

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TESIS

**RENDIMIENTO DE GRANO, CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA Y
COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE DIEZ LÍNEAS DE
QUINUA BAJO SELECCIÓN Y UNA VARIEDAD LOCAL
(*Chenopodium quinoa* Willdenow) EN MELLOTOTORA, SANTO
TOMÁS - CHUMBIVILCAS - CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. WILBER KJURO QUISPE

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

ASESORES:

Dra. ELISABET CÉSPEDES FLÓREZ

M. Sc. JULIO CÉSAR HUAMÁN TAPARA

CUSCO – PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor JULIO CESAR HUAMAN TAPARA
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: "RENDIMIENTO DE GRANO, CARACTERIZACIÓN
BOTANICA Y COMPORTAMIENTO FENOLOGICO DE DIEZ LINEAS
DE QUINUA BAJO SELECCIÓN Y UNA VARIEDAD LOCAL (Chenopodium
quinoa Willdenow) EN MELLOTOTORA, SANTO TOMAS - CHUMBIVILCAS
CUSCO"

Presentado por: WILBER KJURO QUISPE DNI N° 72952764

presentado por: DNI N°:

Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO
AGROPECUARIO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 3 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 6%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<u>X</u>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto**
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 14 de Julio de 2026


Firma

Post firma: JULIO CESAR HUAMAN TAPARA

Nro. de DNI: 23977257

ORCID del Asesor: 0000-0003-0479-9385

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio. 11: 27259:607914197

WILBER-KJURO-QUISPE

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:607914197

Fecha de entrega

14 jul 2026, 5:31 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

14 jul 2026, 6:47 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS-DE-QUINUA-WILBER-KJURO-QUISPE.docx

Tamaño del archivo

11.4 MB

187 páginas

33.121 palabras

170.745 caracteres

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mis amados padres, **Gregorio Kjuro Llamocca** y **Antonia Quispe Heredia**. Ellos han sido el pilar inquebrantable que forjó en mí un carácter firme, al enseñarme a dar lo mejor de mí. Admiro el gran sacrificio y esfuerzo que hicieron para apoyarme en todo momento durante mi formación profesional.

A ti, mi compañera de vida, **A. Katerin Allende**, por ser mi refugio, mi inspiración y fortaleza. Tu amor y paciencia han sido el aliento que me impulsó a seguir adelante en los momentos difíciles. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudé de mí mismo un día.

A mi amado hijo **I. Alessandro**, que estuviste conmigo día tras día durante la ejecución de esta tesis. Tu risa, mirada y cada pequeño logro tuyo fueron la luz que me impulsó a seguir, incluso en los momentos más agotadores. Verte crecer mientras avanzaba en esta investigación no solo me dio fuerza, sino un propósito más grande que cualquier meta académica.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria – filial Santo Tomás, por los conocimientos impartidos durante la etapa de mi formación profesional.

Agradezco a la **Dra. Elisabet Céspedes Flórez**, mi asesora de esta investigación, por sus sugerencias, orientaciones puntuales y conocimientos impartidos durante toda la etapa que duró esta investigación.

De forma especial, a mi asesor, el **M. Sc. Julio César Huamán Tapara**, por su inmenso apoyo desde el inicio hasta la culminación de este estudio. Gracias por su dedicación, paciencia y entusiasmo, cualidades que hicieron posible superar cada obstáculo con confianza y determinación.

Un agradecimiento y reconocimiento al Sr. **Demetrio Giraldo Cuba**, destacado agricultor de la comunidad de Mellototora, colca, hualpata y maucosa, quien también apuesta por la educación, y a su esposa, la Sra. **Anastasia Quispe Huracahua**, por el apoyo incondicional brindado durante la parte experimental de esta investigación.

A mis compañeros y amigos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria – Filial Santo Tomás, quienes, de manera directa e indirecta, brindaron su apoyo para la ejecución de esta investigación.

Y finalmente, al Programa de Investigación en Quinoa del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (**CICA**), por proporcionar el material genético necesario para esta investigación.

ÍNDICE

	Pág.
LISTA DE ACRÓNIMOS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xiii
I. PROBLEMA Y OBJETO DE ESTUDIO.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos.....	4
2.3. Justificación.....	4
III. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	6
3.1. Hipótesis general.....	6
3.2. Hipótesis específica.....	6
IV. MARCO TEÓRICO	7
4.1. Antecedentes de la investigación	7
4.1.1. Antecedentes internacionales	7
4.1.2. Antecedentes nacionales	8
4.1.3. Antecedentes regionales	9
4.2. Bases teóricas	11
4.2.1. Origen y distribución de la quinua	11
4.3. Importancia.....	12
4.4. Taxonomía.....	12
4.5. Descripción morfológica.....	14
4.6. Fenología de la quinua.....	18
4.7. Factores medio ambientales	23
4.8. Manejo del cultivo	27
4.8.1. Preparación del terreno	27

4.8.2. Rotación de cultivo	28
4.8.3. Siembra.....	28
4.8.4. Densidad de siembra o cantidad de semilla / ha	28
4.8.5. Formas de siembra	29
4.8.6. Profundidad se siembra	30
4.8.7. Época de siembra	31
4.8.8. Abonamiento	32
4.8.9. Deshierbo	33
4.8.1. Raleo	34
4.8.2. Aporque.....	34
4.8.3. Manejo de agua.....	35
4.8.4. Cosecha	35
4.8.5. Rendimiento	39
4.9. Plagas y enfermedades de la quinua.....	40
4.9.1. Plagas	40
4.9.2. Enfermedades	41
4.10. Variedades comerciales de la quinua	43
4.11. Valor nutricional	44
4.12. Software estadístico Infostat.....	46
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
5.1. Tipo de investigación.....	47
5.3. Materiales, equipos y herramientas	50
5.4. Métodos	52
5.5. Instalación y conducción del experimento	56
5.6. Método de evaluación en campo.....	62
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	69
CONCLUSIONES	129
RECOMENDACIONES.....	131
GLOSARIO.....	132
BIBLIOGRAFÍA	133
APÉNDICE	140
ANEXOS.....	152

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Las semillas de algunas variedades de quinua.....</i>	17
Tabla 2 <i>Formula para aplicar la fertilización y abonamiento.</i>	33
Tabla 3 <i>Principales plagas que atacan al cultivo de quinua.....</i>	41
Tabla 4 <i>Principales variedades comerciales en Perú.</i>	44
Tabla 5 <i>Composición nutricional promedio de los granos de quinua.</i>	45
Tabla 6 <i>Historial del campo agrícola.....</i>	50
Tabla 7 <i>Líneas que se utilizaron en el estudio de investigación.</i>	51
Tabla 8 <i>Modelo estadístico para el análisis de varianza:.....</i>	53
Tabla 9 <i>Fertilizantes utilizados.....</i>	57
Tabla 10 <i>Malezas presentes en el campo experimental de quinua.</i>	59
Tabla 11 <i>Rendimiento de grano promedio de 10 plantas / tratamiento (g).</i>	69
Tabla 12 <i>ANOVA para rendimiento de grano promedio de 10 plantas (g).</i>	69
Tabla 14 <i>Rendimiento de grano transformado a (t/ha).</i>	71
Tabla 15 <i>ANOVA para rendimiento de grano t/ha.</i>	72
Tabla 16 <i>Prueba de Tukey para rendimiento de grano t/ha.</i>	72
Tabla 17 <i>Peso de 1000 granos promedio de 10 plantas / tratamiento (g).</i>	74
Tabla 18 <i>ANOVA para peso de 1000 granos promedio de 10 plantas (g).</i>	74
Tabla 19 <i>Prueba de Tukey para peso de 1000 granos promedio de 10 plantas en (g).</i>	75
Tabla 20 <i>Peso de jipi transformado a t/ha.</i>	76
Tabla 21 <i>ANOVA para peso de jipi por parcela t/ha.</i>	77
Tabla 22 <i>Prueba Tukey para peso de jipi (t/ha).</i>	77
Tabla 23 <i>Peso de jipi promedio de 10 plantas / tratamiento (g).</i>	79

Tabla 24 ANOVA para peso de jipi promedio de 10 plantas (g).	79
Tabla 26 Peso kiri en (t/ha).	80
Tabla 27 ANOVA para kiri en t/ha.	81
Tabla 28 Prueba Tukey para peso kiri en t/ha.	82
Tabla 29 Peso de kiri promedio de 10 plantas / tratamiento (g).	83
Tabla 30 ANOVA para peso de kiri promedio de 10 plantas (g).	84
Tabla 31 Prueba de Tukey para peso de kiri promedio de 10 plantas (g).	85
Tabla 32 Diámetro de grano promedio de 10 plantas / tratamiento (mm).	86
Tabla 33 ANOVA para diámetro de grano promedio de 10 plantas (mm).	87
Tabla 34 Prueba de Tukey para diámetro de grano promedio de 10 plantas (mm).	88
Tabla 35 Espesor de grano promedio de 10 plantas / tratamiento (mm).	89
Tabla 36 ANOVA para espesor de grano promedio de 10 plantas (mm).	90
Tabla 37 Prueba de Tukey para espesor de grano promedio de 10 plantas (mm).	90
Tabla 38 Altura de la planta promedio de 10 plantas / tratamiento (m).	92
Tabla 39 ANOVA para altura de planta promedio de 10 plantas (m).	92
Tabla 41 Diámetro de tallo promedio de 10 plantas / tratamiento (cm).	94
Tabla 42 ANOVA para diámetro de tallo promedio de 10 plantas (cm).	94
Tabla 43 Prueba de Tukey para diámetro de tallo promedio de 10 plantas (cm).	95
Tabla 44 Longitud de panoja promedio de 10 plantas / tratamiento (cm).	96
Tabla 45 ANOVA para longitud de panoja promedio de 10 plantas (cm).	97
Tabla 46 Prueba de Tukey para longitud de panoja promedio de 10 plantas (cm).	97
Tabla 47 Diámetro de panoja promedio de 10 plantas / tratamiento (cm).	98
Tabla 48 ANOVA para diámetro de panoja promedio de 10 plantas (cm).	99

Tabla 50 <i>Longitud de la hoja promedio de 10 plantas / tratamiento (cm).</i>	100
Tabla 51 <i>ANOVA para longitud de la hoja promedio de 10 plantas (cm).</i>	101
Tabla 52 <i>Prueba de Tukey para longitud de hoja promedio de 10 plantas (cm).</i>	101
Tabla 53 <i>Ancho de la hoja promedio de 10 plantas / tratamiento (cm).</i>	102
Tabla 54 <i>ANOVA para ancho de la hoja promedio de 10 plantas (cm).</i>	103
Tabla 55 <i>Prueba de Tukey para ancho de hoja promedio de 10 plantas (cm).</i>	104
Tabla 56 <i>Longitud del peciolo promedio de 10 plantas / tratamiento (cm).</i>	105
Tabla 57 <i>ANOVA para longitud del peciolo promedio de 10 plantas (cm).</i>	106
Tabla 58 <i>Prueba de Tukey para longitud del peciolo promedio de 10 plantas (cm).</i> ..	106
Tabla 59 <i>Características del tallo.</i>	108
Tabla 60 <i>Presencia de ramificación y ubicación de ramas primarias.</i>	111
Tabla 61 <i>Características de las hojas.</i>	112
Tabla 62 <i>Características de la inflorescencia.</i>	114
Tabla 63 <i>Características del grano.</i>	117
Tabla 64 <i>Evaluación fenológica de T°, H.R. y P.P.A. en el cultivo de quinua.</i>	120

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Mapa de ubicación del campo experimental.</i>	48
Figura 2 <i>Acceso al campo experimental.</i>	49
Figura 3 <i>Area de la parcela neta.</i>	56
Figura 4 <i>Rendimiento de grano promedio de 10 plantas (g).</i>	70
Figura 5 <i>Rendimiento de grano t/ha.</i>	73
Figura 6 <i>Peso de 1000 granos promedio de 10 plantas (g).</i>	76
Figura 7 <i>Peso de jipi por parcela (t/ha).</i>	78
Figura 8 <i>Peso de jipi promedio de 10 plantas (g).</i>	80
Figura 9 <i>Peso kiri en t/ha.</i>	83
Figura 10 <i>Peso de kiri promedio de 10 plantas (g).</i>	86
Figura 11 <i>Diámetro de grano promedio de 10 plantas en (mm).</i>	89
Figura 12 <i>Espesor de grano promedio de 10 plantas (mm).</i>	91
Figura 13 <i>Altura de la planta promedio de 10 plantas (m).</i>	93
Figura 14 <i>Diámetro de tallo promedio de 10 plantas (cm).</i>	96
Figura 15 <i>Longitud de panoja promedio de 10 plantas (cm).</i>	98
Figura 16 <i>Diámetro de la panoja promedio de 10 plantas (cm).</i>	99
Figura 17 <i>Longitud de la hoja promedio de 10 plantas (cm).</i>	102
Figura 18 <i>Ancho de la hoja promedio de 10 plantas (cm).</i>	105
Figura 19 <i>Longitud del peciolo promedio de 10 plantas (cm).</i>	107
Figura 20 <i>Formas de tallo.</i>	109
Figura 21 <i>Presencia de axilas pigmentadas.</i>	110

