de corrección		0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66		
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 2.2

Climograma de referencia para la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria- campaña 2023-2024.



El método sugerido por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN, 1987) fue el utilizado para determinar el balance hídrico, empleando los datos pertinentes para su elaboración. La tabla 2.1 y la figura 2.1 muestran los resultados que se han conseguido.

Se observa que los promedios mensuales de las temperaturas máxima, media y mínima fue de 25.57, 10.21 y 17.89 °C respectivamente. Asimismo, la precipitación acumulada durante la campaña agrícola 2023-2024 fue de 695 mm.

De acuerdo con el balance hídrico, las condiciones húmedas ocurren de diciembre del 2023 a marzo del 2024, y la falta de humedad se presenta entre los meses de abril, mayo y junio del 2024 y de julio a noviembre del 2023 (Tabla 2.1 y Figura 2.2).

2.3. Antecedentes del terreno.

En la campaña anterior se estableció el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.), aplicándose una fertilización de 120-110-80 kg de NPK. El área destinada al presente experimento se mantuvo en producción continua. Los suelos de la EEA presentan un relieve prácticamente plano, con pendientes entre 1 y 2 %, lo que facilita la aplicación de riegos superficiales.

2.4. Análisis de caracterización del suelo.

Se llevó a cabo el análisis físico-químico del suelo a través de un muestreo a una profundidad de 0.20 m, por medio del procedimiento convencional, obteniendo cerca de 1 kg de muestra. Esta fue enviada al laboratorio "AGROLAB" para ser analizada y cuyos resultados se presentan en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2.

Resultados del análisis de caracterización del suelo.

Fuente: Resultados del laboratorio multiservicios AGROLAB – Ayacucho.

Variables	Valores	Unidades	Interpretación	Método
pH (1:1)	7.44	–	Moder. alcalino	Potenciométrico
C.E.	0.42	(dS m ⁻¹)	No salino	Conductimetría
Materia orgánica	2.89	(%)	Medio	Walkley Black
CaCO ₃	0.73	(%)	Muy bajo	Gasometría
N - total	0.14	(%)	Medio	Semi micro Kjeldahl
P disponible	31.20	(ppm)	Alto	Olsen modificado
K disponible	249	(ppm)	Muy alto	Morgan Peech (Acetato de Na)
C.I.C.	22.41	(Cmol+kg ⁻¹)	Alto	Acetato de amonio 1N, pH 7
Ca ⁺⁺	17.50	(Cmol+kg ⁻¹)		Acetato de amonio 1N, pH 7
Mg ⁺⁺	3.58	(Cmol+kg ⁻¹)		Acetato de amonio 1N, pH 7
K ⁺	0.96	(Cmol+kg ⁻¹)		Acetato de amonio 1N, pH 7
Na ⁺	0.38	(Cmol+kg ⁻¹)		Acetato de amonio 1N, pH 7
Al ⁺³ + H ⁺	0.00	(Cmol+kg ⁻¹)		Titulación
% Sat. Bases	100	%		
Arena	56	%		Hidrómetro de Bouyoucos
Limo	24	%		Hidrómetro de Bouyoucos
Arcilla	20	%		Hidrómetro de Bouyoucos
Clase textural		–	Franco Arcillo Arenoso.	–

Ibáñez y Aguirre (1983), se afirma que la cantidad de materia orgánica es media (2.89 %), por lo que se utilizó guano de isla para optimizar la fertilidad y la estructura del terreno. La alta capacidad de intercambio catiónico (22.41 cmol kg⁻¹) indica que los nutrientes son retenidos adecuadamente. Respecto a los componentes esenciales, el nitrógeno tiene un nivel medio (0.14%), el fósforo tiene un nivel elevado (31.20 ppm) y el potasio tiene un nivel muy alto (249 ppm). Los cuales son considerados cruciales para la nutrición mineral de la planta de quinua, por lo que una correcta gestión es esencial para obtener una alta productividad.

2.5. Material Vegetal

Se trabajó con 3 cultivares recolectados por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), mediante el Programa Nacional de Investigación en Cereales, Granos Andinos y Leguminosas (Tabla 2.3). Dichos cultivares han sido objeto de selección por varios años, por lo que se consideró pertinente establecer los objetivos correspondientes.

Tabla 2.3. *Cultivares de quinua de grano amarillo.*

Tratamiento	Código	Procedencia		
		Localidad	Distrito	Provincia
T1	CQA-035	Cora Cora	Iguaín	Huanta
T2	CQA-015	Chihuampampa	Quinua	Huamanga
T3	AMARRILLA DE MARANGANI	Marangani	Marangani	Canchis

2.6. Diseño experimental

El trabajo de investigación, se instaló utilizando el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 3 cultivares de quinua de grano amarillo y tres repeticiones, haciendo un total de 9 unidades experimentales.

Modelo aditivo lineal del diseño es el siguiente:

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

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 varía de 1, 2, 3, ..., t

j varía 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

Las características del bloque y campo experimental se indican en el croquis del campo y en las dimensiones de la unidad experimental, el que está formado por 9 parcelas, en un área total de 345.6 m².

2.7.1. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada por cada una de las parcelas de cultivo de quinua de grano amarillo, instaladas según los factores en estudio con los cultivares.

2.7.2. Tratamientos

Los tratamientos corresponden a los cultivares de quinua de grano amarillo:

Tabla 1.4

Nº de tratamientos de cultivares de grano amarillo.

Nº	Tratamientos	Código
1	T1	CQA-035
2	T2	CQA-015
3	T3	AMARILLA DE MARANGANI
4	T2	CQA-035
5	T3	AMARILLA DE MARANGANI
6	T1	CQA-015
7	T1	CQA-035
8	T2	CQA-015
9	T3	AMARILLA DE MARANGANI

2.7.3 Campo experimental

a) Calle

- Largo de calle: 19.2 m
- Numero de calles principales: 2

b) Unidad experimental

- Ancho de cada parcela: 6.4 m
- Longitud de surco: 5.0 m
- Número de surcos / parcela: 8
- Distancia entre surcos: 0.80 m
- Área de cada parcela: 32 m²

c) Área total del experimento

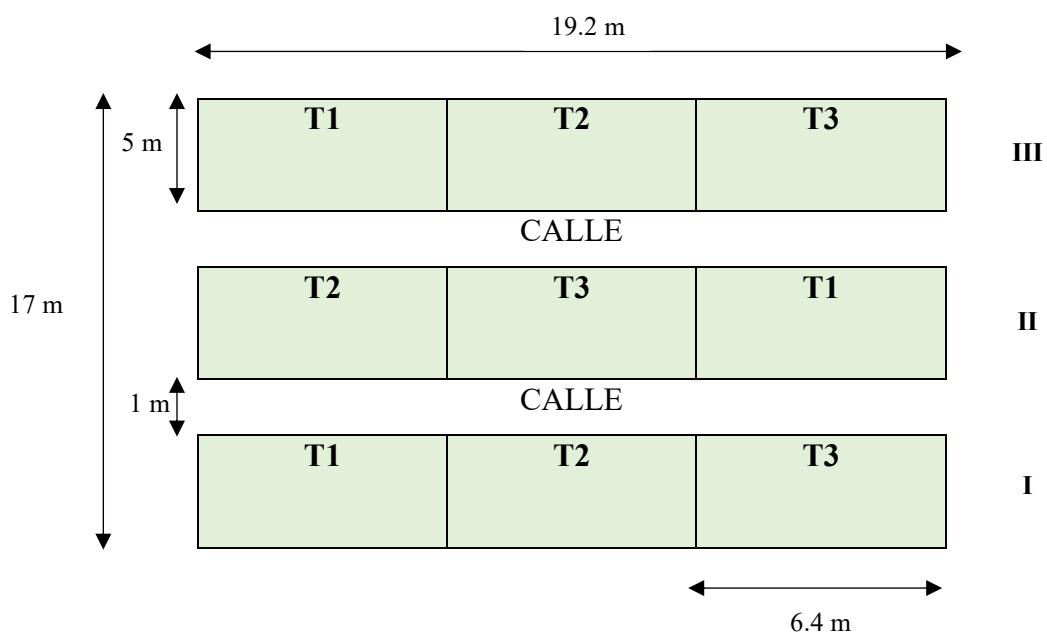
- Área total de las calles principales: 38.4 m²
- Área total de una repetición: 32 m²
- Área total del ensayo: 326.4 m²

2.8. Esquema de distribución de las unidades y el campo experimental

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

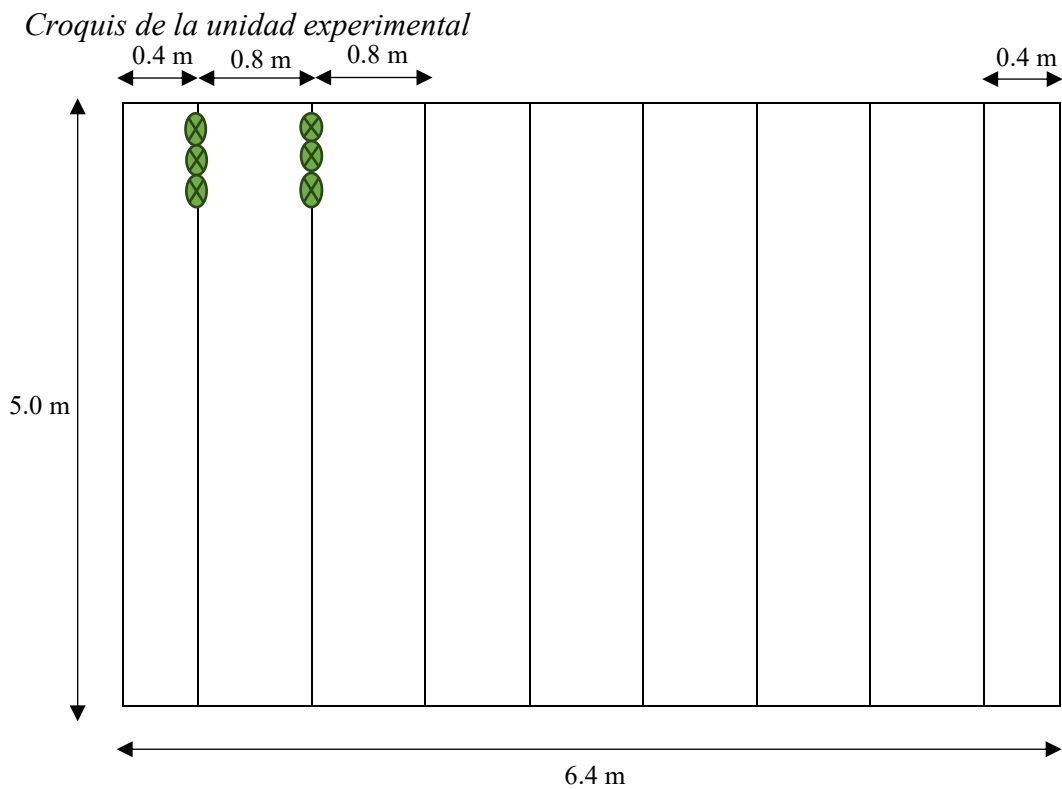
Figura 2.3.

Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos



2.9. Croquis de la Unidad experimental

Figura 2.4



2.10. Conducción del cultivo

El presente estudio fue elaborado considerando las labores agronómicas más importantes, con un enfoque en la preparación del terreno, la siembra, el riego, el control y manejo de malezas, plagas y enfermedades, además de la cosecha y las evaluaciones correspondientes.

a) Instalación y conducción del cultivo

La instalación y conducción del cultivo se ejecutaron durante la campaña grande, en el periodo de octubre de 2023 a abril de 2024.

b) Actividades preliminares

Antes de comenzar, se llevó a cabo tareas iniciales que implican la limpieza del 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.

c) Roturación y rastrado

La preparación del terreno se llevó a cabo el 24 de octubre de 2023, utilizando un tractor con arado de discos a una profundidad de 30 cm. Posteriormente, se realizó el gradeo mediante rastra de discos con el fin de desmenuzar el suelo.

d) Preparación del terreno

Se realizó el 08 de noviembre de 2023, la nivelación del terreno y luego se realizó apertura de surcos a un distanciamiento de 0.80 m entre surcos.

e) Demarcación de campo experimental

La demarcación del campo experimental se realizó el 13 de noviembre de 2023, a base del diseño experimental, se delimitó los bloques y sus calles, utilizando wincha de 50 m, cordel y estacas con apoyo de asesores y compañeros de trabajo.

f) Procedencia de la semilla

El material de cultivo es conformado por tres cultivares de quinua de grano amarillo, procedente de los campos de cultivo de la E.E. Canaán – INIA Ayacucho.

g) Abonamiento

La fertilización utilizada en el presente trabajo experimental fue de 80-80-40 kg/ha de NPK. Además, en función del análisis de suelo, se complementó con la aplicación de 500 kg/ha de guano de isla (equivalente a 10 sacos de 50 kg). Se utilizaron como fuentes de nutrientes la urea (46 % de N) para el aporte de nitrógeno, el fosfato diamónico (18 % de N y 46 % de P_2O_5) como fuente de nitrógeno y fósforo, y el cloruro de potasio (60 % de K_2O) como fuente de potasio. Previo a la siembra, los fertilizantes fueron mezclados e incorporados manualmente en el fondo de los surcos mediante aplicación a “chorro continuo”, cubriéndolos posteriormente con una capa delgada de suelo. El fósforo y el potasio se aplicaron en su totalidad al momento de la siembra, mientras que el nitrógeno se fraccionó, aplicándose una parte en la siembra (14 de noviembre de 2023) y el resto durante el aporque (29 de diciembre de 2024).

h) Siembra

La siembra se realizó el 14 de noviembre de 2023, consistiendo en la colocación de las semillas en un suelo previamente preparado. Se realizó mediante siembra a chorro continuo, utilizando una densidad de 12 kg/ha, y posteriormente se procedió al tapado de las semillas.

i) Riego

El sistema de riego que se aplicó es por gravedad, el primer riego se realizó el 15 de noviembre de 2023; el segundo, el 20 de noviembre; el tercero, el 24 de noviembre; y el cuarto riego, el 30 de noviembre del mismo año. Para la distribución se utilizó los canales principales y los canales de derivación con que cuenta el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Los riegos se ajustaron regularmente según la demanda, considerando como un complemento del agua de lluvia, con el objetivo de mantener niveles óptimos de humedad en el suelo.

j) Control de malezas

El primer deshierbo se realizó el 11 de diciembre de 2023, el desmalezado implica la eliminación de plantas no deseadas en el cultivo para prevenir la competencia por recursos como agua, luz y nutrientes, evitando así la disminución en el potencial de rendimiento. Esta tarea se realizará de forma manual, adaptándose a la presencia y cantidad de malezas.