Figura 22 <i>Color de estrías presentes en los tallos.</i>	111
Figura 23 <i>Color de la panoja en la fase floración.</i>	115
Figura 24 <i>Color de la panoja en la madurez fisiológica.</i>	116
Figura 25 <i>Color de perigonio del grano de quinua.</i>	118
Figura 26 <i>Color de pericarpio del grano.</i>	119
Figura 27 <i>Promedio de Ppa en mm, T° Max, T° Min y H.R.</i>	123

LISTA DE ACRÓNIMOS

- **INIA:** Instituto Nacional de Innovación Agraria
- **MIDAGRI:** Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
- **FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
(*Food and Agriculture Organization*)
- **M.S.N.M:** Metros sobre el nivel del mar
- **DBCA:** Diseño de Bloques Completo al Azar
- **ANOVA** = Análisis de Varianza
- **CICA:** Centro de Investigación en Cultivos Andinos
- **CIRF:** Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos
- **IBPGR:** International Board for Plant Genetic Resources
- **INIEA:** Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria
- **IDMA:** Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente
- **T°:** Temperatura
- **H.R:** Humedad relativa
- **P.P:** Precipitación pluvial
- **P.P.A:** Precipitación pluvial acumulada
- **SENAMHI:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, titulado “Rendimiento de grano, caracterización botánica y comportamiento fenológico de diez líneas de quinua bajo selección y una variedad local (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Mellototora, Santo Tomás - Chumbivilcas - Cusco”, se ejecutó durante la campaña agrícola 2024–2025 a 3 535 m s. n. m. Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 11 tratamientos y cuatro repeticiones.

Los resultados mostraron que las líneas L-427-14-8 (4.39 t/ha), L-416-14-5 (3.92 t/ha), L-420-14-8 (3.76 t/ha), L-251 (3.73 t/ha) y L-417-14-7 (3.31 t/ha) obtuvieron los mayores rendimientos de grano, superando a la variedad Salcedo INIA. Asimismo, L-427-14-8 registró el mayor peso de mil granos (4.15 g), L-251 destacó por el mayor peso de jipi por parcela (1.75 t/ha) y L-248 por el mayor peso de kiri por parcela (1.72 t/ha)..

En la caracterización botánica, L-220-14 registró la mayor altura de planta (1.77 m), L-248 el mayor diámetro de tallo (1.86 cm), L-252 la mayor longitud de panoja (54.33 cm) y L-251 el mayor diámetro de panoja (9.83 cm). Además, predominó el tallo cilíndrico, las hojas romboidales con bordes dentados, las panojas amarantiformes y los granos cilíndricos.

La evaluación fenológica evidenció ciclos vegetativos entre 152 y 177 días; la variedad Salcedo INIA fue la más precoz, alcanzando la madurez fisiológica a los 152 días con una precipitación acumulada de 563.8 mm, mientras que las líneas L-220-14, L-248, L-249-2, L-251 y L-252 presentaron un ciclo más tardío con una precipitación acumulada promedio de 493.88 mm.

PALABRAS CLAVE: Líneas genéticas, Variedades locales. Rendimiento de grano
Fenología, Caracterización morfológica.

ABSTRACT

The present research, entitled “Grain Yield, Botanical Characterization and Phenological Performance of Ten Quinoa Lines under Selection and One Local Variety (*Chenopodium quinoa* Willd.) in Mellototora, Santo Tomás - Chumbivilcas - Cusco”, was conducted during the 2024–2025 agricultural season at an altitude of 3,535 m above sea level. A Randomized Complete Block Design (RCBD) was used, consisting of 11 treatments and four replications.

The results showed that lines L-427-14-8 (4.39 t/ha), L-416-14-5 (3.92 t/ha), L-420-14-8 (3.76 t/ha), L-251 (3.73 t/ha), and L-417-14-7 (3.31 t/ha) achieved the highest grain yields, outperforming the Salcedo INIA variety. Likewise, L-427-14-8 recorded the highest thousand-grain weight (4.15 g), L-251 showed the highest jipi weight per plot (1.75 t/ha), and L-248 recorded the highest kiri weight per plot (1.72 t/ha).

Regarding botanical characterization, L-220-14 reached the greatest plant height (1.77 m), L-248 recorded the largest stem diameter (1.86 cm), L-252 exhibited the greatest panicle length (54.33 cm), and L-251 presented the largest panicle diameter (9.83 cm). Cylindrical stems, rhomboid leaves with serrated margins, amaranth-type panicles, and cylindrical grains predominated

Phenological evaluation revealed vegetative cycles ranging from 152 to 177 days. The Salcedo INIA variety was the earliest, reaching physiological maturity at 152 days with accumulated rainfall of 563.8 mm, whereas lines L-220-14, L-248, L-249-2, L-251, and L-252 exhibited a later cycle with an average accumulated rainfall of 493.88 mm.

KEYWORDS: Genetic lines, Local varieties, Grain yield, Phenology Morphological characterization.

INTRODUCCIÓN

Bazile *et al.* (2021) señalan que la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo ancestral originario de los Andes del altiplano de Bolivia y Perú, desarrollado a altitudes comprendidas hasta los 4 200 m. s. n. m. Este cultivo es ampliamente reconocido por su alto valor nutritivo y por su potencial para contribuir a la seguridad alimentaria global futura (Afzal *et al.*, 2022). Asimismo, la quinua se caracteriza por su notable adaptación y crecimiento en diversas condiciones agroecológicas. En los últimos años, la creciente demanda a nivel mundial ha impulsado la necesidad de su mejoramiento genético y la selección de nuevas variedades que permitan obtener mayores rendimientos y mejores características agronómicas (Afzal *et al.*, 2023).

A pesar de su importancia, la producción de quinua enfrenta desafíos significativos, como la variabilidad en el rendimiento de grano, la adaptación a condiciones climáticas cambiantes y la presencia de variedades tradicionales de bajo rendimiento. Estos factores han limitado la expansión del cultivo en el distrito de Santo Tomás, provincia de Chumbivilcas, y han reducido su rentabilidad. En este contexto, resulta fundamental impulsar procesos de mejoramiento genético y la selección de nuevas líneas de quinua que presenten mayor adaptación, mejores rendimientos y una calidad de grano superior, con el fin de fortalecer la sostenibilidad y competitividad del cultivo en la zona.

El presente estudio se enmarca en los esfuerzos realizados por los investigadores del Programa de Investigación en Quinua del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA) de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de

San Antonio Abad del Cusco, el cual cuenta con más de 500 líneas en proceso de selección dentro del programa de mejoramiento genético. En ese sentido, el objetivo de esta investigación es aportar al proceso de evaluación y selección de las líneas de quinua bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Santo Tomás. Los resultados obtenidos serán de gran utilidad para la identificación de líneas superiores, con miras a la obtención futura de nuevas variedades genéticamente mejoradas, en beneficio tanto de los productores como de los consumidores. Por lo tanto, se plantea el presente estudio titulado: RENDIMIENTO DE GRANO, CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA Y COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE DIEZ LÍNEAS DE QUINUA BAJO SELECCIÓN Y UNA VARIEDAD LOCAL (*Chenopodium quinoa* Willdenow) EN MELLOTOTORA, SANTO TOMÁS - CHUMBIVILCAS - CUSCO.

I. PROBLEMA Y OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

El cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha experimentado un aumento significativo en su demanda a nivel mundial en los últimos años, debido a sus beneficios nutricionales y su capacidad para adaptarse a condiciones desfavorables (Bazile *et al.*, 2021). A pesar de su expansión mundial, persiste una brecha entre la creciente demanda y la capacidad productiva, atribuida a la limitada disponibilidad de variedades adaptadas, la escasez de estudios fenológicos y de rendimiento, así como al uso de tecnologías de cultivo aún insuficientes (FAO, 2011).

En el Perú, la quinua representa uno de los principales cultivos andinos, que contribuye al fortalecimiento de la agricultura familiar y al acceso a mercados internacionales (MIDAGRI, 2023). No obstante, enfrenta limitaciones productivas asociadas a la variabilidad climática, restricciones tecnológicas y a la incidencia de plagas y enfermedades, factores que reducen sus rendimientos. Esta situación, sumada a la escasa disponibilidad de variedades adaptadas a nuevas condiciones agroclimáticas, compromete la sostenibilidad del cultivo y limita su capacidad para responder a la demanda nacional e internacional (Estrada *et al.*, 2022).

A nivel regional, la producción de quinua se encuentra condicionada por diversos factores técnicos, productivos y socioeconómicos que limitan su rendimiento y sostenibilidad (Gallegos *et al.*, 2025). Asimismo, estudios de evaluación agronómica evidencian que la variabilidad altitudinal, las condiciones climáticas, las características del suelo y la época de siembra influyen significativamente en el rendimiento de grano y

en el ciclo fenológico de las variedades de quinua, generando diferencias en su comportamiento productivo (Román, 2014).

Actualmente, en la comunidad Mellototora, Colca, Huayllapata y Maucosa del distrito de Santo Tomás, provincia de Chumbivilcas, predomina el cultivo de papa y otras especies, mientras que la quinua se cultiva en áreas reducidas debido a los bajos rendimientos de grano obtenidos. Esta situación persiste a pesar de que instituciones nacionales han promovido tecnologías orientadas a la producción y certificación de semillas de quinua en la provincia de Chumbivilcas, específicamente en el distrito de Colquemarca (INIA, 2022). Pese a ello, el agricultor chumbivilcano prefiere cultivar otras especies en lugar de la quinua. A raíz de ello, surge la necesidad de identificar y adaptar nuevos genotipos que presenten características agronómicas y fenológicas favorables, así como mayores rendimientos, con el fin de motivar su adopción por parte de los productores.

El Programa de Investigación en Quinua del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, cuenta con más de 500 líneas de quinua en proceso de selección. De estas líneas, no hay estudios en cuanto al rendimiento de grano, descripción botánica y comportamiento fenológico en condiciones del anexo de Mellototora del distrito de Santo Tomás, provincia de Chumbivilcas. Además, por las condiciones climáticas y edáficas particulares de esta región, sumadas al efecto del impacto climático que viene alterando a los cultivos de la región, hacen oportuno realizar trabajos de investigación que contribuyan a los procesos de evaluación y selección de líneas superiores, sirviendo de base para futuros programas de mejoramiento genético.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el rendimiento de grano, las características botánicas y el comportamiento fenológico de 10 líneas de quinua en proceso de selección y una variedad local (*Chenopodium quinoa* Willdenow) en condiciones de Mellotora, Santo Tomás - Chumbivilcas - Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál será el rendimiento de grano de 10 líneas de quinua en proceso de selección y una variedad local en condiciones del anexo de Mellotora del distrito de Santo Tomás?

¿Como serán las características botánicas de tallo, hoja, flor y fruto de 10 líneas de quinua y una variedad local cultivadas en el anexo de Mellotora del distrito de Santo Tomás?

¿Cuál será el comportamiento fenológico de 10 líneas de quinua y una variedad local bajo condiciones del anexo de Mellotora del distrito de Santo Tomás?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo general

Comparar el rendimiento de grano, las características botánicas y el comportamiento fenológico de 10 líneas de quinua en proceso de selección y una variedad local (*Chenopodium quinoa* Willdenow) en condiciones de Mellototora, Santo Tomás - Chumbivilcas - Cusco.

2.2. Objetivos específicos

- Comparar el rendimiento de grano de 10 líneas de quinua en proceso de selección y una variedad local en condiciones del anexo de Mellototora del distrito de Santo Tomás.
- Evaluar las características botánicas de tallo, hoja, panoja, flor y fruto de 10 líneas de quinua y una variedad local en condiciones del anexo de Mellototora del distrito de Santo Tomás.
- Determinar el comportamiento fenológico de 10 líneas de quinua y una variedad local en condiciones del anexo de Mellototora del distrito de Santo Tomás.