El Segundo deshierbo se realizó el 18 de enero de 2024, en esta fecha se observó que había alta incidencia de malezas por ende era necesario realizar el desmalezado.

k) Raleo

Se realizó el 26 de diciembre del 2023 dejando 15 – 20 plantas por metro lineal, con el fin de reducir la densidad del cultivo y también se aprovechó retirar las plantas atípicas.

l) Aporque

Se realizó el 29 de diciembre de 2024, después que se realice el control de malezas, mediante el uso de herramientas de labranza, con el objetivo de asegurar una adecuada estabilidad del suelo, complementado con la segunda aplicación de nitrógeno.

m) Control fitosanitario

• Plagas

Se produjo daño por el escarabajo de la hoja (*Diabrotica sp.*) en los primeros meses, así que se llevó a cabo el control 61 días después de la siembra. Se empleó el producto Cyperklin 25 CE con una dosis de 200 ml por cilindro, que es igual a 15 ml por mochila de 15 litros.

• Enfermedades

Se identificaron enfermedades fúngicas en las raíces y mildiu a lo largo del periodo de desarrollo del cultivo. Por tal motivo, se tomaron medidas para controlarlas con la aplicación de los productos Benomex 50 WP (benomyl) y Ridomil Gold MZ 68 WP (mancozeb + metalaxyl-M), a dosis de 0.5 kg/ha y 2.5 kg/ha, respectivamente. Estas cantidades equivalen a 15 y 35 g por mochila de 15 litros, además de la adición de Wettoil (10 ml). El propósito fue impedir que la enfermedad se propagara, administrándose las aplicaciones el 28 de noviembre de 2023 y luego, después del aporque, el 06 de enero de 2024.

n) Cosecha

La cosecha se realizó de manera gradual por motivo que los cultivares fueron madurando desigual, se inició con el cultivar CQA-015 que se cosecho el 12/03/2024, seguido el cultivar amarillo Marangani que se cosecho el 15/03/2024 y por último el CQA-035 el 19/03/2024.

2.11. Materiales, equipos e insumos

a) Materiales

- Herramientas de trabajo (Tractor agrícola, azadón, rastrillo, pico, pala y etc.)
- Herramientas para para la delimitación y demarcación de las parcelas (Wincha de 100 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 amarillo
- Fertilizantes orgánicos
- Fertilizantes químicos.
- 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 transcurrido 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 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 panojas**

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

- **Días a la floración**

Se evaluó considerando el tiempo transcurrido 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 transcurre 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 del rendimiento

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

Esta evaluación se llevó a cabo en la etapa de madurez fisiológica, utilizando una cinta métrica para medir la altura de la planta desde el cuello 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.

➤ **Índice de cosecha (IC - %)**

Esta relación se evaluó en relación entre el peso seco de granos y la biomasa aérea seca de la planta.

$$IC (\%) = \frac{Materia\ seca\ del\ grano\ (\frac{kg}{planta}) * 100}{Materia\ seca\ total\ (\frac{kg}{planta})}$$

2.12.3. Componentes de la calidad

➤ **Peso de 1000 semillas (g)**

Se tomo 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 interpolo al peso de 1000 semillas.

➤ **Contenido de saponina en el grano**

Normalmente se realiza la determinación del contenido de saponina en un tiempo de 73 minutos, según este método de espuma, pero para hacer determinaciones más rápidas se tomó 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.

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

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

Análisis estadístico

El análisis estadístico se efectuó mediante el análisis de varianza, aplicando la prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia de 0.05, de acuerdo con la metodología del diseño de bloques completos al azar.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se han organizado de acuerdo con los objetivos establecidos en el presente trabajo experimental, brindando una descripción detallada de cada uno de los parámetros evaluados.

3.1. Variables de precocidad

3.1.1. Días a la emergencia

El tiempo transcurrido hasta la emergencia de las plantas reportadas en este estudio, fue un rango, entre 3.3 a 4.7 días en promedio; esta duración se relaciona con los cultivares de quinua de grano amarillo respectivamente.

En general, el cultivar CQA-015 presentó una emergencia más temprana, con un promedio de 3.3 días, mientras el cultivar Amarilla de Marangani mostro una emergencia un promedio 4.3 días y el cultivar CQA-035 mostró una emergencia más tardía, con un promedio de 4.7 días, como se observa en la tabla 3.1.

Tabla 3.1.

Número de días a la emergencia de tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	5	3	4
II	4	4	5
III	5	3	4
Sumatoria	14	10	13
Promedio	4.7	3.3	4.3

Por lo tanto, es importante señalar que el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la emergencia fue bastante homogéneo en comparación con lo reportado por Andia (2017), quien indicó que los cultivares de quinua de grano amarillo emergen en promedio

a los 4 días después de la siembra. La leve diferencia observada podría estar asociada a las condiciones climáticas propias de la campaña o por factores externos.

Por otro lado, los días desde la siembra hasta la emergencia presentan una ligera precocidad respecto a los valores por Barboza (2016), donde señala que, ocurrió la emergencia del cultivar CQA-015 a los 5 días y 7 días el cultivar CQA-035 respectivamente. esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

3.1.2. Días a dos hojas verdaderas

Según la tabla 3.2 tiempo transcurrido a dos hojas verdaderas de los cultivares reportadas en este estudio, fue un rango, entre 12.3 a 13.7 días en promedio; esta duración se relaciona con los cultivares de quinua de grano amarillo respectivamente.

El cultivar CQA-015 presentó las dos hojas verdaderas más temprana, con un promedio de 12.3 días, así como el Amarilla de Marangani presento las dos hojas verdaderas un promedio 13.3 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró las dos hojas verdaderas más tardía, con un promedio de 13.7 días, como se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2.

Número de días a dos hojas verdaderas de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	14	12	13
II	13	13	14
III	14	12	13
Sumatoria	41	37	40
Promedio	13.7	12.3	13.3

De manera que, es importante mencionar que el periodo comprendido entre la siembra y la aparición de las dos hojas verdaderas es ligeramente más precoz en comparación con lo reportado por Andia (2017), quien señaló que esta etapa se presenta entre los 12 y 15 días después de la siembra en cultivares de grano amarillo.

Barboza (2016), menciona que, las dos hojas verdaderas del cultivar CQA-015 apareció a los 8 días y 10 días el cultivar CQA-035 respectivamente. siendo así más precoz en cuanto en desarrollo de dos hojas verdaderas en comparación a los resultados de esta investigación. El comportamiento de una ligera diferencia podría atribuirse a factores climáticos específicos en la campaña evaluada.

3.1.3. Días a Cuatro hojas verdaderas

Según la tabla 3.3 tiempo transcurrido a cuatro hojas verdaderas de los cultivares reportadas en este estudio, fue un rango, entre 17.3 a 18.7 días en promedio; esta duración se relaciona con los cultivares de quinua de grano amarillo respectivamente.

El cultivar CQA-015 presentó las cuatro hojas verdaderas más temprana, con un promedio de 17.3 días, así como el Amarilla de Marangani presento las cuatro hojas verdaderas un promedio 17.7 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró las cuatro hojas verdaderas más tardía, con un promedio de 18.7 días, como se muestra en la tabla 3.3.

Tabla 3.3.

Número de días a cuatro hojas verdaderas de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	19	17	18
II	18	18	17
III	19	17	18
Sumatoria	56	52	53
Promedio	18.7	17.3	17.7

Los resultados muestran que el desarrollo hasta la cuarta hoja verdadera ocurrió ligeramente más temprano que en los cultivares de grano amarillo estudiados por Andia (2017), quienes tardaron de 18 a 20 días. La ligera variación en el estudio podría atribuirse por las condiciones climáticas específicas de la campaña evaluada.

Barboza (2016), menciona que, apareció cuatro hojas verdaderas del cultivar CQA-015 a los 15 días y 17 días el cultivar CQA-035 respectivamente. Siendo así más

precoz en cuanto en desarrollo de cuatro hojas verdaderas en comparación a los resultados de esta investigación. La ligera variación observada podría estar asociada a las condiciones climáticas particulares registrados durante la campaña evaluada.

3.1.4. Días a seis hojas verdaderas

Según la tabla 3.4 tiempo transcurrido a seis hojas verdaderas de los cultivares reportadas en este estudio, fue un rango, entre 21.3 a 22.7 días en promedio; esta duración se relaciona con los cultivares de quinua de grano amarillo respectivamente.

El cultivar CQA-015 presentó las seis hojas verdaderas más temprana, con un promedio de 21.3 días, así como el Amarilla de Marangani presento las seis hojas verdaderas un promedio 22.3 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró las seis hojas verdaderas más tardía, con un promedio de 22.7 días, como se muestra en la tabla 3.4.

Tabla 3.4.

Número de días a seis hojas verdaderas de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	23	21	22
II	22	22	23
III	23	21	22
Sumatoria	68	64	67
Promedio	22.7	21.3	22.3

Por ello, es relevante destacar que el número de días desde la siembra hasta la aparición de las seis hojas verdaderas muestra cierta homogeneidad en comparación con los resultados reportados por Andia (2017), quien indicó que dicha etapa se alcanza en promedio entre los 21 y 23 días después de la siembra en cultivares de grano amarillo.

Además, Huamanculi (2017), indicó que las etapas fenológicas desde la emergencia hasta la formación de las seis hojas verdaderas en los cultivares de quinua de grano amarillo fueron prácticamente homogéneas entre los cinco cultivares evaluados. Sin embargo, el cultivar más precoz fue el Compuesto Ayacucho, que alcanzó las seis hojas verdaderas a los 18 días, mientras que el más tardío fue Canaán II, con 22 días. El

comportamiento de una ligera diferencia podría atribuirse a factores climáticos específicos en la campaña evaluada y a su origen genético de cada cultivar.

3.1.5. Días al estado de ramificación

Según la tabla 3.5 tiempo transcurrido a estado de ramificación de los cultivares reportadas en este estudio, fue en un rango de 27.7 a 29 días en promedio; esta duración se relaciona con los cultivares de quinua de grano amarillo respectivamente.

El cultivar CQA-015 presentó el estado de ramificación más temprana, con un promedio de 27.7 días, así como el Amarilla de Marangani presento el estado de ramificación un promedio 22.3 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró su estado de ramificación más tardía, con un promedio de 29 días, como se muestra en la tabla 3.5.

Tabla 3.5.

Número de días al estado de ramificación de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaan, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	29	27	29
II	29	28	29
III	29	28	28
Sumatoria	87	83	86
Promedio	29.0	27.7	28.7

La ramificación se observó de manera más temprana en comparación con lo reportado por Andía (2017), cuyos resultados indicaron que el inicio de esta etapa en cultivares de grano amarillo ocurre entre los 28 y 30 días después de la siembra.

Del mismo modo Huamanculi (2017), se reportó que el inicio de la ramificación en el cultivar Compuesto Ayacucho ocurrió a los 25 días después de la siembra, presentándose como el más precoz en comparación con los demás cultivares, los cuales iniciaron esta etapa a los 29 días.

Asimismo, Barboza (2016), menciona que, la ramificación del cultivar CQA-015 inicio a los 31 días de igual modo a los 31 días el cultivar CQA-035 respectivamente. La

leve diferencia evidenciada estaría asociada al origen genético y a las condiciones climáticas del periodo evaluado.

3.1.6. Días a la formación de panoja

Según la tabla 3.6 tiempo transcurrido a la formación de panoja de los cultivares reportadas en este estudio, fue en un rango de 43.3 a 45.7 días en promedio; esta duración se relaciona con los cultivares de quinua de grano amarillo respectivamente.

El cultivar CQA-015 presentó la formación de panoja más temprana, con un promedio de 43.3 días, así como el Amarilla de Marangani presento la formación de panoja un promedio 43.7 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró su estado de formación de panoja más tardía, con un promedio de 45.7 días, como se muestra en la tabla 3.6.

Tabla 3.6.

Número de días a la formación de panoja de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	45	43	44
II	46	44	44
III	46	43	43
Sumatoria	137	130	131
Promedio	45.7	43.3	43.7

Es importante señalar que los días transcurridos desde la siembra a la formación de panoja, son ligeramente más precoz en comparación con los resultados obtenidos por Andia (2017), se registró un promedio que osciló entre 46 y 47 días posteriores a la siembra para los cultivares de grano amarillo.

Huamanculi (2017), se indicó que el inicio del panojamiento en los cultivares varió entre 42 y 53 días después de la siembra, destacando el cultivar Compuesto Ayacucho como el más precoz, al alcanzar esta etapa a los 42 días. Las pequeñas variaciones observadas podrían atribuirse a la influencia de factores genéticos y a las condiciones climáticas presentes durante el periodo de evaluación.

3.1.7. Días a la floración

Según la tabla 3.7 tiempo transcurrido a floración de los cultivares reportadas en este estudio, fue un rango, entre 53.7 a 56 días en promedio; esta duración se relaciona con los cultivares de quinua de grano amarillo respectivamente.