2.3. Justificación

El mejoramiento genético es un método más eficiente para incrementar la productividad de las especies alimenticias andinas, entre ellas la quinua. La investigación científica representa uno de los objetivos más importantes de las universidades peruanas. En ese sentido, el Programa de Investigación en Quinua del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, dentro de su línea de

investigación en mejoramiento genético de la quinua, viene efectuando trabajos de mejoramiento genético aplicando las múltiples metodologías como la selección individual, con el objetivo de liberar variedades mejoradas que puedan satisfacer la creciente demanda del grano de quinua en los últimos años.

Actualmente, el Programa de Investigación en Quinua, dentro de su línea de mejoramiento genético, tiene más de 500 líneas en proceso de selección, las cuales deben ser evaluadas en diferentes años y localidades, principalmente en cuanto al rendimiento de grano, para avanzar en el proceso de selección, como la presente investigación que se realizó en la comunidad campesina de Mellotora, Colca, Huayllapata y Maucosa del distrito de Santo Tomás, provincia de Chumbivilcas - Cusco, a una altitud de 3 535 m. s. n. m.

La determinación de las características botánicas de las líneas de quinua y el testigo, constituido por una variedad mejorada, es fundamental, dado que estas características son específicas de cada genotipo y se encuentran influenciadas por el ambiente. Por esta razón, la información generada a través del descriptor de quinua de la FAO, desarrollado a través del CIRF/IBPGR, fue de gran utilidad para la caracterización de cada línea en el proceso de selección.

La información recopilada del presente trabajo de investigación se utilizará para continuar el proceso de selección para futuras investigaciones en busca de variedades genéticamente superiores.

III. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Hipótesis general

El rendimiento de grano, las características botánicas y el comportamiento fenológico de 10 líneas de quinua en proceso de selección y una variedad local serán similares en condiciones de Mellototoa, Santo Tomás - Chumbivilcas - Cusco.

3.2. Hipótesis específica

HE1 NULA: No existen diferencias significativas en el rendimiento de grano entre 10 líneas de quinua en proceso de selección y la variedad local, en condiciones del anexo de Mellototora, distrito de Santo Tomás.

HE1 ALTERNA: Existen diferencias significativas en el rendimiento de grano entre 10 líneas de quinua en proceso de selección y la variedad local, en condiciones del anexo de Mellototora, distrito de Santo Tomás.

HE2 NULA: No existen diferencias significativas en las características botánicas de tallo, hoja, panoja, flor y fruto entre 10 líneas de quinua y la variedad local.

HE2 ALTERNA: Existen diferencias significativas en las características botánicas de tallo, hoja, panoja, flor y fruto entre 10 líneas de quinua y la variedad local.

HE3 NULA: No existen diferencias significativas en el comportamiento fenológico entre 10 líneas de quinua en proceso de selección y la variedad local.

HE3 ALTERNA: Existen diferencias significativas en el comportamiento fenológico entre 10 líneas de quinua en proceso de selección y la variedad local.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

4.1.1. Antecedentes internacionales

Bazile *et al.* (2016) evaluaron la adaptabilidad de 21 genotipos de quinua en nueve países fuera de la región andina (Argelia, Egipto, Irán, Irak, Kirguistán, Líbano, Mauritania, Tayikistán y Yemen) durante las campañas agrícolas de 2013/2014 y 2014/2015, bajo un diseño de bloques completos al azar. Los resultados mostraron diferencias significativas entre sitios y genotipos, con un rendimiento promedio global de 1,07 t/ha. Los genotipos Q18 y Q12 presentaron mejor adaptación a los nuevos ambientes, mientras que las variedades locales Q21 y Q26 mantuvieron rendimientos estables superiores a 1 t/ha. Las variaciones en el rendimiento estuvieron asociadas a la calidad de semilla, manejo del suelo y condiciones climáticas. El estudio confirma el alto potencial de adaptación de la quinua fuera de su área de origen y destaca la necesidad de considerar aspectos socioculturales en su introducción a nuevos sistemas agrícolas.

De Bock *et al.* (2021) en su trabajo de investigación analizaron el rendimiento agronómico de 13 variedades de quinua en el noroeste de Europa durante las temporadas 2017–2019 mediante un diseño de bloques completamente aleatorizados. Los rendimientos variaron de 0,47 a 3,42 t/ha, evidenciando diferencias significativas entre variedades y años de cultivo. Titicaca, Bastille, Vikinga y Dutchess fueron las más productivas y mostraron buena adaptación a las condiciones locales. Aunque la mayoría de variedades alcanzaron rendimientos competitivos y adecuado valor nutritivo, ninguna combinó simultáneamente un rendimiento y calidad óptimos, destacándose la necesidad de mejorar genéticamente el cultivo para estas condiciones agroclimáticas.

Ren *et al.* (2024) evaluaron la adaptación y el rendimiento de 300 accesiones de quinua en ambientes de baja altitud mediante un diseño de bloques completos al azar y la evaluación de 17 variables fenotípicas. La prueba de Tukey evidenció diferencias significativas entre los genotipos. Un total de 107 accesiones completaron la floración y registraron rendimientos entre 538 y 5132 kg/ha, organizados en cuatro grupos, destacando JQ-00084 con más de 3000 kg/ha. La amplia variabilidad fenológica y agronómica observada resalta el valor de conservar y utilizar la diversidad genética de la quinua, aportando bases para futuros programas de mejoramiento orientados a fortalecer su adaptación y productividad en tierras bajas.

4.1.2. Antecedentes nacionales

Serna *et al.* (2020) evaluaron 41 variedades de quinua en invernadero con el objetivo de identificar genes tolerantes a la sequía. Para ello, aplicaron sequía total durante dos semanas a tres macetas por variedad, mientras otras tres se mantuvieron como control. De las 41 variedades, 18 fueron tolerantes y 23 susceptibles. La variedad Red Head resultó la más susceptible, mientras que Salcedo INIA y Kankolla 2 fueron las más tolerantes. Estas tres variedades comparten 26 genes relacionados con tolerancia a la sequía y solo cinco genes modificaron su expresión bajo estrés hídrico: AUR62037809, AUR62000271, AUR62037807, AUR62042825 y AUR62009791. El estudio evidenció que la quinua presenta distintos niveles de tolerancia y que los genes identificados pueden incorporarse en programas de mejoramiento genético.

Tejada (2020) desarrolló la variedad INIA 437 Roja del Norte a partir de actividades de introducción, análisis de germoplasma y mejoramiento genético, evaluadas en parcelas de agricultores en diversas provincias de Cajamarca. Mediante

análisis de varianza y la prueba de Duncan, se determinó que esta nueva variedad presenta mayor tolerancia al mildiu, rendimiento superior respecto a la variedad testigo Blanca de Junín y buena aceptación por su adaptabilidad y calidad de grano. En síntesis, la variedad INIA 437 Roja del Norte representa un aporte significativo para mejorar la productividad, rentabilidad y sostenibilidad del cultivo de quinua en la sierra norte del Perú.

4.1.3. Antecedentes regionales

Huillca (2019) evaluó el rendimiento de grano, las características botánicas, el comportamiento fenológico y el contenido de saponinas de 11 líneas promisorias de quinua frente a la variedad testigo CICA 17 durante la campaña agrícola 2016–2017 en condiciones del Centro Agronómico K'ayra - Cusco, empleando un diseño de bloques completos al azar con 12 tratamientos y cuatro repeticiones. La línea L-20-2012 alcanzó el mayor rendimiento con 3,10 t/ha, mientras que L-18-2012 registró el más bajo con 1,83 t/ha. Todas las líneas presentaron crecimiento herbáceo, hábito erecto y tallo principal definido. En la fenología, la línea L-22-2012 mostró el ciclo vegetativo más largo de 160 días y L-12-2012 el más corto de 150 días. Este estudio evidenció el potencial de las líneas evaluadas para el desarrollo de nuevas variedades mejoradas.

Davalos (2022) analizó 14 líneas y una variedad de quinua en el Centro Agronómico K'ayra durante la campaña agrícola de 2018–2019 bajo un diseño de bloques completos al azar con 15 tratamientos y cuatro repeticiones. Las líneas L-203-14 y L-225-14 lograron los rendimientos más altos con 6,99 t/ha y 6,89 t/ha, respectivamente. La línea L-273-14 registró el mayor peso de grano por planta con 57,83 g, mientras que L-241-14 destacó por el mayor peso de mil granos. No se encontraron

diferencias significativas en el peso de brotes. Varias líneas mostraron superioridad en atributos agrobotánicos, evidenciando buen potencial productivo.

Huamanguillas (2023) evaluó 12 líneas y una variedad testigo CICA-17 de quinua en el Centro Agronómico K'ayra durante la campaña agrícola de 2018–2019, utilizando un diseño DBCA con cuatro repeticiones. La línea L-363-14 obtuvo el rendimiento más alto con 3,49 t/ha, superando el promedio general con 2,33 t/ha. No se registraron diferencias significativas en peso de mil granos ni en caracteres agrobotánicos como altura de planta y diámetro de tallo. Debido a su rendimiento destacado, la línea L-363-14 fue considerada prometedora para continuar con el proceso de mejoramiento genético.

Villaca (2024) realizó un estudio en la campaña 2021–2022 en el Centro Agronómico K'ayra bajo diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 15 tratamientos y tres repeticiones. Las líneas L-275-14 con 8,25 t/ha, L-273-14 con 7,92 t/ha, L-279-14 con 6,54 t/ha y L-286-14 con 6,31 t/ha superaron estadísticamente al testigo CICA 127. En las características agronómicas, la línea L-273-14 fue la más destacada, mientras que otras variables morfológicas no mostraron diferencias significativas. Botánicamente, todas las líneas presentaron hábito de crecimiento arbustivo y características morfológicas similares, como hojas triangulares, panojas compactas y amarantiformes y granos de color amarillo con forma cilíndrica.

Yapura (2025) evaluó 15 líneas promisorias y una variedad mejorada CICA 18 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo las condiciones del Centro Agronómico K'ayra, empleando un diseño de bloques aleatorizados (DBCA) con cuatro repeticiones. Se compararon variables agronómicas, botánicas, fenología y el contenido de saponina.

Mostrando resultados donde varias líneas como L-256-1-14 y L-276-2-14 superaron significativamente en rendimiento al testigo (CICA 18), alcanzando hasta 4.677 t/ha. Además, identificaron diferencias morfofonológicas entre líneas, y se destacó la línea L-239-1-14 por su bajo contenido reducido de saponina (7 ml), lo que las posiciona como alternativas viables para el mejoramiento genético y la producción sostenible de quinua.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Origen y distribución de la quinua

Según Mujica (1996), citado por León *et al.* (2015), la quinua (*Chenopodium quinua* Willd.) tuvo su centro de origen y domesticación en la cuenca del lago Titicaca y valles interandinos de los Andes de Sudamérica. Se estima que su domesticación se inició hace aproximadamente 6 mil años a. C., a partir de especies silvestres, gracias a las prácticas agrícolas desarrolladas por las culturas preincaicas Tiahuanaco y Lupaca, ubicadas en el actual territorio del altiplano peruano.

Bazile y Baudron (2014) mencionan que la quinua es una planta originaria de la región andina, donde ha sido cultivada durante más de 5000 años. Se considera que su domesticación se inició en la zona comprendida entre Perú y Bolivia, particularmente en los alrededores del lago Titicaca, área reconocida por su amplia biodiversidad y por constituir uno de los principales centros de origen de diversos cultivos de importancia alimentaria.

La evidencia arqueológica demuestra que antiguas civilizaciones andinas, como los Tiahuanaco y los Incas, cultivaban y consumían quinua, debido a su capacidad de adaptarse a condiciones climáticas extremas y a su elevado valor nutricional (Repo *et al.*, 2003).

4.3. Importancia

Puma (1996) citado por Villaca (2024) menciona que, según los expertos, este cultivo representa una contribución de nuestra cultura a nivel global debido a su diversidad y utilidad en países con ecosistemas frágiles. Además, sus beneficios nutricionales satisfacen las necesidades de seguridad alimentaria del productor y generan ingresos económicos al vender sus excedentes de producción.

También, Mañuico (2024) señala que la quinua, originaria de los Andes de Sudamérica. En las últimas décadas, este cultivo ha adquirido reconocimiento a nivel mundial debido a su extraordinario valor nutricional y a su capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales.

4.4. Taxonomía

4.4.1. Posición taxonómica

La posición taxonómica de la quinua es la siguiente: propuesto según Just y otros, citada por (Céspedes, 2009).

REINO : *Plantae*
DIVISIÓN : *Magnoliophyta*
CLASE : *Magnoliopsida*
ORDEN : *Caryophyllales*
FAMILIA : *Amaranthaceae*
SUB FAMILIA : *Chenopodioideae*
GENERO : *Chenopodium*
ESPECIE : *Chenopodium quinoa* Willdenow
NOMBRE COMÚN : Quinua

4.4.2. Nombre común

FAO *et al.* (2013) indican que la quinua recibe distintas denominaciones según el idioma, la región geográfica o el país donde se cultiva. Esta diversidad de nombres refleja su amplia distribución y el valor cultural que posee en diferentes pueblos; los más frecuentes son los siguientes:

- Quechua: Kiuna, quinua y parca.
- Aymara: Supha, jopa, jupha, jauira, jiura, aara, ccallapi y vocali.
- Azteca: Huatzontle.
- Chibcha: Suba, supha y pasca.
- Mapuche: Quinua.
- Español: Quinua, quínoa, quingua, quiuna, kinoa, triguillo, trigo inca, arrocillo, arroz del Perú, Dahuie, juba, ubaque, ubate, juira y suba.
- India: Bathu.
- Portugués: Arroz miúdo do Perú, espinafre do Perú y quinoa.
- Inglés: Quinoa, quinua, kinoa, sweet quinoa, Peruvian rice, Inca rice y petty rice.
- Francés: Ansérine quinoa, riz de Pérou, petit riz de Pérou y quinoa.
- Italiano: Quinua y chinua.
- Alemán: Reisspinat, Peruanischer reisspinat, reismelde, Reis-gerwacks y Inkaweizen.

4.5. Descripción morfológica

a) Planta

Apaza *et al.* (2013) sostienen que la planta de quinua se caracteriza por presentar un crecimiento erecto; asimismo, puede alcanzar alturas que oscilan entre 0.60 y 3.00 m, dependiendo del tipo de quinua, el genotipo, la fertilidad del suelo y las condiciones ambientales donde se desarrolla.

b) Raíz

El sistema radicular de la quinua se caracteriza por ser pivotante y profundo; en consecuencia, permite a la planta absorber agua y nutrientes incluso en suelos secos y de baja fertilidad. Esta particularidad constituye un factor fundamental para su adaptación y supervivencia en ambientes áridos, además de favorecer su desarrollo en suelos con elevados niveles de salinidad (Ruiz *et al.*, 2014). Asimismo, las raíces desempeñan una función importante en la estabilidad de la planta, ya que le proporcionan mayor resistencia frente a vientos fuertes y otras condiciones ambientales adversas (Mañuico, 2024).

c) Tallo

Según Tapia *et al.* (1979), el tallo presenta una morfología cilíndrica en la base, y adquiere una morfología angular a medida que se eleva, debido a la disposición alterna de las hojas a lo largo de sus cuatro lados. Entre cada rama forma una hendidura poca profunda que se extiende por toda la superficie del tallo. Durante el crecimiento, las yemas axilares emergen progresivamente de las hojas, dando origen a nuevas ramificaciones. En las plantas jóvenes, la textura del tallo es lisa y tierna; sin embargo, con el desarrollo torna más gruesa, hueca y de tonalidad crema, caracterizando por la

ausencia de fibras. A pesar de su fragilidad al tacto, la corteza es compacta y resistente, compuesta por tejidos fuertes que brindan soporte a la planta.

Asimismo, Apaza *et al.* (2013) señalan que el tallo de la quinua presenta una forma cilíndrica en la base o cuello de la planta y adquiere una estructura angulosa a partir de las ramificaciones. Del mismo modo, su coloración es variable, pudiendo oscilar desde tonalidades verdes hasta rojas; además, en muchos casos presenta estrías y axilas pigmentadas de color verde, rojo o púrpura.

d) Hojas

Gómez y Aguilar (2016) indican que la lámina y el peciolo de las hojas de la quinua son dos partes separadas. Los peciolos de las hojas varían en longitud según su origen; los peciolos que se provienen de las ramas son más cortos que los que provienen directamente del tallo.

e) Inflorescencia

Tapia *et al.* (1979) y León (2003) coinciden cuando indican que la inflorescencia de la quinua es racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se considera como una panoja. En ocasiones, es fácilmente distinguible del resto de la planta debido a que es terminal y sin ramificaciones; en otras ocasiones, las ramificaciones del eje principal le dan una forma cónica peculiar.

f) Flores

Según Tapia *et al.* (1979), las flores de la quinua al igual que las de otras especies pertenecientes a la familia *Chenopodiáceae*, se caracterizan por ser incompletas, ya que carecen de pétalos. La composición floral varía según la proporción de flores

hermafroditas y pistiladas presentes en los glomérulos. Por lo general, ambas tipologías se encuentran en proporciones semejantes; sin embargo, en algunos casos se observan predominancias marcadas de flores hermafroditas, pistiladas o machos estériles.

Triana (2018) describe que las flores hermafroditas de la quinua presentan un diámetro comprendido entre 3 a 5 mm, siendo de mayor tamaño en comparación con flores pistiladas. Estas se caracterizan por poseer cinco tépalos, cinco estambres y un ovario súpero, el cual posee dos o tres ramas estigmáticas. Por su parte, las flores pistiladas, ubicadas en la periferia e inmediatamente por debajo de las hermafroditas, tiene un diámetro que varía de 2 a 3 mm y están conformadas por cinco tépalos, un ovario súpero y de dos a tres estigmas ramificados.

g) Fruto

De acuerdo con Gómez y Aguilar (2016), el fruto de la quinua corresponde a un aquenio de morfología variable, que puede adoptar formas lenticulares, elipsoidales, cónicas o esferoidales. Este se encuentra cubierto por el perigonio de tipo sepaloide o por las vainas florales que lo envuelven, las cuales tienden a desprenderse con facilidad cuando el grano alcanza la madurez fisiológica. No obstante, en ciertos casos, dichas estructuras pueden permanecer adheridas incluso después del proceso de trilla, lo que puede generar dificultades durante la recolección y el procesamiento industrial. En cuanto a su composición, el fruto está constituido por la semilla y el pericarpio; este último se encuentra unido a la cubierta seminal con distintos grados de adherencia y presenta pequeñas cavidades en su superficie donde se acumulan las saponinas, responsables del sabor amargo característico del grano. El tamaño del grano suele medir entre 1,5 y 3 mm de diámetro.

h) Semilla

Tapia *et al.* (1979), explican que el fruto se encuentra firmemente adherido a la semilla a través del pericarpio y de los alvéolos presentes en su superficie. En algunas comunidades altoandinas, se acostumbra triturar el pericarpio y posteriormente frotarlo en un mortero con el propósito de eliminar o distinguir las saponinas que permanecen adheridas al grano. En cuanto al tamaño, las semillas se clasifican cuando alcanzan entre 2.2 y 2.6 mm de diámetro; medianas cuando miden 1.8 a 2.1 mm, y pequeñas cuando presentan un tamaño inferior a 1.8 mm, se detalla en la tabla 1.

Tabla 1

Las semillas de algunas variedades de quinua.

Variedades	Color grano	Forma	Tamaño (mm)
Sajama	Blanco	Cónica	2.0 – 2.5
Real	Blanco	Cónica	2.2 – 2.8
Kcancolla	Blanco	Cónica	1.2 – 1.9
Blanca de July	Blanco	Cónica	1.2 – 1.6
Koitu	Marron ceniciento	Esferoidal	1.8 – 2.0
Misa Jupa	Blanco – rojo	Cónica	1.4 – 1.8
Amarilla Marangani	Amarillo anaranjado	Cónica	2.0 – 2.8
Tunkahuan	Blanco	Redondo	1.7 – 2.1
Ingapirca	Blanco opaco	Esférico	1.7 -1.9
Imbaya	Blanco opaco	Esférico	1.8 – 2.0
Cochasqui	Blanco opaco	Esférico	1.8 – 1.9
Witulla	Morado	Lenticular	1.7 – 1.9
Negra de Oruro	Negro	Redonda	2.1 – 2.8
Katamari	Plomo	Esferoidal	1.8 – 2.0
Roja Coporaque	Purpura	Cónica	1.9 – 2.1
Toledo	Blanco	Cónica	2.2 – 2.8
Pandela	Blanco	Cónica	2.2 – 2.8
Chullpi	Cristalino	Esférica	1.2 – 1.8

FUENTE: Mujica (1996).

4.6. Fenología de la quinua

La quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciables, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta (Montes *et al.*, 2018).

Según Martínez *et al.* (2024) la fenología de las plantas se refiere al estudio de las etapas periódicas de su ciclo de vida, como la brotación, la floración o la madurez. Estas etapas están directamente influenciadas por las variables climáticas y meteorológicas, principalmente la temperatura, la radiación solar, la precipitación y la duración del fotoperíodo, que actúan como estímulos o inhibidores del avance de las fases fenológicas. En este enfoque, la fenología no solo se observa como un registro temporal de eventos, sino también como una respuesta biológica a los cambios en las condiciones ambientales.

Mujica (1994) citado por Huilca (2019) indica que el cultivo de quinua tiene un periodo vegetativo de 5 a 8 meses, dependiendo de las variedades y lugares de siembra. Por ello, INIEA (2006) determina que el cultivo de quinua pasa por 13 fases fenológicas bien definidas e identificadas. Se han identificado y nombrado las siguientes fases:

a) Emergencia

Durante esta etapa inicial del desarrollo, los cotiledones aun unidos entre si emergen del suelo adoptando una forma similar a la cabeza de un fósforo, lo que dificulta su observación a simple vista, salvo cuando se examinan a nivel del suelo. En este punto, las plántulas presentan una alta vulnerabilidad al ataque de aves debido a la succulencia de los tejidos y a la exposición parcial de la semilla por encima del tallo. Por lo común,

este evento fisiológico ocurre alrededor de los cinco a seis días después de la siembra (INIEA, 2006).

b) Hojas cotiledonales

En esta fase, de las plántulas hay dos hojas lanceoladas estrechas que emergen después de que los cotiledones se han separado. Pueden verse claramente las plántulas alineadas en el surco. A veces, es posible diferenciar qué color va a tener la planta más adelante, sobre todo cuando las hojas manifestaban tonos rojizos o morados. La planta, en este periodo, es vulnerable a los daños ocasionados por aves debido a la naturaleza carnosa de sus hojas. Este cambio sucede generalmente entre 7 y 10 días posteriores a la siembra (INIEA, 2006).

c) Dos hojas verdaderas

En esta fase del crecimiento, además de los dos cotiledones iniciales, emergen las primeras hojas verdaderas, las cuales presentan una forma romboidal y una estructura alargada, con venas claramente visibles. Estas hojas se desarrollan en brotes foliares acompañadas del siguiente par en formación. Esta etapa se manifiesta entre los 15 a 20 días posteriores a la siembra y se caracterizan por un incremento acelerado en el desarrollo del sistema radicular (INIEA, 2006).

d) Cuatro hojas verdaderas

En este estadio, la planta tiene dos pares de hojas verdaderas completamente desplegadas y hojas de cotiledón verdes aún visibles. En el ápice de la plántula se observa la formación de nuevos brotes en estado de botón foliar, así como el inicio del desarrollo de yemas en las axilas del primer par de hojas. Este proceso se presenta entre

los 25 y 30 días posteriores a la siembra. Durante este periodo, la plántula incrementa su tolerancia tanto a la sequía como a las bajas temperaturas, debido al crecimiento vigoroso del sistema radicular y la manifestación de movimientos násticos nocturnos en respuesta al frío. Sin embargo, por la presencia de hojas jóvenes y tiernas, el cultivo se vuelve susceptible al ataque de insectos defoliadores como *Pitrix* y *Diabrotica*, especialmente en épocas de escasez de lluvias (INIEA, 2006).

e) Seis hojas verdaderas

En esta etapa fenológica, la planta presenta tres pares de hojas verdaderas completamente formadas, mientras que las hojas cotiledonales comienzan a mostrar signos de amarillamiento y ligera pérdida de turgencia. A partir de la formación de los botones foliares, se hace visible la emisión de hojas axilares, que se extienden desde la base de la plántula hacia la parte superior. Este estadio tiene lugar entre los 35 y 45 días después de la siembra. Durante este período, las hojas más viejas cumplen un papel esencial al resguardar protegen el ápice vegetativo, sobre todo frente a condiciones adversas como el frío, la sequía o las bajas temperaturas nocturnas (INIEA, 2006).