El cultivar CQA-015 presentó su estado de floración más temprana, con un promedio de 53.7 días, así como el Amarilla de Marangani presento su floración un promedio 54.7 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró su estado de floración más tardía, con un promedio de 56 días, como se muestra en la tabla 3.7.

Tabla 3.7.

Número de días a la floración de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	56	53	55
II	56	54	55
III	56	54	54
Sumatoria	168	161	164
Promedio	56.0	53.7	54.7

Por lo tanto, es pertinente destacar que los días transcurridos desde la siembra a inicio de floración, son ligeramente más precoces frente a los resultados obtenidos por Andia (2017), señaló el estado de floración un promedio de 57 días después de la siembra para los cultivares de grano amarillo.

A su vez, Barboza (2016), menciona que, la floración del cultivar CQA-015 inicio a los 70 días de igual modo a los 72 días el cultivar CQA-035 respectivamente. siendo así los resultados obtenidos en esta evaluación son cultivares más precoces. El comportamiento de una ligerea diferencia podría atribuirse a origen genético como a factores climáticos específicos en la campaña evaluada.

3.1.8. Días al grano lechoso

Según la tabla 3.8 tiempo transcurrido al grano lechoso de los cultivares reportadas en este estudio, fue en un rango de 87.7 a 90 días en promedio; esta duración se relaciona con los cultivares de quinua de grano amarillo respectivamente.

El cultivar CQA-015 presentó su estado al grano lechoso más temprana, con un promedio de 87.7 días, así como el Amarilla de Marangani presento su estado al grano lechoso un promedio 88.7 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró su estado al grano lechoso más tardía, con un promedio de 90 días, como se muestra en la tabla 3.8.

Tabla 3.8.

Número de días al grano lechoso de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaan, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	90	87	89
II	90	88	89
III	90	88	88
Sumatoria	270	263	266
Promedio	90.0	87.7	88.7

Cabe destacar que, los cultivares de grano amarillo de este estudio alcanzaron el estado de grano lechoso en menos tiempo que los evaluados por Andia (2017), quien reportó un promedio de 93 a 100 días. La ligera diferencia registrada estaría asociada a factores genéticos y a las condiciones climáticas propias del periodo de evaluación.

3.1.9. Días al grano pastoso

Según la tabla 3.9 tiempo transcurrido al grano pastoso de los cultivares reportadas en este estudio, fue un rango, entre 100.7 a 106 días en promedio; esta duración se relaciona con los cultivares de quinua de grano amarillo respectivamente.

El cultivar CQA-015 presentó su estado al grano pastoso más temprana, con un promedio de 100.7 días, así como el Amarilla de Marangani presento su estado al grano pastoso un promedio 104 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró su estado al grano pastoso más tardía, con un promedio de 106 días, como se muestra en la tabla 3.9.

Tabla 3.9.

Número de días al grano pastoso de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	106	101	104
II	106	101	104
III	106	100	104
Sumatoria	318	302	312
Promedio	106.0	100.7	104.0

Por ende, es importante señalar que los días transcurridos desde la siembra a grano pastoso, son ligeramente más precoces en comparación con los resultados obtenidos por Andia (2017), señaló que el tiempo para que llegue al grano pastoso un promedio de 102 a 110 días después de la siembra. El comportamiento de una ligera diferencia podría atribuirse a origen genético como a factores climáticos específicos en la campaña evaluada.

3.1.10. Días a la madurez fisiológica

Según la tabla 3.10 tiempo transcurrido a madurez fisiológica de los cultivares reportadas en este estudio, fue un rango, entre 112 a 117 días en promedio; esta duración se relaciona con los cultivares de quinua de grano amarillo respectivamente.

El cultivar CQA-015 presentó su estado a madurez fisiológica más temprana, con un promedio de 112 días, así como el Amarilla de Marangani presento su estado a madurez fisiológica un promedio 112.7 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró su estado a madurez fisiológica más tardía, con un promedio de 117 días, como se muestra en la tabla 3.10.

Tabla 3.10.

Número de días a la madurez fisiológica de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	117	112	112
II	117	112	113
III	117	112	113
Sumatoria	351	336	338
Promedio	117.0	112.0	112.7

El tiempo transcurrido desde la siembra hasta el estado de madurez fisiológica es ligeramente un poco menor de lo reportado por Andia (2017), quien encontró que los cultivares de grano amarillo alcanzaban este estado en un promedio de 112 a 120 días.

Huamanculi (2017), se observó que el inicio de la floración de los cultivares osciló entre 63 y 70 días tras la siembra. La etapa de grano lechoso se desarrolló entre los 80 y 88 días, mientras que el estado de grano pastoso se presentó entre los 105 y 116 días después de la siembra. De igual manera, la madurez fisiológica se alcanzó entre los 114 y 126 días posteriores a la siembra, destacándose el cultivar Compuesto Ayacucho como el más temprano de los cinco evaluados, al alcanzar dicha fase a los 114 días.

Por otro lado, Barboza (2016), menciona que, llegó a madurez fisiológica el cultivar CQA-015 a los 108 días y 112 días el cultivar CQA-035 respectivamente.

Quispe (2013), citado en Barboza (2016), sostiene que, las variedades de cultivos con un periodo de madurez fisiológica que oscila entre los 117 y 145 días se consideran precoces, sin importar la altitud a la que se cultiven.

3.2. Variables de rendimiento

En esta variable se realizó el análisis de varianza ANVA o ANOVA de las distintas características evaluadas, para lo cual se utilizó el software estadístico InfoStat.

3.2.1. Altura de la planta

En la tabla 3.11, se evidencia el análisis de varianza de la altura de planta de los cultivares estudiados, donde no se encontraron diferencias estadísticas entre ellos, lo que se atribuye al comportamiento de origen genética de cada cultivar. Este resultado nos sugiere que no es necesario el análisis de comparación de medias.

El coeficiente de variabilidad es de 3.01 %, que indica que los factores no incluidos en el estudio fueron adecuadamente controlados.

Tabla 3.11.

Análisis de variancia para la altura (cm) de planta en tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	21.79	2	10.89	0.30	0.7568
Cultivar	46.11	2	23.05	0.63	0.5770 ns
Error	145.71	4	36.43		
Total	213.60	8			

CV (%) = 3.01

3.2.2. Longitud de panoja principal

En la tabla 3.12, se aprecia el análisis de varianza de longitud de panoja principal de los cultivares estudiados, donde se observa que no se encontró una diferencia estadística entre estos cultivares, esta característica se atribuye al comportamiento de origen genético de los cultivares.

El coeficiente de variabilidad es de 3.33 %, que indica que los que los factores no incluidos en el estudio fueron adecuadamente controlados.

Tabla 3.12.

Análisis de variancia para la longitud de panoja en tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	32.01	2	16.00	5.75	0.0666
Cultivar	17.64	2	8.82	3.17	0.1498ns
Error	11.14	4	2.78		
Total	60.78	8			

CV (%) = 3.33

3.2.3. Diámetro de panoja

En la tabla 3.13, se muestra el análisis de variancia de diámetro de panoja de los cultivares evaluados, donde se evidencia que se encontró una diferencia estadística entre estos cultivares, esta característica se atribuye al comportamiento de origen genético.

El coeficiente de variabilidad es de 4.93 %, que indica que los factores no incluidos en el estudio fueron adecuadamente controlados.

Tabla 3.13.

Análisis de variancia para el diámetro de panoja (cm) en tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	4.12	2	2.06	5.09	0.0796
Cultivar	19.48	2	9.74	24.08	0.0059**
Error	1.62	4	0.40		
Total	25.21	8			

CV (%) = 4.93

Tabla 3.14.

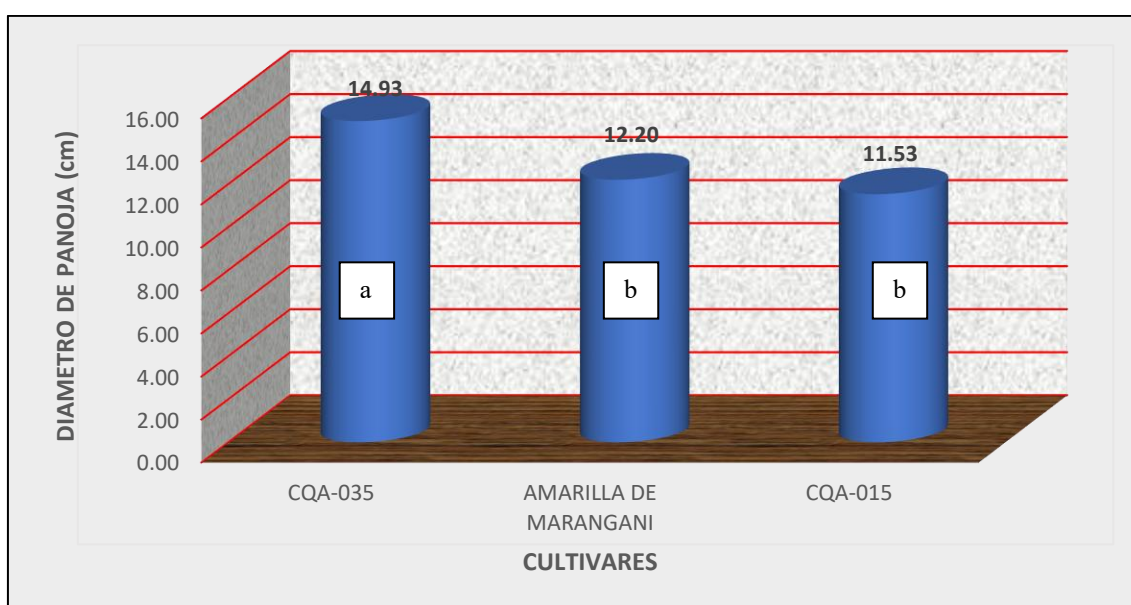
Prueba de Tukey de diámetro de panoja (cm) de tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Diámetro de panoja (cm)	Tukey 0.05
CQA-035	14.93	a
Amarilla de Marangani	12.20	b
CQA-015	11.53	b

DMS=1.85063 cm

Figura 3.1.

Diámetro de panoja principal (cm) de tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



La prueba de Tukey de diámetro de panoja (Figura 3.1), indica que se determinó un rango de diámetro de panoja entre 11.53 cm y 14.93 cm, observándose que el cultivar CQA-035 presentó el mayor valor (14.93 cm), seguido de amarillo Marangani (12.20 cm) y CQA-015 (11.53 cm), donde existe una diferencias significativa entre el cultivar CQA-035 con respecto los cultivares amarilla de Marangani y CQA-015 pero no existiendo diferencia significativa entre estos cultivares; con diámetro de panoja intermedia el

cultivar Marangani (12.20 cm) y con menor diámetro de panoja el cultivar CQA-015 (11.53 cm).

Huamanculi (2017), bajo condiciones de Canaán 2735 msnm-Ayacucho, en adaptación y rendimiento de 5 cultivares de quinua, reporta el mayor diámetro de panoja 178.4 mm y menor 106.9 mm siendo el cultivar amarilla de Marangani con (106.9 mm), y con mayor diámetro el cultivar amarilla Canaán II.

Por otro lado, Andia (2017), reportó el diámetro de panoja de en promedio de 163 mm en el cultivar CQA-015 y de 109.7 mm en el cultivar CQA-035 respectivamente, siendo con el mayor diámetro el cultivar CQA -061 con 178 mm y con menor el cultivar CQA -0.60 con 79.7 mm. Lo cual demuestra que, las diferencias en la longitud en el diámetro de panoja en cada uno de los cultivares estudiados se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales.

3.2.4. Rendimiento de grano por hectárea

En la tabla 3.15, se describe el análisis de varianza de rendimiento de grano por hectárea de los cultivares estudiados, donde se observa que no se halló una diferencia estadística entre estos cultivares, esta característica se relaciona con el comportamiento genético propio de los cultivares.

El coeficiente de variabilidad es de 13.72 %, que indica que los factores no incluidos en el estudio fueron adecuadamente controlados.

Tabla 3.15.

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

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	13774.88	2	6887.44	0.02	0.9850
Cultivar	2738722.70	2	1369361.3	3.02	0.1590ns
Error	1816252.4	4	454063.10		
Total	4568750.00	8			

CV (%) = 13.72

3.2.5. Índice de cosecha

En la tabla 3.16, se presenta el análisis de varianza de rendimiento índice de cosecha de los cultivares estudiados, donde se observa que se encontró una diferencia estadística entre estos cultivares, esta característica se atribuye al comportamiento de origen genético de los cultivares.

El coeficiente de variabilidad es de 4.36 %, que indica que los factores no incluidos en el estudio fueron adecuadamente controlados.

Tabla 3.16.

Análisis de variancia del índice de cosecha (%) en tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	2.44	2	1.22	0.22	0.8147
Cultivar	96.67	2	48.33	8.57	0.0358*
Error	22.57	4	5.64		
Total	121.67	8			

CV (%) = 4.36

Tabla 3.17.

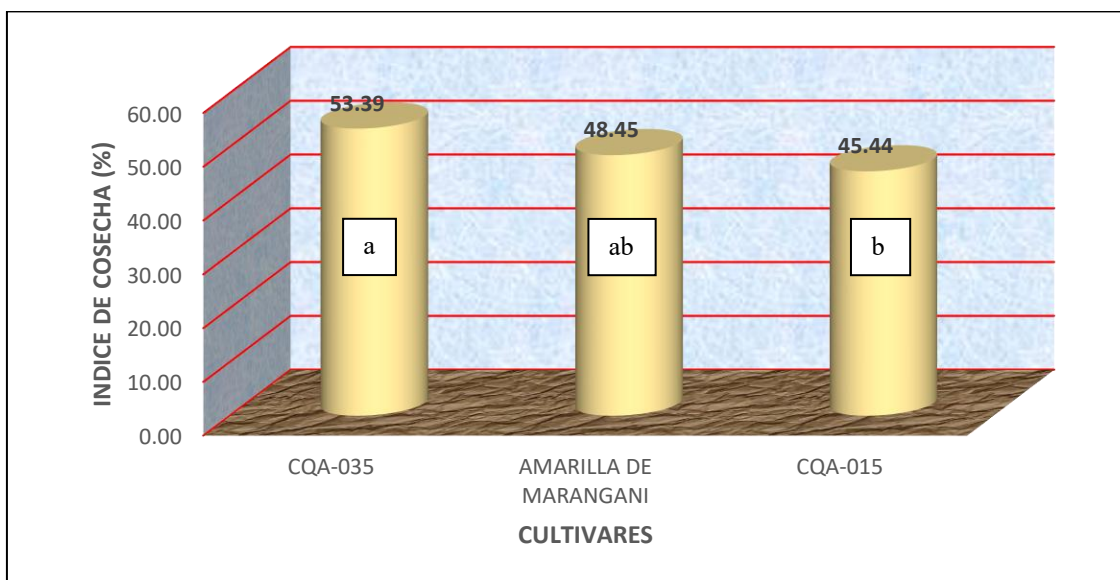
Prueba de Tukey de índice de cosecha de tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Índice de cosecha (%)	Tukey 0.05
CQA-035	53.39	a
Amarilla de Marangani	48.45	a b
CQA-015	45.44	b

DMS=6.91199 %

Figura 3.2.

Índice de cosecha (%) de tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



La prueba de Tukey de Índice de cosecha (Figura 3.2), indica que se obtuvo un rango de 45.44 % a 53.39 %, siendo de mayor de índice de cosecha el cultivar CQA-035 (53.39 %), Amarilla de Marangani (48.45 %), y el cultivar CQA-015 (45.44 %), donde existe una diferencias significativa entre el cultivar CQA-035 con respecto al cultivar CQA-015 pero no existiendo diferencia significativa entre el cultivar Amarillo Marangani; asimismo, no existe diferencia significativa entre el cultivar Amarillo Marangani respecto a CQA-015.

Núñez (2018), señala en su investigación que, la variedad killahuaman obtuvo un índice de cosecha 0.319 siendo mayor y menor la variedad pasankalla 0.227.

Mestanza et al., (2020), indica, en cuanto a la variable índice de cosecha, el genotipo T7 (J4) registró el valor promedio más alto con 0,47, mientras que el genotipo T8 (Pata de venado) presentó el promedio más bajo con 0,21. Por lo tanto, podemos concluir que, el índice de cosecha está relacionado principalmente por la altura de la planta, altura de panoja y diámetro de panoja, por otro lado, se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales.

3.3. Características de calidad de grano

3.3.1. Peso de 1000 semillas

En la tabla 3.18, se evidencia el análisis de varianza de peso de 1000 semillas de los cultivares estudiados, donde se observa que se encontró una diferencia estadística entre estos cultivares, Esta característica se atribuye tanto al comportamiento de origen genético de los cultivares como a las condiciones ambientales.

El coeficiente de variabilidad es de 1.16 %, que indica que los datos son bastante estables en cuanto a su evaluación y se puede atribuir al manejo uniforme del cultivo.

Tabla 3.18.

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

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0.01	2	3.4E-03	2.34	0.2123
Cultivar	0.46	2	0.23	156.84	0.0002**
Error	0.01	4	1.5E-03		
Total	0.47	8			

CV (%) = 1.16

Tabla 3.19.

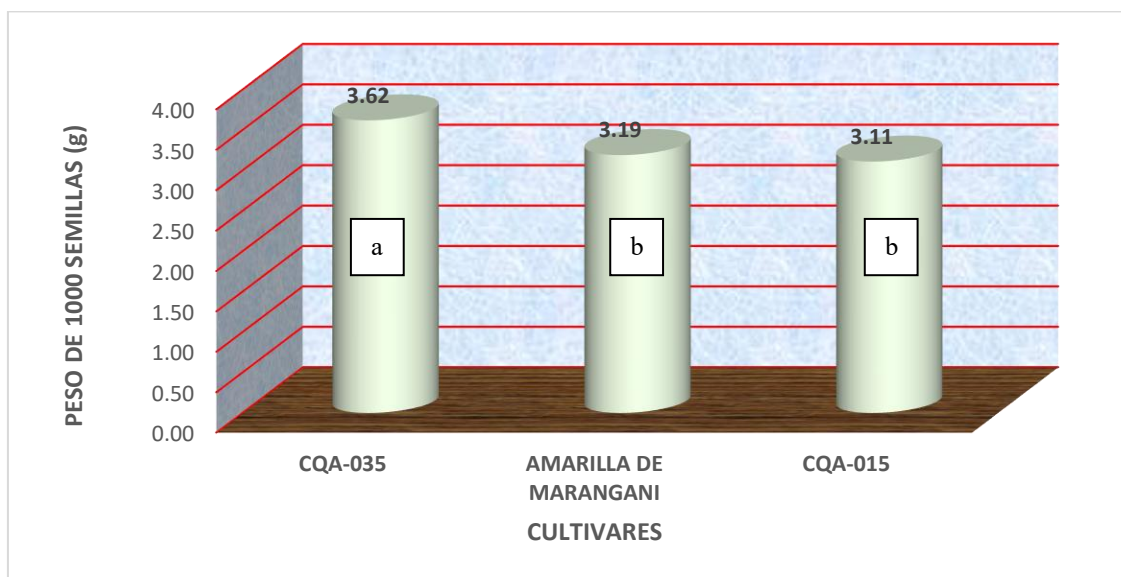
Prueba de Tukey de peso de 1000 semillas (g) de tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Peso de 1000 semillas (g)	Tukey 0.05
CQA-035	3.62	a
Amarilla de Marangani	3.19	b
CQA-015	3.11	b

DMS=0.11144 g

Figura 3.3.

Peso de 1000 semillas (g) de tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



La prueba de Tukey de peso de 1000 semillas (Figura 3.3), indica que se obtuvo un rango de peso de 1000 semillas de (3.11 g) a (3.62 g), siendo de mayor de peso de 1000 semillas el cultivar CQA-035 (3.62 g), amarilla de Marangani (3.19 g) y el cultivar CQA-015 (3.11 g), donde existe una diferencia significativa entre el cultivar CQA-035 con respecto los cultivares Amarilla de Marangani y CQA-015, pero no existiendo diferencia significativa entre estos cultivares.

Barboza (2016), reportó que el peso de 1000 semillas en el cultivar CQA-015 fue en promedio de 3,686 g, mientras que en el cultivar CQA-035 fue de 3,586 g. En términos generales, este parámetro varió entre 3,043 g y 4,571 g en los cultivares CQA-061 y CQA-030, respectivamente, siendo el CQA-030 que presentó el mayor peso de 1000 semillas.

Huamanculi (2017), se indicó que el peso de 1000 semillas presentó un rango entre 2,648 g y 3,723 g. El mayor valor se registró en el cultivar Compuesto Ayacucho con 3,723 g, mientras que el menor correspondió al cultivar amarilla de Maranganí con 2,648 g. Se puede observar que las diferencias en la característica del peso de 1000 semillas se deben tanto a origen genético como a condiciones ambientales.

3.3.1. Contenido de saponina

En la tabla 3.23, se reporte el análisis de varianza de contenido de saponina de los cultivares estudiados, donde se observa que no se encontró una diferencia estadística entre estos cultivares, esta característica se atribuye al comportamiento de origen genético de los cultivares. Este resultado evidencia que no es pertinente aplicar un análisis de comparación de medias.

El coeficiente de variabilidad es de 8.63 %, que indica que los datos son bastante estables en cuanto a su evaluación y se puede atribuir al manejo uniforme del cultivo.

Tabla 3.20.

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

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	1.6E-04	2	7.8E-05	1.00	0.4444
Cultivar	8.2E-04	2	4.1E-04	5.29	0.0754ns
Error	3.1E-04	4	7.8E-05		
Total	1.3E-03	8			

CV (%) = 8.63

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

1. Los cultivares de quinua de grano amarillo analizados en el estudio muestran un comportamiento fenológico precoz, con ligeras diferencias entre ellos. El cultivar CQA-015 se destaca como el más precoz en todas las etapas, desde la emergencia hasta la madurez fisiológica; el cultivar Amarilla de Marangani presenta valores intermedios y el cultivar CQA-035 se caracterizó un poco más tardío en cada fase del desarrollo; como se detalló en las tablas del N° 3.1 al N° 3.10 respectivamente.
2. Los cultivares evaluados no mostraron diferencias significativas en altura de planta, longitud de panoja y rendimiento por hectárea, mientras que sí se observaron diferencias en diámetro de panoja e índice de cosecha, destacando el cultivar CQA-035. En general, los tres cultivares presentaron buen comportamiento agronómico y adecuado rendimiento bajo las condiciones de Canaán (2735 msnm).
3. Los cultivares evaluados presentaron diferencias significativas únicamente en el peso de 1000 semillas, destacando CQA-035 con el mayor valor, seguido por Amarilla de Marangani y CQA-015. En cuanto al contenido de saponina, no se observaron diferencias estadísticas, mostrando con ligera variación entre 0.14 % y 0.16 %. En conjunto, los tres cultivares presentan buena calidad de grano, sobresaliendo CQA-035 por su mayor peso de semillas y porcentaje de saponina intermedia.

RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones en diferentes pisos altitudinales, con otras tecnologías, de esa manera saber el comportamiento agronómico más conciso en relación a la precocidad de cada uno de los cultivares.
2. Realizar comparaciones con otros cultivares en distintos contextos agroecológicos y bajo diversas tecnologías de manejo, con el fin de profundizar en la respuesta productiva de cada cultivar. En estas evaluaciones, se recomienda priorizar el cultivar CQA-035, dado que obtuvo un rendimiento destacado de 5572.40 kg/ha en el presente estudio.
3. Proponer comparaciones con otros cultivares comerciales en relación de peso de mil semillas y porcentaje de saponina, lo que permitirá determinar su grado de aceptabilidad y competitividad frente a otros cultivares.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- 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: https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC_2021_3_art_12.pdf
- Andia, (2017) *Evaluación y selección de cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd) grano amarillo. canaán 2735 msnm - inia - ayacucho*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/00c575e4-2584-46b4-8984-5ff6aaad4674>
- 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>.
- 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>
- Barboza, (2016) *Caracterización y selección de 36 poblaciones de quinua de grano amarillo (Chenopodium quinoa Willd.). Canaán 2735 msnm – INIA – Ayacucho*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/019be987-2553-42ed-8378-1b64111ee3cc/content>
- Bazile, D. y Baudron, F. (2014). *Dinámica de expansión mundial del cultivo de la quinua respecto a su alta biodiversidad*. Santiago du Chili: FAO-CIRAD, pp. 49-64. ISBN 978-92-5-308558-3. http://www.fao.org/quinoa-2013/publications/detail/es/item/279313/icode/?no_mobile=1
- Calla, J. (2012) “*Manejo agronómico del cultivo de la quinua*” pp. 1–40.
- Campbell, P., Bendek, C., & Latorre, B.A. (2007). *Riesgo de oídio (Erysiphe necator) de la vid en relación con el desarrollo de los racimos*. Ciencia E Investigacion

Agraria, 34, 5-11. Revista de Investigación. Doi:
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-16202007000100001>

Castro, H., Castro, R.D., & Alvarado, Y. (2023). *Variabilidad morfoagronómica de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) nativa tipo Chimborazo en Ecuador*. Revista de investigación. Agronomía Mesoamericana. DOI:[10.15517/am.2023.53229](https://doi.org/10.15517/am.2023.53229)
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/index>

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>

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 pág.
<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* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio. https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5550/1/TESIS_AG1305_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 Investigación. 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

- Gomes, L. and Aguilar, E. (2016) *Guía del cultivo de la quinoa*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/76594aca-c6a8-45e0-97db-39905cd72575/content>
- García-Parra, M.Á., Plazas-Leguizamón, N.Z., Rodríguez, D.C., Torrado, S.C., & Parra, J. (2018). *Descripción de las saponinas en quinoa (Chenopodium quinoa willd) en relación con el suelo y el clima: Una revisión. Informador Técnico*. 82(2), 241-249. doi: <https://doi.org/10.23850/22565035.1451>
- Huamanculi, (2017) *caracterización y rendimiento de cinco cultivares de quinoa (Chenopodium quinoa willd.) de grano amarillo, canaán a 2735 msnm-ayacucho*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio.
<https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/00837513-8a3d-4735-811b-d87df1e6727e/content>
- Huamani, O. (2018) *Fuentes de abono orgánico en el rendimiento de tres variedades de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) de grano negro con riego localizado. Canaán - 2750 msnm – Ayacucho*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio.
<https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d35c3094-0687-41d3-8549-61b53ddbc62b/content>
- Ibáñez, R. & Aguirre, G. (1983). *Fertilidad de suelos*. Manual de prácticas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Humanga. 136 p.
- Ipanaque, B. (2019) *Evaluación y selección de poblaciones varietales de quinoa grano amarillo (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, INIA – Ayacucho*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio.
<https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/94b8143a-029c-4ca5-a179-847e3fe1d201/content>