f) Ramificación

En este punto del desarrollo, se presenta aproximadamente entre los 45 y 50 días posteriores de la siembra, se evidencia que la planta de quinua ha completado el desarrollo de sus ocho hojas verdaderas, mientras que las hojas axilares pueden extenderse hasta la tercera fila del tallo. Las hojas cotiledonales se caen, dejando marcas notorias sobre el tallo. La inflorescencia, por su parte continúa cubierta por las hojas superiores, sin que aún se observe la panoja. Durante este periodo, la planta adquiere una mayor tolerancia a las bajas temperaturas. Asimismo, en las hojas se observan la

formación de cristales de oxalato de calcio, dándoles un aspecto cristalino con colores distintivos para cada variedad (INIEA, 2006).

g) Inicio de panojamiento

Durante esta fase fenológica, la inflorescencia comienza a emerger entre los 55 a 60 días después de la siembra, rodeada por pequeñas hojas que contienen abundantes cristales de oxalato de calcio, cubriendo alrededor de tres cuartas partes de la panoja. El primer par de hojas verdaderas deja de realizar la fotosíntesis y se observa el alargamiento y engrosamiento del tallo. En este periodo del cultivo, la quinua una mayor vulnerabilidad al daño causado de la primera generación de *Eurysacca quinoae* Povolny, comúnmente conocida como kcona kcona (INIEA, 2006).

h) Panojamiento

Entre los 65 a 70 días después de la siembra, la inflorescencia comienza a sobresalir sobre las hojas superiores, haciendo visibles los glomérulos ubicados en la base de la panoja. En esta etapa se distinguen claramente los botones florales individuales, particularmente que se desarrollan en el ápice, los cuales darán origen a las flores pistiladas (INIEA, 2006).

i) Inicio de floración

Esta fase se manifiesta entre los 75 a 80 días posteriores a la siembra, se inicia la antesis de las flores hermafroditas ubicadas en el extremo apical de los glomérulos de la inflorescencia, las cuales muestran estambres de tonalidad amarilla claramente diferenciados. Durante esta fase, la planta presenta una alta sensibilidad frente a condiciones de sequía y heladas. Asimismo, se observa el amarillamiento progresivo y

la caída de las hojas inferiores, síntomas característicos del avance de la madurez fisiológica (INIEA, 2006).

j) Floración o antesis

En esta etapa, que ocurre aproximadamente entre los 90 a 100 días tras la siembra, cerca de la mitad (50%) de las flores de la inflorescencia principal se encuentran en plena apertura. Durante este periodo, la planta muestra una marcada susceptibilidad a las heladas, pudiendo resistir temperaturas de hasta -2 °C. Los estambres presentan una coloración amarilla intensa y una notable producción de polen, característica de la fase de máxima floración (INIEA, 2006).

k) Grano lechoso

Durante este lapso, comprendido entre los 100 a 130 días después de la siembra, los granos alcanzan el estado lechoso, evidenciado cuando al ser presionados entre las uñas liberan un líquido lechoso de color blanco. En este periodo, la planta presenta alta sensibilidad al estrés hídrico, por lo que la falta de agua puede afectar significativamente el llenado y desarrollo del grano (INIEA, 2006).

l) Grano pastoso

De 130 a 160 días después de la siembra, los granos de quinua presentan una consistencia pastosa de color blanco cuando se presionan entre las uñas. Durante este periodo, el ataque kcona kcona de segunda generación (*Eurysacca melanocampta*) causando daños significativos al cultivo (INIEA, 2006).

m) Madurez fisiológica

Esta última fase ocurre entre los 160 a 180 días posteriores a la siembra, los granos de quinua alcanzan un estado de madurez fisiológica en el cual ofrecen resistencia al ser presionados entre las uñas. En esta fase, el nivel de humedad del grano se sitúa aproximadamente en un rango cercano al 14% a 16%, indicador característico del proceso de secado natural previo a la cosecha (INIEA, 2006).

4.7. Factores medio ambientales

4.7.1. Requerimientos edáficos y climáticos

a) Suelo

De acuerdo con Gómez y Aguilar (2016), la quinua posee una amplia capacidad de adaptación a diversos tipos de suelos. Sin embargo, su desarrollo óptimo se logra principalmente en suelos de textura franca, bien drenados, moderadamente profundos y elevado contenido en materia orgánica.

Así mismo, Mañuico (2024) señala que la quinua se caracteriza por su capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelo; no obstante, para optimizar su rendimiento y calidad, resulta fundamental conocer los requerimientos edáficos específicos y aplicar adecuadas prácticas de manejo. En este sentido, los suelos más apropiados para el cultivo de quinua son aquellos que presentan buen drenaje y una estructura favorable para su desarrollo.

b) pH

Según Taaime *et al.* (2024), la quinua presenta una amplia capacidad de desarrollo, crecimiento y producción en suelos con un pH óptimo comprendido entre 6.0

y 8.5; asimismo, muestra preferencia por suelos francos con buen drenaje, elevado contenido de materia orgánica y pendientes moderadas.

c) Agua

León (2003) sostiene que la planta de quinua se caracteriza por su eficiencia en el uso del agua. Aunque pertenece al grupo de especies C3, cuenta con diversos mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten enfrentar y resistir los déficits hídricos. Gracias a estas adaptaciones, el cultivo puede desarrollarse adecuadamente incluso en condiciones de escasas de humedad del suelo, soportando precipitaciones anuales entre 300 - 500 mm.

La quinua se caracteriza por su alta eficiencia en el uso del agua. En este sentido, Chaganti y Ganjegunte, (2024) señalan que diversos estudios han demostrado que este cultivo presenta un menor coeficiente de transpiración en comparación con otros cultivos; por consiguiente, evidencia una mayor eficiencia en la conversión del agua en biomasa. Esta característica representa una ventaja importante en regiones donde el recurso hídrico es limitado.

d) Clima

De acuerdo con Calla (2012), la amplia variabilidad genética de la quinua hace que pueda prosperar en diversos climas desde los niveles del mar, las partes altoandinas y hasta en la ceja de selva.

e) Precipitación

Gómez y Aguilar (2016) indican que la precipitación ideal es de 500 a 800 mm; sin embargo, se cultiva entre 300 a 1000 mm. La falta de humedad tiene un impacto en la

productividad durante los periodos cruciales de germinación, emergencia y crecimiento, así como en el llenado del fruto.

Asimismo, Bialic y Gaoue (2018) señalan que la cantidad óptima de precipitación para el cultivo de quinua varía entre 300 mm y 1,000 mm anuales, dependiendo de la variedad y de las condiciones ambientales locales.

Por consiguiente, la distribución de la precipitación también constituye un factor determinante para el desarrollo de la quinua, ya que este cultivo requiere mayor disponibilidad de agua durante las fases de germinación y crecimiento inicial; sin embargo, un exceso de humedad en la etapa de maduración puede afectar negativamente el rendimiento y la calidad de las semillas (Mañuico, 2024).

f) Temperatura

Según León (2003), el rango térmico ideal para el cultivo de quinua varía entre 8 a 15 °C, pudiendo soportar descensos de hasta -4 °C. No obstante, su resistencia al frío varía según la fenológica, mostrando una mayor tolerancia durante la fase de ramificación, pero más vulnerable en los periodos de floración y el llenado del grano.

La quinua presenta una elevada tolerancia a diferentes rangos de temperatura. En este sentido, Torreblanca, (2019) señala que diversos estudios han demostrado que este cultivo puede germinar y desarrollarse en temperaturas comprendidas entre 5 °C y 35 °C; sin embargo, las temperaturas óptimas para su crecimiento y desarrollo oscilan entre 15 °C y 20 °C. Asimismo, esta capacidad de adaptación a temperaturas extremas, tanto altas como bajas, constituye una de las principales razones por las cuales la quinua

puede cultivarse en regiones tan diversas como los altiplanos andinos y las zonas costeras (Mañuico, 2024).

g) Radiación

León (2003) menciona que la quinua presenta una notable resistencia a la radiación solar intensa característica de las zonas altoandinas. Esta exposición elevada a la radiación contribuye a compensar las unidades térmicas requeridas para finalizar el desarrollo del ciclo vegetativo y productivo. De hecho, las zonas con mayor disponibilidad de luz solar resultan más favorables para el óptimo crecimiento de la quinua, dado que potencian la actividad fotosintética.

h) Fotoperiodo

León (2003) explica que el fotoperiodo de la quinua de acuerdo con su zona de origen. Las variedades cercanas a la línea ecuatorial se clasifican como cultivos de día corto, ya que requieren alrededor de 15 días con menos de 10 horas de luz diaria para iniciar la floración y favorecer a una maduración adecuada de los granos. Por otro lado, las poblaciones cultivadas en las regiones altoandinas de Perú y Bolivia presentan un mejor desarrollo cuando reciben cerca de 12 horas de iluminación diaria, condición típica de esas zonas de altitud elevada.

También, De la torre *et al.* (2015) mencionan que el fotoperiodo, entendido como la duración del día y la noche, constituye un factor importante en el crecimiento de la quinua. En este contexto, algunas variedades presentan sensibilidad al fotoperiodo y requieren días cortos para iniciar la floración; mientras que otras muestran mayor capacidad de adaptación a diferentes periodos de luz diurna.

i) Altitud

Según Tapia *et al.* (1979), el cultivo de la quinua posee una amplia capacidad de adaptación, ya que presenta una adaptabilidad de crecer en un rango altitudinal que abarca desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm. No obstante, en zonas costeras, donde la humedad ambiental es más elevada, el periodo vegetativo del cultivo suele prolongarse en comparación con la región andina.

4.8. Manejo del cultivo

4.8.1. Preparación del terreno

Estrada (2018) señala que el suelo constituye el soporte natural fundamental para el crecimiento y la producción de las plantas. Las prácticas culturales saludables son cruciales para mantener la fertilidad, estructura y vitalidad del suelo. El objetivo de la preparación de suelo es proporcionar condiciones adecuadas para el crecimiento, el desarrollo, la germinación y la emergencia de las semillas. La preparación de suelo puede ser con maquinaria, tracción animal o con herramientas manuales, dependiendo de las características y costumbres de cada región.

Estrada (2013) afirma que el éxito del cultivo depende en gran medida de una adecuada preparación del terreno, considerada una de las labores más determinantes dentro del manejo agronómico. Una preparación deficiente del suelo se identifica común de las principales causas del bajo rendimiento, ya que limita el crecimiento, desarrollo y uniformidad poblacional de las plantas. La aradura o barbecho debe alcanzar una profundidad mínima de 30 cm, tanto en sistemas tradicionales como mecanizados. Cuando el terreno ha sido cultivado con papa en la campaña anterior, basta con una

pasada de arado; si se trató de otro cultivo, se recomienda realizar un arado seguido de rastra, preferiblemente 30 días antes de la siembra.

4.8.2. Rotación de cultivo

Pérez (2005) sostiene que la rotación de cultivos constituye un factor clave en el manejo del cultivo de la quinua, especialmente por su susceptibilidad durante las primeras etapas de desarrollo. Se recomienda sembrar después de cultivos de tubérculos, con el propósito de aprovechar la nutrición residual y contar con un suelo casi listo, libre de plagas y enfermedades. Se sugiere no sembrarla después de cultivos pertenecientes a la misma familia. Una rotación apropiada sería: papa, quinua, leguminosas, trigo o cebada, y nuevamente papa.

4.8.3. Siembra

Gómez y Aguilar (2016) señalan que la siembra tiene que realizarse inmediatamente después de preparar el suelo, para aprovechar la humedad disponible y disminuir la competencia con las malezas. Dado que las semillas de quinua son de tamaño reducido, es fundamental realizar la siembra con precisión y cuidado, lo que garantiza una germinación uniforme y un adecuado establecimiento del cultivo. Este puede establecerse tanto por siembra directa como mediante trasplante.

4.8.4. Densidad de siembra o cantidad de semilla / ha

Calla (2012) señala que la densidad de siembra en el cultivo de quinua depende de diversos factores, entre ellos el sistema de siembra y el tamaño de la semilla. Asimismo, el autor recomienda emplear entre 10 – 12 kg/ha para lograr una densidad optima de plantas.