- 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-ae90-1704edd61003/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/metodologia-decomercio-exterior.pdf>
- Mañuico, R. (2024) *Quinua (Chenopodium quinoa)*, cultivo del pasado, presente y futuro. Universidad Nacional de Cañete. <https://repositorio.undc.edu.pe/item/9a62e205-e9bd-47bb-8eed-d4e66e25d22e>
- Mendoza, V. (2013) “*Comparativo de accesiones de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en condiciones de costa central*”. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM] <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/3fdb3534-ef88-4ccd-98bb-9ec64a7d7af0>
- Mestanza, C. et al. (2020) *Rendimiento de grano de genotipos de quinua (Chenopodium quinoa willd) sembrado a chorro continuo, en el campus “la maría”*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo – UTEQ. ISSN 2542-3401/ 1316-4821
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI. (2024). *Innovación en la Cadena de Valor de la Quinua*. <https://agroportalperu.com/2024/07/01/libro-innovacion-en-la-cadena-de-valor-de-laquinua-en-el-peru/>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI. (2025). *Perfil Productivo Regional*. https://siesa.midagri.gob.pe/siesa_bi/
- Minaya, D. (2025). *Análisis de las exportaciones de quinua peruana, en el periodo 2019 – 2023* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/44839>.
- Mujica, A., Jacobsen, S. E., Izquierdo, J., & Marathe, J. P. (2004). *Quinua (Chenopodium quinoa Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro*. Universidad Nacional del Altiplano – UNA Puno,

https://www.researchgate.net/publication/350358426_Quinoa_Chenopodium_quinoa_Will_ancestral_cultivo_andino_alimento_del_presente_y_futuro

- Nuñez, W. (2018) Fenología de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en dos épocas de siembra. Canaán – INIA a 2735 msnm – Ayacucho. . [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/48abbe96-73be-478f-8375-dd1f521c9b56/content>
- Ore, M. (2018) *Tercer ciclo de evaluación y selección de cultivares de quinua 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, G. (2020) “*Adaptación de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) a las condiciones agroecológicas de la zona centro peninsular*” p. 17. [Tesis de licenciatura, Universidad Politecnica de Madrid]. Repositorio. https://oa.upm.es/65953/1/TFG_GABRIELA_ORGAZ_GARCIA.pdf
- Perez, A. (2005). *Manejo del Cultivo de Quinua en la Sierra Central.* Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, pp. 10–38. https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/688/1/Manejo_cultivo_de_quinua.pdf
- Perez, R. (2016). *Manual de producción de quinua orgánica bajo el sistema de siembra a doble hilera en el distrito de Chiguata Var. INIA Salcedo.* Available at: <https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-10/70-Manualdeproducciondequinuaorganica.pdf>
- 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>
- Rasmussen, C., Lagnaoui, A., & Esbjerg, P. (2003). *Avances en el conocimiento de las plagas de la quinua. Food Reviews International*", 19, 61 – 75. DOI:[10.1081/FRI-120018868](https://doi.org/10.1081/FRI-120018868)

- Rojas, W. et al. (2010) *Granos andinos avances, logros y experiencias en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia*. Bioersivity International, Roma, Italia. Available at: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2727>.
- 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>
- Soto M. et al. (2019) *Estudio comparativo en rendimiento y calidad de 12 variedades de quinua orgánica en la comunidad campesina de San Antonio de Manallasac, Ayacucho*. la Revista de investigación - Universidad de San Martín de Porres. <https://www.usmp.edu.pe/campus/pdf/revista29/articulo4.pdf>
- Tapia, M.; Canahua, A. y Ignacio, S. (2014). *Razas de quinuas del Perú*. ANPE y CONCYTEC. Lima, Perú, 173 pág.
- Valdivia p. (2020). *Cultivo de quinua orgánica en el distrito de Andaray y zonas altoandinas de la región Arequipa cultivo de quinua orgánica en el distrito de Andaray y zonas altoandinas de la región Arequipa*". Gobierno Regional de Arequipa – Gerencia Regional de Agricultura. available at: https://www.agroarequipa.gob.pe/images/boletines/biblioteca/folleto%20quinua%202020_compressed.pdf
- Vargas, P., Arteaga, R., y 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 (UTM). <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v46n4/2223-4861-caz-46-04-89.pdf>
- 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

ANEXOS

Anexo 1. Galería de fotografías

Fotografía 1. Recolección de muestras de suelo para su análisis de caracterización.



Fotografía 2. Demarcación de campo experimental



Fotografía 3. Semilla de quinua separado por cultivares



Fotografía 4. Siembra



Fotografía 5. El primer riego en el área experimental



Fotografía 6. Emergencia del cultivar CQA-015



Fotografía 7. Emergencia del cultivar Amarilla de Marangani



Fotografía 8. Emergencia del cultivar CQA-035



Fotografía 9. Dos hojas verdaderas del cultivar CQA-015



Fotografía 10. Dos hojas verdaderas del cultivar Amarilla de Marangani



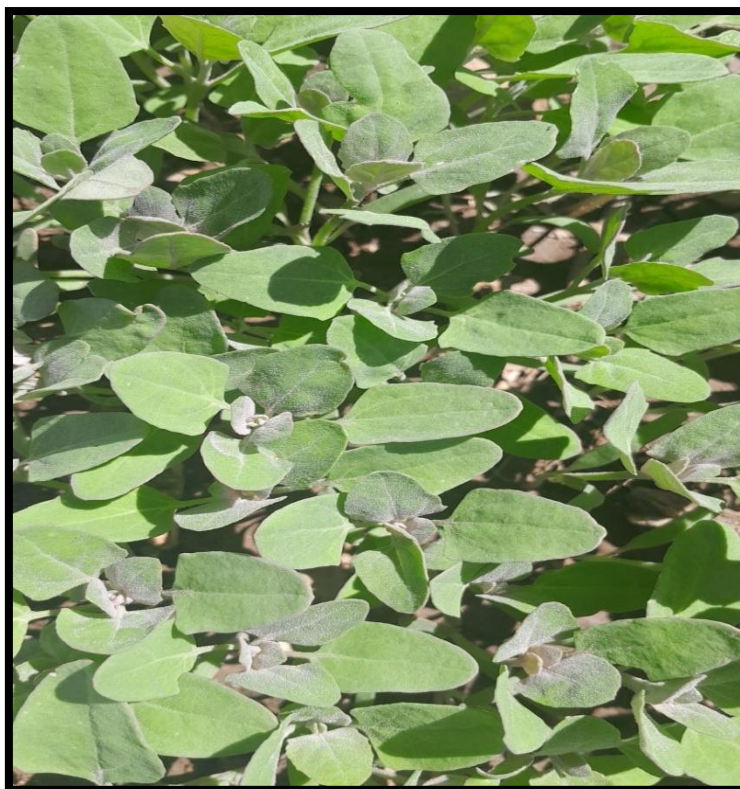
Fotografía 11. Dos hojas verdaderas del cultivar CQA-035



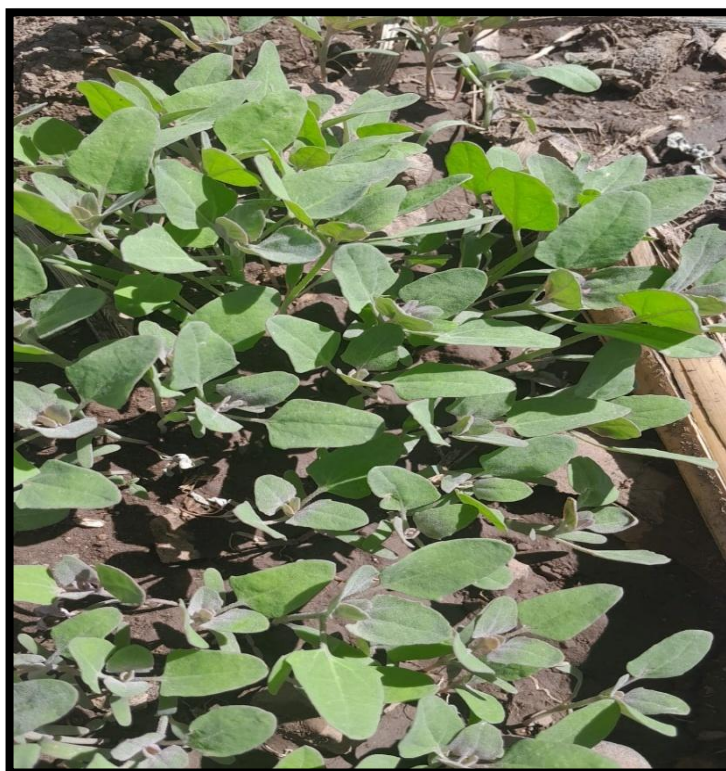
Fotografía 12. Cuatro hojas verdaderas del cultivar CQA-015



Fotografía 13. Cuatro hojas verdaderas del cultivar Amarilla de Marangani



Fotografía 14. Cuatro hojas verdaderas del cultivar CQA-035



Fotografía 15. Seis hojas verdaderas del cultivar CQA-015



Fotografía 16. Seis hojas verdaderas del cultivar Amarilla de Marangani



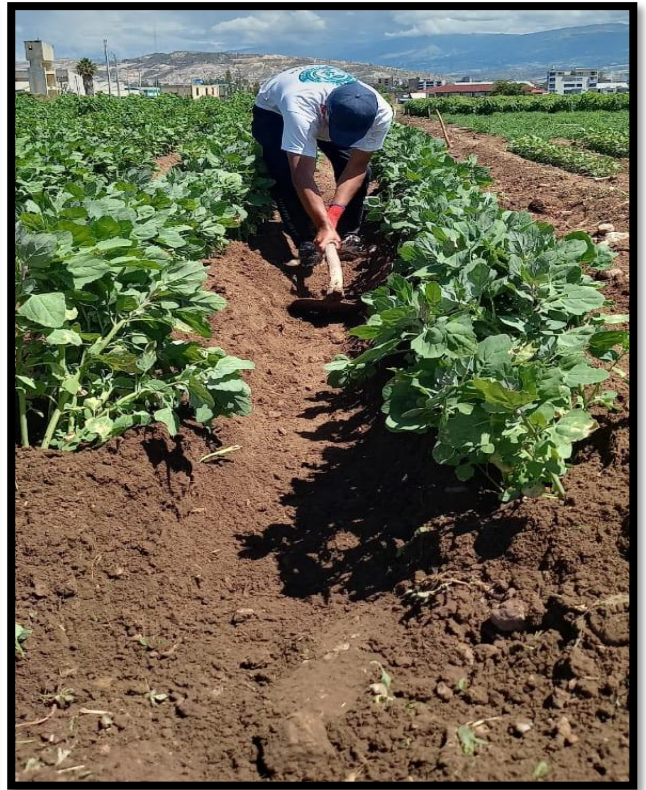
Fotografía 17. Seis hojas verdaderas del cultivar CQA-035



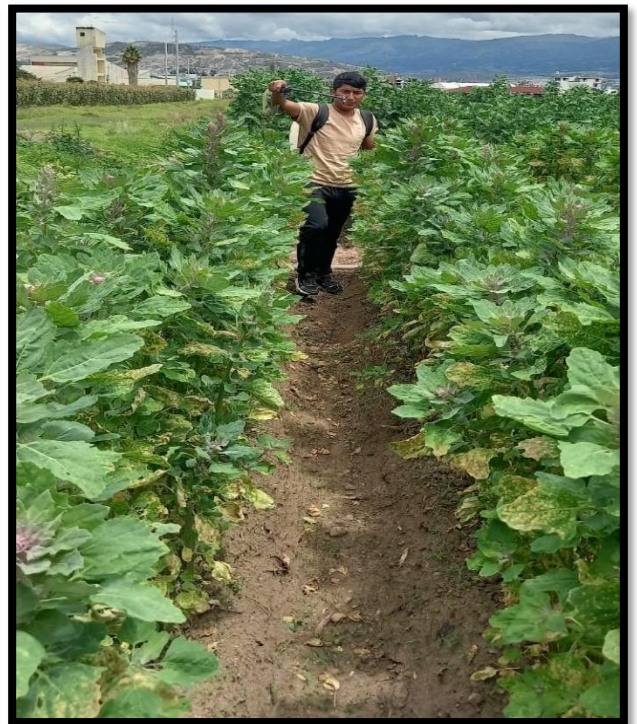
Fotografía 18. Raleo y segunda dosis de Nitrógeno



Fotografía 19. Deshierbo y aporque en la parcela experimental.



Fotografía 20. Control fitosanitario en la parcela experimental.



Anexo 2. Cuadro de registro y evaluaciones en campo

CRITERIOS DE PRECOCIDAD

Anexo 2.1. Días a la emergencia después de la siembra.

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	5	4	5	14	4.7
T2	3	4	3	10	3.3
T3	4	5	4	13	4.3
SUMA DE BLOQUES	12	13	12	37	
PROMEDIO DE BLOQUES	4	4.3	4		4.1

Anexo 2.2. Días a dos hojas verdaderas.

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	14	13	14	41	13.7
T2	12	13	12	37	12.3
T3	13	14	13	40	13.3
SUMA DE BLOQUES	39	40	39	118	
PROMEDIO DE BLOQUES	13	13.3	13		13.1

Anexo 2.3. Días a cuatro hojas verdaderas.

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	19	18	19	56	18.7
T2	17	18	17	52	17.3
T3	18	17	18	53	17.7
SUMA DE BLOQUES	54	53	54	161	
PROMEDIO DE BLOQUES	18	17.7	18		17.9

Anexo 2.4. Días a seis hojas verdaderas.

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT.
	I	II	III		
T1	23	22	23	68	22.7
T2	21	22	21	64	21.3
T3	22	23	22	67	22.3
SUMA DE BLOQUES	66	67	66	199	
PROMEDIO DE BLOQUES	22	22.3	22		22.1

Anexo 2.5. Días a ramificación.

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	29	29	29	87	29.0
T2	27	28	28	83	27.7
T3	29	29	28	86	28.7
SUMA DE BLOQUES	85	86	85	256	
PROMEDIO DE BLOQUES	28.3	28.7	28.3		28.4

Anexo 2.6. Días a la formación de panoja.

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	45	46	46	137	45.7
T2	43	44	43	130	43.3
T3	44	44	43	131	43.7
SUMA DE BLOQUES	132	134	132	398	
PROMEDIO DE BLOQUES	44.0	44.7	44.0		44.2

Anexo 2.7. Días a la floración.