También, Gómez y Aguilar (2016) destacan que la cantidad de semilla a utilizar depende de:

- **Tamaño de la semilla**

Aplique más semillas grandes y menos semillas pequeñas. Los mil granos de quinua tienen un peso de 1.5 – 3 gramos.

- **Zonas de siembra**

En las regiones costeras o terrenos planos con suelos húmedos, es recomendable sembrar entre 10 a 12 kg/ha de semillas. Por otro lado, en zonas de altiplano o valles interandinos con condiciones secas, se aconseja aumentar la cantidad a 15 a 20 kg/ha, principalmente en terrenos rocosos, terrenos inclinados y superficiales que se secan rápidamente debido a la alta radiación solar.

4.8.5. Formas de siembra

a) Al voleo

Calla (2012) menciona que este tipo de siembra es el más utilizado en las zonas del altiplano y se basa en distribuir las semillas de manera uniforme sobre toda la superficie del terreno. Posteriormente, se procede a cubrirlas ligeramente, ya sea mediante el arrastre de ramas arbustivas o con el tránsito controlado de un rebaño de ovejas, con el objetivo de proteger las semillas de la radiación solar directa y frenar que sean consumidas por las aves.

b) En hilera

Calla (2012) indica que esta técnica de siembra se aplica principalmente cuando no se dispone de maquinaria agrícola. Una vez realizado el peso de la rastra, las semillas

se esparcen manualmente sobre el terreno preparado, lo que provoca que una mayor concentración quede depositada en las hileras formadas por la herramienta. Posteriormente, el tapado de las semillas se efectúa mediante el paso controlado de un rebaño de ovejas.

c) En surco

Pérez (2005) sostiene que la siembra en surcos constituye uno de los métodos más eficientes para el establecimiento del cultivo de quinua. La distancia entre surcos se define considerando la cobertura de la planta y su grado de antelación, recomendándose espaciamientos de 60 a 80 cm. Asimismo, se sugiere que los surcos sean poco profundos, entre 5 y 7 cm, con el fin de evitar el encharcamiento del suelo y prevenir la asfixia de las plántulas a causa de la competencia con malezas.

d) En melgas

Calla (2012) señala que sistema de siembra también es ampliamente en las zonas del altiplano, donde se realiza la siembra al voleo y, posteriormente, la apertura de surcos a una distancia de entre 0,5 - 2 m, una vez que las plantas han alcanzado la etapa de desarrollo con aproximadamente 6 hojas verdaderas. Esta labor se ejecuta solo cuando la densidad de población es elevada; en caso contrario, no se considera necesario efectuar la apertura de surcos.

4.8.6. Profundidad se siembra

Gómez y Aguilar (2016) señalan que la profundidad de siembra adecuada es aquella permite ubicar las semillas a una distancia optima del suelo, de modo que puedan absorber la cantidad de agua necesaria para iniciar la germinación sin riesgos de daños

posteriores por exceso de humedad o temperatura. Considerando el tamaño reducido de las semillas de quinua, recomiendan que la profundidad no supere los 2 cm con un tapado de una capa fina de tierra.

Tapia *et al.* (1979) advierten que las siembras muy superficiales, especialmente en periodos secos, presentan un alto riesgo de deshidratación o cocción de las semillas por la exposición directa a la radiación solar intensa, que puede provocar el sobrecalentamiento o daño del embrión, afectando el proceso de germinación y ocasionando que las plántulas se marchiten.

4.8.7. Época de siembra

Pérez (2005) indica que el periodo de siembra de la quinua generalmente se extiende desde octubre a diciembre, coincidiendo con el inicio de las precipitaciones. Se puede sembrar hasta los primeros días de diciembre en áreas con riego y valles interandinos. Asimismo, los meses de noviembre y diciembre suelen ser las épocas más favorables de siembra.

Calla (2012) sostiene que la época de siembra de la quinua está determinada principalmente por la disponibilidad de agua. Existen variedades de maduración temprana, media y tardía. Por ejemplo, las variedades Kancolla y Blanca de Junín se consideran tardías, por lo que su siembra resulta más adecuada hasta mediados de octubre. Por el contrario, las variedades precoces como Salcedo INIA y Sajama pueden sembrarse hasta la primera semana de diciembre.

En las zonas andinas, la siembra de quinua se realiza tradicionalmente al inicio de la temporada de lluvias, la cual generalmente ocurre entre los meses de septiembre

y noviembre. Este periodo favorece una adecuada disponibilidad de agua durante las etapas críticas del cultivo, especialmente en la germinación y el establecimiento inicial de la planta (Hirich *et al.*, 2014).

4.8.8. Abonamiento

Calla (2012) señala que un buen abonamiento en el cultivo dependerá de diversos factores, entre ellos la calidad del suelo, el historial de uso del terreno, el tipo de rotación que se maneja y el nivel de producción deseado. Para una fertilización más precisa, es fundamental realizar un análisis químico del suelo para determinar con mayor precisión los requerimientos de nutrientes del suelo. La fórmula de abonamiento para los suelos del altiplano es de 80–40–00.

Pérez (2005) afirma que la quinua es muy exigente en nutrientes; requiere más nitrógeno y calcio, con una necesidad moderadamente de fosforo y potasio. La fertilidad del suelo constituye un factor determinante en los niveles de fertilización, por lo que resulta indispensable realizar un análisis de suelo previo y considerar el tipo de cultivo que está la rotación. El autor recomienda una fórmula de abonamiento de: 80–60–40 de N, P₂O₅ y K₂O, aplicando el nitrógeno de forma fraccionada: el 50% junto con todo el fosforo y potasio al momento de sembrar, y el 50% restante durante el aporque, en la fase inicial del panojamiento.

Vilca y Carrasco (2013) coinciden con lo planteado por Calla (2012) y Pérez (2005), al señalar que la cantidad de fertilizante a aplicar en el cultivo de quinua debe definirse en función del análisis del suelo y de los nutrientes residuales provenientes del cultivo anterior. Asimismo, los autores recomiendan una fórmula de fertilización específica para este cultivo, la cual se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2

Formula para aplicar la fertilización y abonamiento.

Nutrientes	Cantidad kg/ha
Nitrógeno (N)	70 – 100
Fosforo (P)	60 – 80
Potasio (K)	30 – 50

Fuente: Vilca y Carrasco (2013).

Arela (2016) reporta que, en un sistema de siembra en doble hilera implementado en el Distrito de Chihuata, la fertilización del cultivo de quinua, en la variedad INIA Salcedo, se realizó utilizando guano de isla como fuente principal de nutrientes. Esta práctica se llevó a cabo 30 días luego de la siembra, cuando los ejemplares alcanzaban aproximadamente 10 cm de longitud, aplicándose 4 sacos de 50 kg de guano de isla, complementados con un saco de 50 kg de sulfato potásico.

4.8.9. Deshierbo

Calla (2012) menciona que el cultivo de quinua, al igual que otros cultivos agrícolas, es altamente susceptible a la infestación de malezas, las cuales generan una fuerte competencia por los recursos esenciales como nutrientes, agua y luz solar. Esta competencia afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas, haciéndolas más propensos al ataque de plagas y enfermedades.

INIA (1997) señala es necesario realizar entre 1 a 2 deshierbos, dependiendo del grado de infestación de malezas, se recomienda realizar el primer deshierbo a los 45 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzan una altura de 15 a 20 cm, y el segundo ante del inicio de la floración.

Tapia *et al.* (1979) indica que las principales malezas que infestan los campos de quinua son aquellas especies que compiten por nutrientes, agua y luz, afectando el desarrollo del cultivo, entre las más comunes se encuentran:

- Nabo (*Brassica campestris*)
- Quinua silvestre (*Chenopodium álbum L.*)
- Kora o ruphu (*Tarasa capitata*)
- Ayara (*Chenopodium sp. Var*)
- Chijchimpa (*Tagetes graveolens*)
- Pasto (*Distichlis humilis*)
- Qachu, pasto (*Poa annua*)
- Cebadilla (*Bromus unioloides*)
- Auja – Auja (*Erodium cicutarium*)
- Trébol layo (*Trifolium amabile*)
- Araq papa (*Solanum tuberosum*)
- Kemillo (*Eleocharis albibracteata*)

4.8.1. Raleo

Huillca (2019) menciona que el raleo se realiza con la finalidad de regular la densidad de plantas y proporcionar un espacio adecuado para su normal crecimiento y desarrollo. Esta labor consiste en eliminar plantas de menor desarrollo, conservando las más vigorosas dentro del surco, con un espaciamiento aproximado de 10 cm entre plantas.

4.8.2. Aporque

Esta una práctica agrícola que se basa en reunir o amontonar la tierra alrededor de la base de las plantas, con el propósito de romper la capilaridad del suelo y, de esta

forma conservar la humedad al reducir la evaporación del agua. Asimismo, este procedimiento favorece la estabilidad mecánica de la planta (Veas y Cortés, 2018).

Según Valdivia (2020), el aporque consiste en amontonar suelo a ambos lados de la planta con el fin de favorecer la fijación de las raíces y prevenir el volteo o tumbado del cultivo. Esta labor debe realizarse durante la fase inicial de formación de la panoja, ya que es el momento en que la planta requiere mayor estabilidad estructural y soporte radicular.

4.8.3. Manejo de agua

De acuerdo con Valdivia (2020), el cultivo de quinua presenta baja demanda de agua, por lo que se adaptarse a condiciones de escasa disponibilidad hídrica. Sin embargo, el exceso de humedad en el suelo puede favorecer el desarrollo de enfermedades fúngicas, entre las cuales destacan la chupadera, mildiu y otros.

Pérez (2005), la quinua se caracteriza por su eficiencia en el uso del agua, gracias a adaptaciones fisiológicas y morfológicas que le permiten tolerar periodos de escasa humedad en el suelo. Para su desarrollo óptimo, este cultivo requiere precipitaciones anuales entre 300 y 400 mm, rango suficiente para completar su ciclo vegetativo.

4.8.4. Cosecha

Veas y Cortés (2018) indican que el tiempo óptimo de cosecha de la quinua depende de la calidad del grano. En el sistema tradicional, la recolección se efectúa de manera manual una vez que la planta alcanza su fase de plena madurez, etapa en la que presenta la mayor acumulación de materia seca. Este proceso ocurre generalmente

entre 160 y 180 días luego de la siembra, cuando la humedad del grano se encuentra entre 14% y 16%.

Según Tapia *et al.* (1979), la cosecha de la quinua se realiza cuando la planta alcanza su madurez fisiológica, fase que se evidencia por la decoloración progresiva del follaje y el desprendimiento de las hojas inferiores, dándole a la planta un tono amarillo característico. En ese estado, el grano maduro presenta mayor dureza, ofreciendo resistencia a la penetración durante la prueba de presión con clavos. Esto suele tardar unos 5 a 8 meses, dependiendo de la variedad. Asimismo, las actividades de cosecha se dividen en 5 fases:

a) Siega o corte

La técnica más recomendable es la siega, que debe realizarse con la segadera en las madrugadas cuando los glomérulos de la planta están húmedos. No es aconsejable realizar el corte por la tarde porque, con el calor del sol, los granos caen al suelo con mucha facilidad, lo que dificulta la recolección (IDMA, 2016).

b) Emparvado

Las parvas o arcos se construyen para proteger la cosecha de daños que el clima pueda ocasionar, como lluvias o nevadas que pueden comprometer la calidad del grano. En el interior de estas estructuras se colocan las panojas en el centro, y se construye un techo a dos aguas que posteriormente se cubre con paja para mejorar la protección. Las plantas quedan almacenadas en las parvas hasta que los granos alcancen el nivel de humedad óptimo para la trilla, que generalmente suele tomar entre de 7 a 15 días (IDMA, 2016).

c) Golpeo o trillado mecánico

La trilla es una labor que consiste en separar el grano de quinua del resto de la planta. Tradicionalmente, esta actividad puede realizarse de forma manual mediante el uso de palos o haitanas, así como con ayuda de animales de carga o incluso utilizando las ruedas de un tractor. No obstante, en la actualidad este proceso ha sido progresivamente mecanizado mediante el empleo de trilladoras estacionarias, las cuales funcionan a través de la toma de fuerza de un tractor o mediante un motor independiente. En este contexto, resulta fundamental realizar una adecuada regulación del cilindro de la máquina para evitar daños en las semillas. Como resultado de este procedimiento, los perigonios y la paja se desprenden del grano, obteniéndose una mezcla compuesta por semillas y broza (Meyhuay, 1997).

d) Venteo y limpieza

Posteriormente a la trilla, los granos deben someterse a un proceso de limpieza y clasificación con la finalidad de eliminar impurezas y garantizar una calidad homogénea. Para ello, se retiran residuos como polvo, piedras y material vegetal no deseado mediante el uso de tamices y corrientes de aire, lo que permite obtener un producto de mejor calidad y presentación (Montalvo *et al.*, 2018).

En caso de trilla a golpes, es recomendable aventar con el fin de separar el perigonio, las hojas y los fragmentos de tallos que permanecen mezclados con el grano. Generalmente, suele efectuarse durante las horas de la tarde, aprovechando la acción del viento para remover las impurezas ligeras y dejar los granos limpios y listos para el almacenamiento (IDMA, 2016).

e) Secado

Rivera *et al.* (2022) sostienen que el secado constituye una de las etapas iniciales más importantes dentro del manejo postcosecha. En este sentido, los granos de quinua deben secarse adecuadamente con el propósito de reducir su contenido de humedad hasta niveles seguros para el almacenamiento, los cuales generalmente oscilan entre 10 % y 12 %.

Si hay mucha humedad en los granos, se fermentan y amarillean, lo que reduce su calidad comercial. Por lo tanto, es conveniente realizar un secado natural al sol, hasta que los granos alcancen un nivel de humedad adecuado para su almacenamiento o comercialización (Tapia *et al.*, 1979).

El secado al aire libre constituye una práctica tradicional que consiste en extender los granos sobre superficies planas para exponerlos a la radiación solar. Si bien este método resulta económico y de fácil aplicación, su eficiencia depende en gran medida de las condiciones climáticas, por lo que puede requerir mayor tiempo para alcanzar un secado adecuado (Mañuico, 2024).

Los secadores solares y mecánicos representan alternativas más eficientes y controladas frente al secado tradicional al aire libre. Por un lado, los secadores solares utilizan estructuras cubiertas que capturan el calor solar para acelerar el proceso de secado y proteger los granos de la humedad y contaminantes ambientales. Por otro lado, los secadores mecánicos emplean aire caliente controlado, lo que permite un secado más uniforme y eficiente, especialmente en regiones con alta humedad o en operaciones comerciales donde el tiempo constituye un factor determinante (Rivera *et al.*, 2022).

f) Almacenamiento

Con la finalidad de conservar la calidad del producto, el almacenamiento debe realizarse en ambientes limpios, secos y adecuadamente ventilados. Asimismo, se recomienda utilizar sacos de tejido de llama (costales) o bolsas de polipropileno nuevas o en buen estado para el embolsado del grano. Del mismo modo, las bolsas llenas deben apilarse de manera adecuada sobre tarimas de madera, a fin de evitar el deterioro del producto (FAO, 2011).

También, Mañuico (2024) señala que un adecuado almacenamiento resulta fundamental para conservar la calidad de los granos de quinua y prolongar su vida útil. En este sentido, los granos deben mantenerse en condiciones apropiadas que eviten la absorción de humedad, el ataque de plagas y el deterioro ocasionado por microorganismos.

4.8.5. Rendimiento

Según Tapia *et al.* (1979), la productividad de la quinua está determinada en gran medida por diversos factores agronómicos y ambientales, como la fertilidad del suelo, el uso racional de fertilizantes químicos, la época de siembra, la variedad cultivada, así como la prevención de enfermedades y plagas, y la protección frente a eventos climáticos adversos, como heladas y granizadas. En ese contexto los sistemas de producción tradicionales suelen alcanzar rendimientos promedio entre 600 y 800 kg/ha, mientras que los sistemas tecnificados o modernos alcanzan a 5000 kg/ha.

De manera similar Veas y Cortés (2018) señalan que el rendimiento de la quinua varía en función de diversos factores como: la zona de cultivo, el genotipo utilizado, la época de siembra, la fertilidad del suelo, las labores culturales y otros factores. Asimismo,

la quinua muestra una mejor respuesta y eficiencia en los Andes tropicales altos, lo que se refleja en la productividad y calidad del grano (García *et al.*, 2019).

4.9. Plagas y enfermedades de la quinua

4.9.1. Plagas

Según Tapia *et al.* (1979) durante el periodo vegetativo, la quina es atacada por varios insectos; incluso el grano almacenado está expuesto.

Según las investigaciones realizadas de León (2003) en la Región Puno (Azángaro), describe las plagas en dos tipos: las plagas insectos causan alrededor del 35% de las pérdidas en la producción, mientras que las plagas aves pueden ocasionar entre un 30% a 40% de daño. (Carpio *et al.*, 2016) destacan que en la etapa de madurez fisiológica es muy crítico el ataque de las aves, que por lo general suele ser durante los meses de abril a mayo, en el que se deben tomar las medidas pertinentes.

Por su parte Calla (2012) sostiene que, dentro del manejo integrado del cultivo de quinua, es fundamental identificar y caracterizar las especies de insectos plaga presentes en el campo, considerando su morfología, comportamiento, tipo daños y las condiciones ambientales que favorecen su aparición, se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3*Principales plagas que atacan al cultivo de quinua*

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTADO QUE CAUSA DAÑO	TIPO DE DAÑO	ORGANO ATACADO	CATEGORÍA
<i>Eurysacca quinoae</i> <i>Povolny</i>	"kcona kcona", "khaku kuru"	Larvas	Moledor de grano	Panojas	Clave
<i>Copitarsia turbata</i> H.S.	"panojero", "ticuchi"	Larvas	cortadores de plantas	tallos y panojas	ocasional
<i>Epitrix</i> sp.	"piki piki", "Pulguilla saltona"	Adultos	perforador	Hojas	potencial
<i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	"pulgon", "qhomer usa"	Ninfas y adultos	Pica-chupador	hojas y panojas	potencial
<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas)	"kuti", "usa", "qhomer usa"	Ninfas y adultos	Pica-chupador	hojas y panojas	potencial
<i>Perizoma sordescens</i> <i>Dognin</i>	"gusano medidor", "cuarta cuarta"	Larvas	Defoliador	Hojas	potencial

Fuente: Calla (2012).

4.9.2. Enfermedades

Según León (2003) la aparición de enfermedad en el cultivo de quinua depende de la interacción tres componentes esenciales: la planta hospedante, el agente patógeno y las condiciones ambientales favorables. Si alguno de estos elementos no está presente, el proceso infeccioso no se desarrolla. Bajo esta premisa, se identifican diversas enfermedades que afectan al cultivo de quinua.

a) Mildiu

El agente causal de esta enfermedad es el hongo *Peronospora efusa*. La presencia de manchas amarillas o rojizas en la superficie superior de las hojas, acompañadas de una pelusilla plomo en la parte inferior, son indicativos de esta

enfermedad que afecta la capacidad de la planta para realizar la fotosíntesis. Esto retrasa o prolonga el proceso de maduración y provoca una reducción del rendimiento de la planta (León, 2003).

También en sus últimas investigaciones de Chávez *et al.* (2024) donde destacan que la altura y el rendimiento de la planta por hectárea fueron los cultivos en zonas altas y con climas regularmente secos los que presentaron menor afectación del mildiu de la quinua.

b) Mancha foliar

El hongo *Ascochyta hyalospora* es el agente causal de esta enfermedad; las hojas con presencia de manchas necróticas con bordes marrones y centro de color crema son síntomas ocasionados de esta enfermedad. Estas lesiones suelen alcanzar diámetros entre 5 a 10 mm y, en infecciones severas, los puntos se juntan y cubren grandes extensiones, causando una defoliación intensa que reduce la capacidad fotosintética de la planta y afecta de manera significativa su desarrollo fisiológico (León, 2003).

c) Punta negra

La enfermedad conocida como mancha marrón o tizón del tallo es provocado por el hongo *Phoma exigua* var., el cual afecta principalmente los tallos y panojas del cultivo de quinua. Los síntomas iniciales se caracterizan por la aparición de tonalidades marrones oscuras en las hojas, así como tallos. Cuando la infección se presenta en la parte superior de la planta, provoca la caída prematura de las hojas y, en casos avanzados, la muerte gradual del tejido afectado. Asimismo, la debilitación del tallo y la panoja ocasiona su quebradura o encorvamiento, lo que favorece la pérdida de semillas y disminuye en el rendimiento del cultivo (León, 2003).

d) Mancha oval del tallo

La enfermedad provocada por el hongo *Phoma cava* se manifiesta con mayor severidad en el tallo principal, aunque también puede afectar las ramas secundarias. Este patógeno ocasiona la necrosis o muerte del tejido del tallo, lo que debilita significativamente la estructura de la planta. Los síntomas característicos incluyen la aparición de lesiones de tonalidad blanquecina a grisácea en los tallos y ramas (León, 2003).

e) Mancha bacteriana

La bacteria *Pseudomonas sp* es el agente causal de esta enfermedad; principalmente ataca las hojas, raíces, tallos y panojas. Los síntomas más visibles se observan en las hojas infectadas, tomando un color marrón oscuro con un aspecto de puntos humedecidos; también en los tallos es notoria una apariencia de color verdusco con manchas, irregularidades y profundas lesiones (León, 2003).

4.10. Variedades comerciales de la quinua

Según Apaza *et al.* (2013) en el Perú existen diversas variedades comerciales de quinua adaptadas al altiplano, valles interandinos y la costa, las cuales se diferencian por su contenido de saponina (dulces y amargas), color y tamaño del grano, ciclo vegetativo y rendimiento; algunas presentan granos blancos, amarillos, rojos o negros, con ciclos que varían entre 90 y 210 días y rendimientos de 2 a más de 6 t/ha, lo que permite seleccionar la variedad más adecuada según las condiciones agroecológicas, el uso alimentario o agroindustrial y la demanda del mercado. Las variedades se detallan en la tabla 4.

Tabla 4*Principales variedades comerciales en Perú.*

Nombre de la variedad	Color de pericarpio	Color de episperma	Tamaño de grano	Zonas de producción
INIA 431 - Altiplano	Crema	Blanco	Grande	Altiplano y costa
INIA 427 - Amarilla Sacaca	Amarillo	Blanco	Grande	Valles interandinos
NIA 420 - Negra Collana	Gris	Negro	Pequeño	Altiplano, costa y valles interandinos
INIA 415 - Pasankalla	Gris	Rojo	Mediano	Altiplano, costa y valles interandinos
Ilpa INIA	Crema	Blanco	Grande	Altiplano
Salcedo INIA	Crema	Blanco	Grande	Altiplano, costa y valles interandinos
Quillahuaman INIA	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos
Ayacuchana INIA	Crema	Blanco	Pequeño	Valles interandinos
Amarilla Marangani	Anaranjado	Blanco	Grande	Valles interandinos
Blanca de Juli	Crema	Blanco	Pequeño	Altiplano
Blanca de Junín	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos y costa
Cheweca	Crema	Blanco	Mediano	Altiplano
Huacariz	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos
Hualhuas	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos
Huancayo	Crema	Crema	Mediano	Valles interandinos
Kankolla	Crema	Blanco	Mediano	Altiplano
Mantaro	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos
Rosada de Junín	Crema	Blanco	Pequeño	Valles interandinos
Rosada Taraco	Crema	Blanco	Grande	Altiplano
Rosada de Yanamango	Crema	Blanco	Mediano	Valles interandinos

Fuente: Apaza *et al.* (2013).

4.11. Valor nutricional

Jacobsen (2003) sostiene que la quinua se reconoce como un alimento de gran valor nutricional, cultivado a lo largo de América del Sur desde tiempos precolombinos. Este pseudocereal destaca por su excelente calidad de proteica, así como por su abundante contenido de vitaminas y minerales esenciales. En las últimas décadas, ha generado creciente interés internacional, particularmente en regiones como América del Norte, Europa y Asia. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) la quinua se considera como uno de los cereales

andinos estratégicos para garantizar la seguridad alimentaria global en el presente siglo.

Ver la tabla 5.

Asimismo, Mañuico (2024) menciona que la quinua es una planta andina que ha adquirido reconocimiento a nivel mundial debido a su destacado valor nutricional. En este sentido, este cultivo es considerado un superalimento por su elevado contenido de proteínas, aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales y diversos compuestos bioactivos beneficiosos para la salud.

Tabla 5

Composición nutricional promedio de los granos de quinua.