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	56	56	56	168	56.0
T2	53	54	54	161	53.7
T3	55	55	54	164	54.7
SUMA DE BLOQUES	164	165	164	493	
PROMEDIO DE BLOQUES	54.7	55.0	54.7		54.8

Anexo 2.8. Días al grano lechoso.

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	90	90	90	270	90.0
T2	87	88	88	263	87.7
T3	89	89	88	266	88.7
SUMA DE BLOQUES	266	267	266	799	
PROMEDIO DE BLOQUES	88.7	89.0	88.7		88.8

Anexo 2.9. Días al grano pastoso.

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	106	106	106	318	106.0
T2	101	101	100	302	100.7
T3	104	104	104	312	104.0
SUMA DE BLOQUES	311	311	310	932	
PROMEDIO DE BLOQUES	103.7	103.7	103.3		103.6

Anexo 2.10. Días a la madurez fisiológica.

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	115	115	115	345	115.0
T2	112	112	112	336	112.0
T3	112	113	113	338	112.7
SUMA DE BLOQUES	339	340	340	1019	
PROMEDIO DE BLOQUES	113.0	113.3	113.3		113.2

CRITERIOS DE RENDIMIENTO

Anexo 2.11. Altura de la planta

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	205	202	204.4	611.4	203.8
T2	201	197	197	595	198.3
T3	193.2	210	197.6	600.8	200.3
SUMA DE BLOQUES	599.2	609	599	1807.2	
PROMEDIO DE BLOQUES	199.7	203.0	199.7		200.8

Anexo 2.12. Altura de la panoja principal

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	46.8	50	49.6	146.4	48.8
T2	49.8	52	54.2	156	52.0
T3	45.6	53	49.4	148	49.3
SUMA DE BLOQUES	142.2	155	153.2	450.4	
PROMEDIO DE BLOQUES	47.4	51.7	51.1		50.0

Anexo 2.13. Diámetro de panoja

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	14.8	15	15	44.8	14.9
T2	10.2	12	12.4	34.6	11.5
T3	10.8	13	12.8	36.6	12.2
SUMA DE BLOQUES	35.8	40	40.2	116	
PROMEDIO DE BLOQUES	11.9	13.3	13.4		12.9

Anexo 2.14. Rendimiento por Kg/ha

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	5693.13	5816.59	5207.48	16717.2	5572.4
T2	3660.48	4729.69	4275.71	12665.88	4222.0
T3	5540	4134.92	5136.44	14811.36	4937.1
SUMA DE BLOQUES	14893.61	14681.2	14619.63	44194.44	
PROMEDIO DE BLOQUES	4964.5	4893.7	4873.2		4910.5

Anexo 2.15. Índice de cosecha (%)

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	55.33	55.33	49.5	160.16	53.4
T2	44.7	45.27	46.34	136.31	45.4
T3	48.19	47.92	49.23	145.34	48.4
SUMA DE BLOQUES	148.22	148.52	145.07	441.81	
PROMEDIO DE BLOQUES	49.4	49.5	48.4		49.1

CRITERIOS DE CALIDAD

Anexo 2.16. Peso de 1000 semillas (g)

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	3.67	3.63	3.57	10.87	3.6
T2	3.13	3.07	3.13	9.33	3.1
T3	3.23	3.2	3.13	9.56	3.2
SUMA DE BLOQUES	10.03	9.9	9.83	29.76	
PROMEDIO DE BLOQUES	3.3	3.3	3.3		3.3

Anexo 2.17. Contenido de saponina (%)

TRATAMIENTO	BLOQUES			SUMA. TRAT.	PROM. TRAT
	I	II	III		
T1	0.15	0.16	0.14	0.45	0.15
T2	0.15	0.13	0.13	0.41	0.14
T3	0.16	0.16	0.16	0.48	0.16
SUMA DE BLOQUES	0.46	0.45	0.43	1.34	
PROMEDIO DE BLOQUES	0.2	0.2	0.1		0.15

Anexo 3. Caracteres morfológicos de los cultivares

Anexo 3.1. Caracteres de morfológicos del cultivar CQA-035

CARACTERES MORFOLÓGICOS	VARIABLES
Procedencia	Cora Cora
Tipo de crecimiento	Arbustivo
Porte de la planta	Erecto
Forma de panoja	Glomerulada Compacta
Altura de planta	203.80 cm
Longitud de panoja	52.00 cm
Diámetro de panoja	14.93 cm
Rendimiento	5572.40 kg/ha
Índice de cosecha	53.39 %
Peso de 1000 semillas	3.62 g
Contenido de saponina	0.15 %

Anexo 3.2. Caracteres de morfológicos del cultivar CQA-015

CARACTERES MORFOLÓGICOS	VARIABLES
Procedencia	Chihuampampa
Tipo de crecimiento	Arbustivo
Porte de la planta	Erecto
Forma de panoja	Glomerulada compacta
Altura de planta	198.33 cm
Longitud de panoja	48.80 cm
Diámetro de panoja	11.53 cm
Rendimiento	4221.96 kg/ha
Índice de cosecha	45.44 %
Peso de 1000 semillas	3.11 g
Contenido de saponina	0.14 %

Anexo 3.3. Caracteres de morfológicos Amarilla de Marangani

CARACTERES MORFOLÓGICOS	VARIABLES
Procedencia	Marangani
Tipo de crecimiento	Herbáceo
Porte de la planta	Erecto
Forma de panoja	Glomerulada compacta
Altura de planta	200.27 cm
Longitud de panoja	49.33 cm
Diámetro de panoja	12.20 cm
Rendimiento	4937.12 kg/ha
Índice de cosecha	48.45 %
Peso de 1000 semillas	3.19 g
Contenido de saponina	0.16 %

Anexo 4. Resultados del análisis de 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		Christian Calderon Chavez														Fecha	31/10/2023			
Proyecto		N/A																		
Departamento		Ayacucho				Provincia				Huamanga				Distrito		Ayacucho				
Centro Poblado		Altitud (m.s.n.m.):				Coordenadas:				Fecha recolección:										
Lab	N° Muestra	Campo	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS.m-1	CaCO ₃ %	Nt (%)	MO (%)	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes cambiabiles				% Sat de Bases	
										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



Ph.D. Marileni 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. CRHISTIAN CALDERON CHAVEZ****R.D. N° 079-2026-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho, a seis días del mes de abril 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. Rolando Bautista Gómez, Dr. José Antonio Quispe Tenorio como asesor, Ing. Edgar Tenorio Mancilla y el M.Sc. Jorge Luis Huamancusi Morales; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Comparativo de tres cultivares de quinua de grano Amarillo (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm - Ayacucho, 2024**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **CRHISTIAN CALDERON CHAVEZ**.

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 invito 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. Rolando Bautista Gómez	16	14	15	15
Dr. José Antonio Quispe Tenorio	16	16	16	16
Ing. Edgar Tenorio Mancilla	14	13	14	14
M.Sc. Jorge Luis Huamancusi Morales	15	14	15	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. Rolando Bautista Gómez
Presidente

Dr. José Antonio Quispe Tenorio
Asesor

Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Jurado

M.Sc. Jorge Luis Huamancusi Morales
Jurado

Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

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 R.D N° 213-2025-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado;

Comparativo de tres cultivares de quinua de grano amarillo (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho, 2024

Autor : Crhistian CALDERON CHAVEZ
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 veintidós por ciento **(22%)** 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: 2951762063

Ayacucho, 04 de mayo de 2026

.....
Angela J. Requis Quintanilla

M.Sc. en Fitopatología
E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Comparativo de tres cultivares
de quinua de grano amarillo
(*Chenopodium quinoa* Willd.)
Canaán 2735 msnm –
Ayacucho, 2024
por Crhistian Calderon Chavez

Fecha de entrega: 04-may-2026 09:25p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2951762063

Nombre del archivo: ARCHIVO_01_TRABAJO_DE_INVESTIGACION_01.pdf (4.43M)

Total de palabras: 21565

Total de caracteres: 118152

Comparativo de tres cultivares de quinua de grano amarillo (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm – Ayacucho, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	24%	7%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	12%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	6%
3	repositorio.undc.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.iica.int Fuente de Internet	<1%
6	pdfslide.net Fuente de Internet	<1%
7	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1%
9	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%

11 revistas.unitru.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

12 www.fao.org <1 %
Fuente de Internet

13 repositorio.unsa.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

14 repositorio.uteq.edu.ec <1 %
Fuente de Internet

15 repositorio.utea.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Comparativo de tres cultivares de quinua de grano amarillo (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Canaán 2735 msnm – Ayacucho, 2024

Comparative Study of Three Yellow-Grain Quinoa Cultivars (*Chenopodium quinoa* Willd.) in Canaán (2735 m a.s.l.) – Ayacucho, 2024

Christian Calderon Chavez¹

José Antonio Quispe Tenorio²

christian.calderon.01@unsch.edu.pe

jose.quispe@unsch.edu.pe

Area 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 noviembre 2023–marzo 2024. El objetivo fue evaluar la precocidad, rendimiento y calidad de tres cultivares de quinua de grano amarillo. El experimento se condujo bajo un Diseño de Bloques Completos Randomizados (DBCR), con tres tratamientos y tres repeticiones manejando un total 9 unidades experimentales. El nivel de abonamiento fue de 80-80-40 de NPK más 10 sacos 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, índice de cosecha, peso de 1000 semillas y contenido de saponina. Los resultados mostraron diferencias en la precocidad, donde el cultivar CQA-015 alcanzó la madurez fisiológica a los 112 días después de la siembra, siendo el más precoz, mientras que CQA-035 fue el más tardío con 117 días. En cuanto al rendimiento, CQA-035 destacó con 5572.40 kg/ha, seguido por Amarilla de Marangani (4937.12 kg/ha) y CQA-015 (4221.96 kg/ha). Respecto a la calidad, CQA-035 presentó el mayor peso de 1000 semillas (3.62 g). El menor contenido de saponina se registró en CQA-015, mientras que Amarilla de Marangani presentó el mayor valor. Se concluye que el cultivar CQA-035 mostró el mejor desempeño productivo y de calidad, mientras que CQA-015 destacó por su mayor precocidad y menor contenido de saponina.

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

ABSTRACT

The research was conducted at the Canaán Agricultural Experimental Station of the National Institute for Agrarian Innovation (INIA), located in the district of Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga province, Ayacucho, at 2735 meters above sea level, during the period November 2023 to March 2024. The objective was to evaluate the earliness, yield, and quality of three yellow-grain quinoa cultivars. The experiment was carried out under a Randomized Complete Block Design (RCBD), with three treatments and three replications, resulting in a total of nine experimental units. The fertilization level applied was 80-80-40 of NPK plus 10 sacks of guano per hectare. The

evaluated variables included phenological stages, plant height, length and diameter of the main panicle, grain yield, harvest index, 1000-seed weight, and saponin content. The results showed differences in earliness, where cultivar CQA-015 reached physiological maturity at 112 days after sowing, being the earliest, while CQA-035 was the latest with 117 days. In terms of yield, CQA-035 stood out with 5572.40 kg/ha, followed by Amarilla de Marangani (4937.12 kg/ha) and CQA-015 (4221.96 kg/ha). Regarding quality, CQA-035 presented the highest 1000-seed weight (3.62 g). The lowest saponin content was recorded in CQA-015, whereas Amarilla de Marangani showed the highest value. It is concluded that cultivar CQA-035 showed the best productive and quality performance, while CQA-015 stood out for its greater earliness and lower saponin content.

Keywords: cultivars, earliness, yield, grain quality.

1. INTRODUCCION

En la actualidad, la quinua y sus hojas son reconocidas como un alimento altamente nutritivo, capaz de cubrir e incluso superar los requerimientos nutricionales. Destaca por su contenido de compuestos funcionales además de aportar carbohidratos, proteínas (14–16 %) y lípidos. Su proteína posee un perfil de aminoácidos de alta calidad, especialmente en lisina y metionina. Asimismo, contiene diversos minerales, vitaminas y ácidos grasos, y su alto contenido de vitamina E favorece su conservación, consolidándola como un alimento clave para la nutrición humana (Vargas et al., 2019).

La producción de quinua en Perú ha crecido de forma sostenida entre 2019 y 2023, consolidando al país como uno de los principales exportadores mundiales y como una fuente clave de ingresos y seguridad alimentaria. En 2024, la producción nacional alcanzó 104,670.35 t, destacando Ayacucho con el 29.33 % (33,576.00 t). El rendimiento promedio fue de 1.51 t/ha a nivel nacional y de 2.39 t/ha en Ayacucho (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI, 2025)

MIDAGRI (2016) citado por Huamani (2018), señala que, la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo originario de la región andina, cuyo centro de origen se ubica cerca del lago Titicaca. Destaca por su alta adaptabilidad, pudiendo crecer desde el nivel del mar hasta los 4,000 msnm. En Perú, las principales zonas productoras son Puno, que lidera con el 44.4 % de la producción, seguido por Ayacucho con alrededor del 21 %, en una superficie aproximada de 68,000 hectáreas.

Flores (2018), menciona que, en Perú y en diversas zonas andinas, la quinua constituye un alimento fundamental en la alimentación de las comunidades rurales, destacando por su alto contenido proteico y su elevado valor biológico.

Durante los últimos diez años, la producción de quinua en Perú ha crecido significativamente debido al aumento de la demanda y las exportaciones. Destaca por su alto valor nutricional, con proteínas de calidad, aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales y ausencia de gluten, lo que la convierte en un alimento beneficioso para la salud.

Considerando lo expuesto, se busca mejorar la productividad al adoptar un método de siembra apropiado y seleccionar una variedad mejorada de quinua de grano amarillo el CQA-035, CQA-015 y Amarilla Marangani, destacadas en términos de tiempo de

precocidad, rendimiento y calidad, siendo bien recibidas tanto por los consumidores como por los exportadores.

En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo, evaluar el comportamiento agronómico de los cultivares de quinua de grano amarillo, en relación al rendimiento, precocidad y calidad del grano, bajo las condiciones de Canaán, 2735 msnm, Ayacucho, 2024.

2. METODOLGÍA

2.1. Ubicación del campo experimental

El trabajo de investigación se llevó a cabo en estación experimental agraria Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, región Ayacucho, a una altitud de 2735 msnm, con las siguientes coordenadas geográficas: 13°08'05" Latitud Sur y 74°32'00" Longitud Oeste.

2.2. Características edáficas

Se llevó a cabo el análisis físico-químico del suelo a través de un muestreo a una profundidad de 0.20 m, por medio del procedimiento convencional, obteniendo cerca de 1 kg de muestra. Esta fue enviada al laboratorio "AGROLAB", para su respectivo análisis. Ibáñez y Aguirre (1983), se afirma que el contenido de pH es moderadamente alcalino (7.44), la cantidad de materia orgánica es media (2.89 %), por lo que se utilizó guano de isla para optimizar la fertilidad y la estructura del suelo. La alta capacidad de intercambio catiónico (22.41 cmol kg⁻¹) indica que los nutrientes son retenidos adecuadamente. Respecto a los componentes esenciales, el nitrógeno tiene un nivel medio (0.14%), el fósforo tiene un nivel elevado (31.20 ppm) y el potasio tiene un nivel muy alto (249 ppm).

2.3. Material Vegetal

Se trabajó con 3 cultivares de quinua de grano amarillo recolectados por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), mediante el Programa Nacional de Investigación en Cereales, Granos Andinos y Leguminosas, entre ellas; CQA-035, CQA-015 y Amarilla de Marangani.

2.4. Diseño experimental

El trabajo de investigación, se instaló utilizando el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 3 cultivares de quinua de grano amarillo y tres repeticiones, haciendo un total de 9 unidades experimentales.

Modelo aditivo lineal del diseño es el siguiente: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de Precocidad

3.1.1. Días a la emergencia

El cultivar CQA-015 presentó una emergencia más temprana, con un promedio de 3.3 días, mientras el cultivar Amarilla de Marangani mostro una emergencia un promedio 4.3 días y el cultivar CQA-035 mostró una emergencia más tardía, con un promedio de 4.7 días, como se observa en la tabla 3.1.

Tabla 3.1.

Número de días a la emergencia de tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	5	3	4
II	4	4	5
III	5	3	4
Sumatoria	14	10	13
Promedio	4.7	3.3	4.3

Por lo tanto, es importante señalar que el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la emergencia fue bastante homogéneo en comparación con lo reportado por Andia (2017), quien indicó que los cultivares de quinua de grano amarillo emergen en promedio a los 4 días después de la siembra. Por otro lado, los días desde la siembra hasta la emergencia presentan una ligera precocidad respecto a los valores por Barboza (2016), donde señala que, ocurrió la emergencia del cultivar CQA-015 a los 5 días y 7 días el cultivar CQA-035 respectivamente. Esta diferencia podría haber pasado principalmente por condiciones climáticas propias de la campaña evaluada.

3.1.2. Días a dos hojas verdaderas

El cultivar CQA-015 presentó las dos hojas verdaderas más temprana, con un promedio de 12.3 días, así como el Amarilla de Marangani presentó las dos hojas verdaderas un promedio 13.3 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró las dos hojas verdaderas más tardía, con un promedio de 13.7 días, como se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2.

Número de días a dos hojas verdaderas de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	14	12	13
II	13	13	14
III	14	12	13
Sumatoria	41	37	40
Promedio	13.7	12.3	13.3

De manera que, es importante mencionar que el periodo comprendido entre la siembra y la aparición de las dos hojas verdaderas es ligeramente más precoz en comparación con lo reportado por Andia (2017), quien señaló que esta etapa se presenta entre los 12 y 15 días después de la siembra en cultivares de grano amarillo; Barboza (2016), menciona que, las dos hojas verdaderas del cultivar CQA-015 apareció a los 8 días y 10 días el cultivar CQA-035 respectivamente. siendo así más precoz en cuanto en desarrollo de dos hojas verdaderas en comparación a los resultados de esta investigación. El

comportamiento de una ligera diferencia podría atribuirse a factores climáticos específicos en la campaña evaluada.

3.1.3. Días a Cuatro hojas verdaderas

El cultivar CQA-015 presentó las cuatro hojas verdaderas más temprana, con un promedio de 17.3 días, así como el Amarilla de Marangani presento las cuatro hojas verdaderas un promedio 17.7 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró las cuatro hojas verdaderas más tardía, con un promedio de 18.7 días, como se muestra en la tabla 3.3.

Tabla 3.3.

Número de días a cuatro hojas verdaderas de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	19	17	18
II	18	18	17
III	19	17	18
Sumatoria	56	52	53
Promedio	18.7	17.3	17.7

Los resultados muestran que el desarrollo hasta la cuarta hoja verdadera ocurrió ligeramente más temprano que en los cultivares de grano amarillo estudiados por Andia (2017), quienes tardaron de 18 a 20 días; Barboza (2016), menciona que, apareció cuatro hojas verdaderas del cultivar CQA-015 a los 15 días y 17 días el cultivar CQA-035 respectivamente. Siendo así más precoz en cuanto en desarrollo de cuatro hojas verdaderas frente a los resultados de esta investigación. La ligera variación observada podría estar asociada a las condiciones climáticas particulares registrados durante la campaña evaluada.

3.1.4. Días a seis hojas verdaderas

El cultivar CQA-015 presentó las seis hojas verdaderas más temprana, con un promedio de 21.3 días, así como el Amarilla de Marangani presento las seis hojas verdaderas un promedio 22.3 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró las seis hojas verdaderas más tardía, con un promedio de 22.7 días, como se muestra en la tabla 3.4.

Tabla 3.4.

Número de días a seis hojas verdaderas de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	23	21	22
II	22	22	23
III	23	21	22
Sumatoria	68	64	67
Promedio	22.7	21.3	22.3

Por ello, es relevante destacar que el número de días desde la siembra hasta la aparición de las seis hojas verdaderas muestra cierta homogeneidad en comparación con los resultados reportados por Andia (2017), quien indicó que dicha etapa se alcanza en promedio entre los 21 y 23 días después de la siembra en cultivares de grano amarillo. Además, Huamanculi (2017), indicó que las etapas fenológicas desde la emergencia hasta la formación de las seis hojas verdaderas en los cultivares de quinua de grano amarillo fueron prácticamente homogéneas entre los cinco cultivares evaluados. Sin embargo, el cultivar más precoz fue el Compuesto Ayacucho, que alcanzó las seis hojas verdaderas a los 18 días, mientras que el más tardío fue Canaán II, con 22 días. El comportamiento de una ligera diferencia podría atribuirse a factores climáticos específicos en la campaña evaluada y a su origen genético de cada cultivar.

3.1.5. Días al estado de ramificación

El cultivar CQA-015 presentó el estado de ramificación más temprana, con un promedio de 27.7 días, así como el Amarilla de Marangani presento el estado de ramificación un promedio 22.3 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró su estado de ramificación más tardía, con un promedio de 29 días, como se muestra en la tabla 3.5.

Tabla 3.5.

Número de días al estado de ramificación de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaan, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	29	27	29
II	29	28	29
III	29	28	28
Sumatoria	87	83	86
Promedio	29.0	27.7	28.7

La ramificación se observó de manera más temprana en comparación con lo reportado por Andia (2017), cuyos resultados indicaron que el inicio de esta etapa en cultivares de grano amarillo ocurre entre los 28 y 30 días después de la siembra. Del mismo modo Huamanculi (2017), se reportó que el inicio de la ramificación en el cultivar Compuesto Ayacucho ocurrió a los 25 días después de la siembra, presentándose como el más precoz en comparación con los demás cultivares, los cuales iniciaron esta etapa a los 29 días. Asimismo, Barboza (2016), menciona que, la ramificación del cultivar CQA-015 inicio a los 31 días de igual modo a los 31 días el cultivar CQA-035 respectivamente. La leve diferencia evidenciada estaría asociada al origen genético y a las condiciones climáticas del periodo evaluado.

3.1.6. Días a la formación de panoja

El cultivar CQA-015 presentó la formación de panoja más temprana, con un promedio de 43.3 días, así como el Amarilla de Marangani presento la formación de panoja un promedio 43.7 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró su estado de formación de panoja más tardía, con un promedio de 45.7 días, como se muestra en la tabla 3.6.

Tabla 3.6.

Número de días a la formación de panoja de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	45	43	44
II	46	44	44
III	46	43	43
Sumatoria	137	130	131
Promedio	45.7	43.3	43.7

Es importante señalar que los días transcurridos desde la siembra a la formación de panoja, son ligeramente más precoz en comparación con los resultados obtenidos por Andia (2017), se registró un promedio que osciló entre 46 y 47 días posteriores a la siembra para los cultivares de grano amarillo. Huamanculi (2017), se indicó que el inicio del panojamiento en los cultivares varió entre 42 y 53 días después de la siembra, destacando el cultivar Compuesto Ayacucho como el más precoz, al alcanzar esta etapa a los 42 días. Las pequeñas variaciones observadas podrían atribuirse a la influencia de factores genéticos y a las condiciones climáticas presentes durante el periodo de evaluación.

3.1.7. Días a la floración

El cultivar CQA-015 presentó su estado de floración más temprana, con un promedio de 53.7 días, así como el Amarilla de Marangani presentó su floración un promedio 54.7 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró su estado de floración más tardía, con un promedio de 56 días, como se muestra en la tabla 3.7.

Tabla 3.7.

Número de días a la floración de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	56	53	55
II	56	54	55
III	56	54	54
Sumatoria	168	161	164
Promedio	56.0	53.7	54.7

Por lo tanto, es importante señalar que los días transcurridos desde la siembra a inicio de floración, son ligeramente más precoces en comparación con los resultados obtenidos por Andia (2017), señaló el estado de floración un promedio de 57 días después de la siembra para los cultivares de grano amarillo. A su vez, Barboza (2016), menciona que, la floración del cultivar CQA-015 inicio a los 70 días de igual modo a los 72 días el cultivar CQA-035 respectivamente. siendo así los resultados obtenidos en esta evaluación son

cultivares más precoces. El comportamiento de una ligera diferencia podría atribuirse a origen genético como a factores climáticos específicos en la campaña evaluada.

3.1.8. Días al grano lechoso

El cultivar CQA-015 presentó su estado al grano lechoso más temprana, con un promedio de 87.7 días, así como el Amarilla de Marangani presentó su estado al grano lechoso un promedio 88.7 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró su estado al grano lechoso más tardía, con un promedio de 90 días, como se muestra en la tabla 3.8.

Tabla 3.8.

Número de días al grano lechoso de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaan, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	90	87	89
II	90	88	89
III	90	88	88
Sumatoria	270	263	266
Promedio	90.0	87.7	88.7

Cabe destacar que, los cultivares de grano amarillo de este estudio alcanzaron el estado de grano lechoso en menos tiempo que los evaluados por Andia (2017), quien reportó un promedio de 93 a 100 días. La ligera diferencia registrada estaría asociada a factores genéticos y a las condiciones climáticas propias del periodo de evaluación.

3.1.9. Días al grano pastoso

El cultivar CQA-015 presentó su estado al grano pastoso más temprana, con un promedio de 100.7 días, así como el Amarilla de Marangani presentó su estado al grano pastoso un promedio 104 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró su estado al grano pastoso más tardía, con un promedio de 106 días, como se muestra en la tabla 3.9.

Tabla 3.9.

Número de días al grano pastoso de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaan, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	106	101	104
II	106	101	104
III	106	100	104
Sumatoria	318	302	312
Promedio	106.0	100.7	104.0

Por ende, es importante señalar que los días transcurridos desde la siembra a grano pastoso, son ligeramente más precoces en comparación con los resultados obtenidos por Andia (2017), señaló que el tiempo para que llegue al grano pastoso un promedio de 102 a 110 días después de la siembra. El comportamiento de una ligera diferencia podría

atribuirse a origen genético como a factores climáticos específicos en la campaña evaluada.

3.1.10. Días a la madurez fisiológica

El cultivar CQA-015 presentó su estado a madurez fisiológica más temprana, con un promedio de 112 días, así como el Amarilla de Marangani presento su estado a madurez fisiológica un promedio 112.7 días y mientras el cultivar CQA-035 mostró su estado a madurez fisiológica más tardía, con un promedio de 117 días, como se muestra en la tabla 3.10.

Tabla 3.10.

Número de días a la madurez fisiológica de los tres cultivares de quinua de grano amarillo. Canaán, 2735 msnm, Ayacucho.

BLOQUE	CULTIVARES		
	CQA -035	CQA-015	AMARILLA DE MARANGANI
I	117	112	112
II	117	112	113
III	117	112	113
Sumatoria	351	336	338
Promedio	117.0	112.0	112.7

El tiempo transcurrido desde la siembra hasta el estado de madurez fisiológica es ligeramente un poco menor de lo reportado por Andia (2017), quien encontró que los cultivares de grano amarillo alcanzaban este estado en un promedio de 112 a 120 días. Huamanculi (2017), se observó que la madurez fisiológica se alcanzó entre los 114 y 126 días posteriores a la siembra, destacándose el cultivar Compuesto Ayacucho como el más temprano de los cinco evaluados, al alcanzar dicha fase a los 114 días. Por otro lado, Barboza (2016), menciona que, llego a madurez fisiológica el cultivar CQA-015 a los 108 días y 112 días el cultivar CQA-035 respectivamente. Quispe (2013), citado en Barboza (2016), sostiene que, las variedades de cultivos con un periodo de madurez fisiológica que oscila entre los 117 y 145 días se consideran precoces, sin importar la altitud a la que se cultiven.

3.2. Variables de Rendimiento

3.2.1. Diámetro de panoja

En la tabla 3.11, se muestra el análisis de varianza de diámetro de panoja de los cultivares evaluados, donde se evidencia que se encontró una diferencia estadística entre estos cultivares, esta característica se atribuye al comportamiento de origen genético. El coeficiente de variabilidad es de 4.93 %, que indica que los factores no incluidos en el estudio fueron adecuadamente controlados.

Tabla 3.11.

Análisis de variancia para el diámetro de panoja (cm) en tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	4.12	2	2.06	5.09	0.0796
Cultivar	19.48	2	9.74	24.08	0.0059**
Error	1.62	4	0.40		
Total	25.21	8			

CV (%) = 4.93

Tabla 3.12.

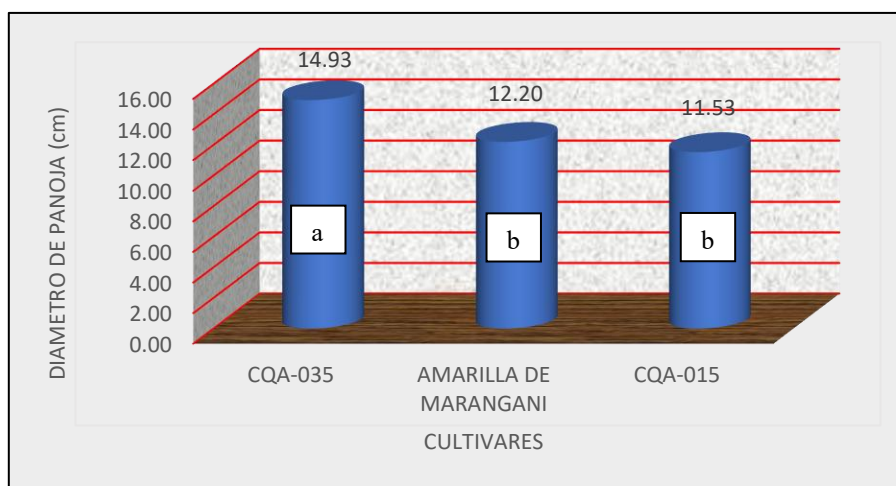
Prueba de Tukey de diámetro de panoja (cm) de tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Diámetro de panoja (cm)	Tukey 0.05
CQA-035	14.93	a
Amarilla de Marangani	12.20	b
CQA-015	11.53	b

DMS=1.85063 cm

Figura 3.1.

Diámetro de panoja principal (cm) de tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



La prueba de Tukey de diámetro de panoja (Figura 3.1), indica que se determinó un rango de diámetro de panoja entre 11.53 cm y 14.93 cm, observándose que el cultivar CQA-035 presentó el mayor valor (14.93 cm), seguido de amarillo Maranganí (12.20 cm) y CQA-015 (11.53 cm), donde existe una diferencias significativa entre el cultivar CQA-035 con respecto los cultivares amarilla de Marangani y CQA-015 pero no existiendo diferencia

significativa entre estos cultivares; con diámetro de panoja intermedia el cultivar Marangani (12.20 cm) y con menor diámetro de panoja el cultivar CQA-015 (11.53 cm). Huamanculi (2017), bajo condiciones de Canaán 2735 msnm-Ayacucho, en adaptación y rendimiento de 5 cultivares de quinua, reporta el mayor diámetro de panoja 178.4 mm y menor 106.9 mm siendo el cultivar amarilla de Marangani con (106.9 mm), y con mayor diámetro el cultivar amarilla Canaán II. Por otro lado, Andia (2017), reportó el diámetro de panoja de en promedio de 163 mm en el cultivar CQA-015 y de 109.7 mm en el cultivar CQA-035 respectivamente, siendo con el mayor diámetro el cultivar CQA -061 con 178 mm y con menor el cultivar CQA -060 con 79.7 mm. Lo cual demuestra que, las diferencias en la longitud en el diámetro de panoja en cada uno de los cultivares estudiados se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales.

3.1.2. Índice de cosecha

En la tabla 3.13, se presenta el análisis de varianza de rendimiento índice de cosecha de los cultivares estudiados, donde se observa que se encontró una diferencia estadística entre estos cultivares, esta característica se atribuye al comportamiento de origen genético de los cultivares. El coeficiente de variabilidad es de 4.36 %, que indica que los factores no incluidos en el estudio fueron adecuadamente controlados.

Tabla 3.13.

Análisis de variancia del índice de cosecha (%) en tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	2.44	2	1.22	0.22	0.8147
Cultivar	96.67	2	48.33	8.57	0.0358*
Error	22.57	4	5.64		
Total	121.67	8			

CV (%) = 4.36

Tabla 3.14.

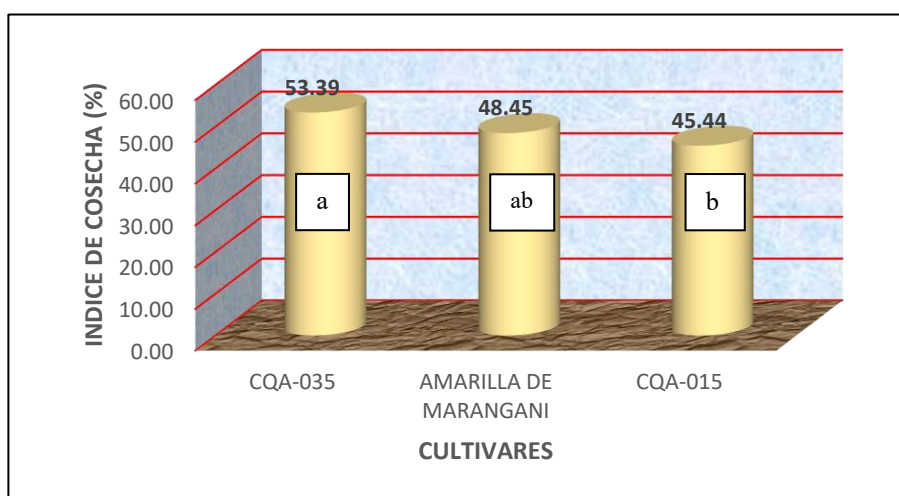
Prueba de Tukey de índice de cosecha de tres cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Índice de cosecha (%)	Tukey 0.05
CQA-035	53.39	a
Amarilla de Marangani	48.45	a b
CQA-015	45.44	b

DMS=6.91199 %

Figura 3.2.

Índice de cosecha (%) de tres cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



La prueba de Tukey de Índice de cosecha (Figura 3.2), indica que se obtuvo un rango de 45.44 % a 53.39 %, siendo de mayor de índice de cosecha el cultivar CQA-035 (53.39 %), Amarilla de Marangani (48.45 %), y el cultivar CQA-015 (45.44 %), donde existe una diferencias significativa entre el cultivar CQA-035 con respecto al cultivar CQA-015 pero no existiendo diferencia significativa entre el cultivar Amarillo Marangani; asimismo, no existe diferencia significativa entre el cultivar Amarillo Marangani respecto a CQA-015.

Núñez (2018), señala en su investigación que, la variedad killahuaman obtuvo un índice de cosecha 0.319 siendo mayor y menor la variedad pasankalla 0.227.

Mestanza et al., (2020), indica, en cuanto a la variable índice de cosecha, el genotipo T7 (J4) registró el valor promedio más alto con 0,47, mientras que el genotipo T8 (Pata de venado) presentó el promedio más bajo con 0,21. Por lo tanto, podemos concluir que, el índice de cosecha está relacionado principalmente por la altura de la planta, altura de panoja y diámetro de panoja, por otro lado, se deben a las características genéticas e influenciadas por factores ambientales.

3.2. Variables de calidad de grano

3.2.1. Peso de 1000 semillas

En la tabla 3.15, se presenta el análisis de varianza de peso de 1000 semillas de los cultivares estudiados, donde se observa que se encontró una diferencia estadística entre estos cultivares, Esta característica se atribuye tanto al comportamiento de origen genético de los cultivares como a las condiciones ambientales. El coeficiente de variabilidad es de 1.16 %, que indica que los datos son bastante estables en cuanto a su evaluación y se puede atribuir al manejo uniforme del cultivo.

Tabla 3.15.

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

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0.01	2	3.4E-03	2.34	0.2123
Cultivar	0.46	2	0.23	156.84	0.0002**
Error	0.01	4	1.5E-03		
Total	0.47	8			

CV (%) = 1.16

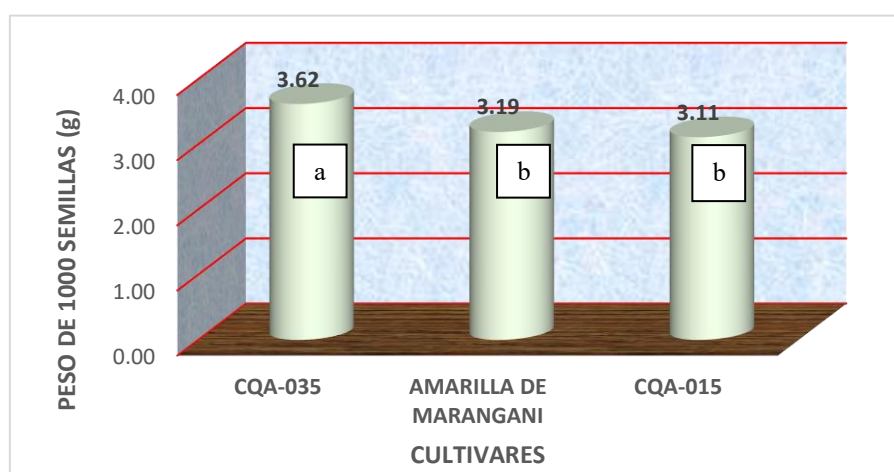
Tabla 3.16.

Prueba de Tukey de peso de 1000 semillas (g) de tres cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Peso de 1000 semillas (g)	Tukey 0.05
CQA-035	3.62	a
Amarilla de Marangani	3.19	b
CQA-015	3.11	b

DMS=0.11144 g

Figura 3.3. Peso de 1000 semillas (g) de tres cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



La prueba de Tukey de peso de 1000 semillas (Figura 3.3), indica que se obtuvo un rango de peso de 1000 semillas de (3.11 g) a (3.62 g), siendo de mayor de peso de 1000 semillas el cultivar CQA-035 (3.62 g), amarilla de Marangani (3.19 g) y el cultivar CQA-015 (3.11 g), donde existe una diferencia significativa entre el cultivar CQA-035 con respecto los cultivares Amarilla de Marangani y CQA-015, pero no existiendo diferencia significativa entre estos cultivares.

Barboza (2016), reportó que el peso de 1000 semillas en el cultivar CQA-015 fue en promedio de 3,686 g, mientras que en el cultivar CQA-035 fue de 3,586 g. En términos generales, este parámetro varió entre 3,043 g y 4,571 g en los cultivares CQA-061 y CQA-030, respectivamente, siendo el CQA-030 que presentó el mayor peso de 1000 semillas. Huamanculi (2017), se indicó que el peso de 1000 semillas presentó un rango entre 2,648 g y 3,723 g. El mayor valor se registró en el cultivar Compuesto Ayacucho con 3,723 g, mientras que el menor correspondió al cultivar amarilla de Marangani con 2,648 g. Se puede observar que las diferencias en la característica del peso de 1000 semillas se deben tanto a origen genético como a condiciones ambientales.

CONCLUSIONES

1. Los cultivares evaluados presentan un comportamiento fenológico precoz con ligeras variaciones entre ellos: CQA-015 destaca como el más precoz en todas las etapas, Amarilla de Marangani muestra comportamiento intermedio y CQA-035 es ligeramente más tardío en todas las etapas.
2. Los cultivares evaluados no mostraron diferencias significativas en altura de planta, longitud de panoja y rendimiento por hectárea, mientras que sí se observaron diferencias en diámetro de panoja e índice de cosecha, destacando el cultivar CQA-035.
3. Los cultivares evaluados presentaron diferencias significativas únicamente en el peso de 1000 semillas, destacando CQA-035, seguido por Amarilla de Marangani y CQA-015. En cuanto al contenido de saponina, no se observaron diferencias estadísticas, mostrando con ligera variación entre 0.14 % y 0.16 %.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andia, (2017) Evaluación y selección de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) grano amarillo. canaán 2735 msnm - inia - ayacucho. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/00c575e4-2584-46b4-8984-5ff6aaad4674>
- Barboza, (2016) Caracterización y selección de 36 poblaciones de quinua de grano amarillo (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2735 msnm – INIA – Ayacucho. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/019be987-2553-42ed-8378-1b64111ee3cc/content>
- Flores, W. (2018) Formas de siembra y variedades en el rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Canaán, 2750 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.
- Huamanculi, (2017) caracterización y rendimiento de cinco cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) de grano amarillo, canaán a 2735 msnm-ayacucho. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/00837513-8a3d-4735-811b-d87df1e6727e/content>

- Huamani, O. (2018) Fuentes de abono orgánico en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano negro con riego localizado. Canaán - 2750 msnm – Ayacucho. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d35c3094-0687-41d3-8549-61b53ddbc62b/content>
- Ibáñez, R. & Aguirre, G. (1983). Fertilidad de suelos. Manual de prácticas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Humanga. 136 p.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI. (2025). Perfil Productivo Regional. https://siea.midagri.gob.pe/siea_bi/
- Minaya, D. (2025). Analisis de las exportaciones de quinua peruana, en el periodo 2019 – 2023 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/44839>.
- Núñez, W. (2018) Fenología de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en dos épocas de siembra. Canaán – INIA a 2735 msnm – Ayacucho. . [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/48abbe96-73be-478f-8375-dd1f521c9b56/content>
- Vargas, P., Arteaga, R., y 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 (UTM). <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v46n4/2223-4861-caz-46-04-89.pdf>