Componente	Unidad	Valor por 100 g
Agua	G	13.28
Energía	Kcal	368
Energía	KJ	1539
Proteína	G	14.12
Lípidos totales (grasa)	G	6.07
Cenizas	G	2.38
Carbohidratos por diferencia	G	64.16
Fibra total diaria	G	7.00
Almidón	G	52.22
Calcio (Ca)	Mg	47.00
Fierro (Fe)	Mg	4.57
Magnesio (Mg)	Mg	197.00
Fosforo (P)	Mg	457.00
Potasio (K)	Mg	563.00
Zinc (Zn)	Mg	3.10
Sodio (Na)	Mg	5.00
Cobre (Cu)	Mg	0.59
Manganeso (Mn)	Mg	2033.00
Selenio (Se)	Mg	8.50

Nota: Muestra referida de 100 g (FAO, 2024).

4.12. Software estadístico Infostat

Balzarini *et al.* (2020) señalan que este software estadístico se caracteriza por ofrecer una interfaz intuitiva y herramientas sólidas que facilitan el procesamiento, la exploración y la modelación de datos. Además de permitir análisis básicos, como estadísticas descriptivas y pruebas de comparación, también incorpora procedimientos multivariados y modelos avanzados. Su integración con el entorno R amplía aún más sus capacidades analíticas. Gracias a su versatilidad, confiabilidad y facilidad de uso, InfoStat se ha convertido en una herramienta ampliamente empleada en investigaciones científicas.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

El presente estudio se enmarca en una investigación de tipo experimental y descriptiva, debido a que se empleó un diseño estadístico para el análisis de los resultados, así como para la descripción de los efectos observados en las variables de estudio.

5.2. Ubicación del campo experimental

El estudio se desarrolló dentro de la comunidad de Mellototora, Colca, Huayllapata y Maucosa (anexo mellototora), ubicada en el distrito Santo Tomás, provincia de Chumbivilcas, región Cusco.

5.2.1. Ubicación geográfica:

- Longitud : 72°03'37.13" Oeste
- Latitud : 14°24'21.97" Sur
- Altitud : 3 535 m.s.n.m.

5.2.2. Ubicación hidrográfica:

- Cuenca : Apurímac
- Subcuenca : Santo Tomás

5.2.3. Ubicación política:

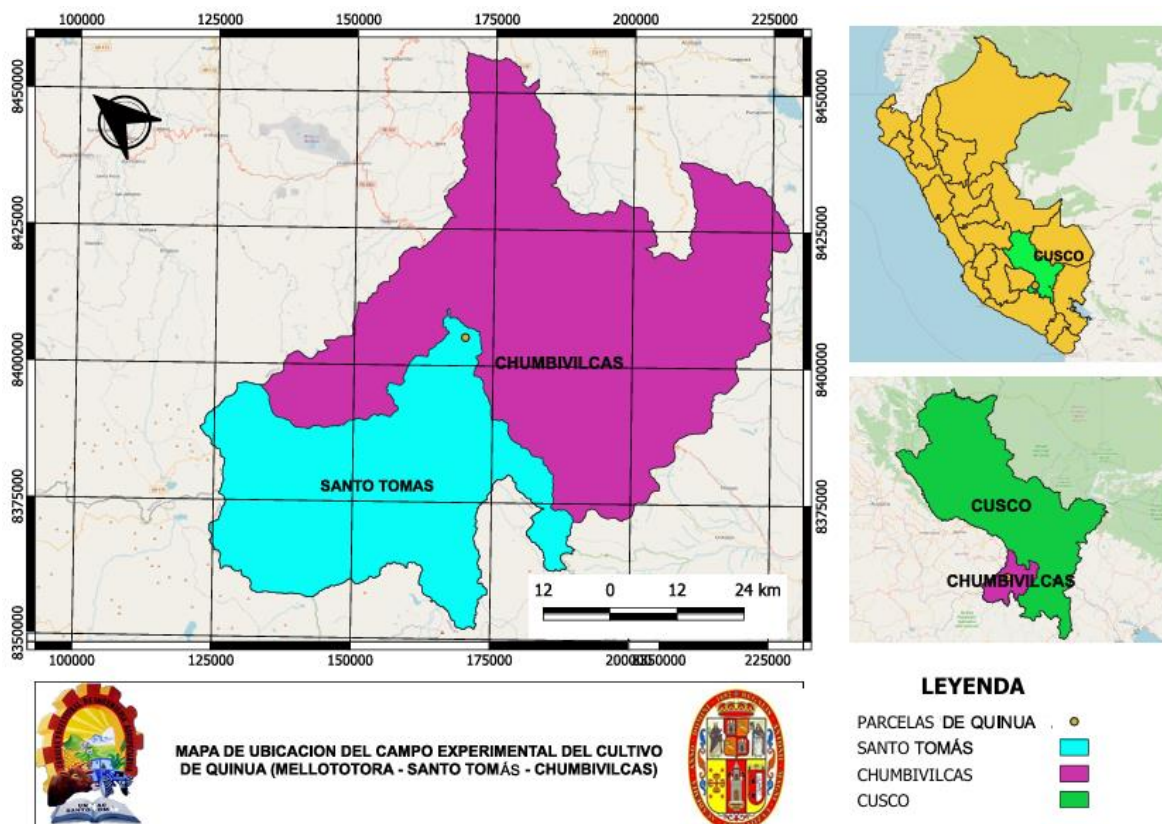
- Región : Cusco
- Provincia : Chumbivilcas

- Distrito : Santo Tomás
- Comunidad : Mellototora, Colca, Huayllapata y Mauccosa
- Lugar : Anexo Mellototora

5.2.4. Mapa de ubicación

Figura 1

Mapa de ubicación del campo experimental.



Fuente: Elaboración propia en Qgis versión 3.2. (2025)

Figura 2

Acceso al campo experimental.



Fuente: Google Earth Pro (2023).

5.2.5. Ubicación ecológica

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida propuesto por Holdridge en 1967, la comunidad campesina de Mellotora, Colca, Huayllapata y Maucosa, ubicada en el distrito de Santo Tomás, provincia de Chumbivilcas, región Cusco, ubicada a una altitud de 3 535 m.s.n.m., corresponde a la zona de vida bosque seco montano (bs-M), caracterizada por bajas temperaturas, precipitaciones moderadas con marcada estacionalidad y un periodo seco prolongado, propias de los ecosistemas altoandinos. El clima presenta una estación lluviosa entre los meses de noviembre y marzo y una estación seca de abril a octubre.

5.2.6. Historial del campo experimental

En la Tabla 6 se presenta la rotación de cultivos implementada durante los últimos cinco campañas agrícolas previas al presente estudio de investigación.

Tabla 6*Historial del campo agrícola.*

Campaña agrícola	Cultivo
2019 – 2020	Maíz
2020 – 2021	Papa
2021 – 2022	Haba
2022 – 2023	Papa
2023 – 2024	Maíz
2024 – 2025	Quinua, presente estudio

5.3. Materiales, equipos y herramientas

5.3.1. Material genético

En el desarrollo del presente estudio se evaluaron diez líneas experimentales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en etapa de selección, junto con una variedad local como testigo (SALCEDO INIA). El material genético fue suministrado por el Programa de Investigación de Quinua del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), que forma parte de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco. En la tabla 7 se detalla el material genético.

Tabla 7

Líneas que se utilizaron en el estudio de investigación.

NÚMERO	CLAVE
1	L-215-14
2	L-220-14
3	L-248
4	L-249-2
5	L-251
6	L-252
7	L-416-14-5
8	L-417-14-7
9	L-420-14-8
10	L-427-14-8
11	SALCEDO INIA

L: Línea de quinua

5.3.2. Materiales

- Libreta de campo
- Carteles identificadores
- Estacas
- Bolsas de polietileno
- Rafia
- Sacos
- Marcadores (lápiz, lapicero y plumón)
- Guantes

5.3.3. Insumos

- Nitrato de amonio
- Fosfato diamónico
- Cloruro de potasio

5.3.4. Herramientas

- Wincha
- Picos, palas, lampas y segaderas

- Balanza de precisión
- Vernier
- Zarandas

5.3.5. Equipos y otros

- Cámara fotográfica
- Ventilador eléctrico
- Tractor agrícola con arado y rastra
- Computador personal e impresora
- Megas de internet.

5.4. Métodos

5.4.1. Diseño experimental

Para el desarrollo del presente estudio se empleó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), con once tratamientos, cuatro repeticiones y un total de cuarenta y cuatro unidades experimentales. Los tratamientos fueron distribuidos de forma aleatoria en los bloques, utilizando el método del balotario.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA), con el fin de identificar variaciones estadísticas relevantes entre los tratamientos. Posteriormente, se empleó la prueba de Tukey con un nivel de relevancia de 5%. Todo el procesamiento estadístico se efectuó utilizando el Software InfoStat versión libre.

Se utilizó el siguiente modelo aditivo lineal para analizar el desempeño de cada línea en evaluación.

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

Donde:

Y_{ijk} = Es la variable de respuesta (como rendimiento de grano, etc.).

μ = Es la media general.

τ_i = Es el efecto de i-ésima línea de quinua (factor principal).

β_j = Es el efecto de j-ésima condición ambiental.

ε_{ijk} = Error experimental.

Tabla 8

Modelo estadístico para el análisis de varianza:

F.V.	G.L.	C.M.	FC
Bloques	r-1	CM*B	CM*B/ CM*E
Tratamientos	t-1	CM*T	CM*T/ CM*E
Error	(t-1) (r-1)	CM*E	
Total	tr-1	CV (%)	

5.4.2. Características del campo experimental

a) Dimensiones del campo experimental:

- Largo : 44 m
- Ancho : 23 m
- Área total : 1012 m²

b) Dimensiones de los bloques:

- Largo : 44 m
- Ancho : 5 m
- Área por bloque : 220 m²
- N° de bloques : 4

c) Unidad experimental:

- Total, de unidades experimentales : 44
- Unidades experimentales por bloque :11
- Largo : 5 m
- Ancho : 4 m
- Área parcela experimental : 20 m²

- Área parcela neta : 9.60 m²

d) Dimensiones de las calles:

- Largo : 48 m
- Ancho : 1 m
- Área total por calles : 132 m²
- N° de calles : 3

e) Dimensiones de los surcos:

- N° de surcos / parcela : 5
- Distancia entre surcos : 0.8 cm
- Longitud de surcos : 5 m
- Área : 4 m²

f) Cantidad de semilla:

- Por hectárea : 5 kg
- Por bloque : 110 g
- Por parcela : 10 g
- Por surco : 2 g

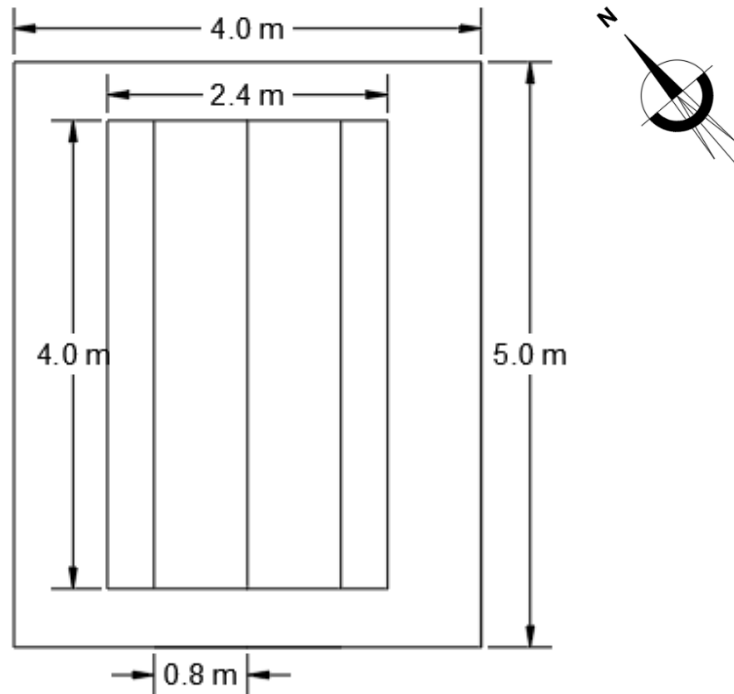
5.4.3. Croquis del campo experimental



5.4.4. Croquis de la parcela

Figura 3

Area de la parcela neta.



5.5. Instalación y conducción del experimento

5.5.1. Preparación del terreno

Los trabajos de preparación del área de cultivo en el campo experimental se iniciaron el 01 de octubre mediante las labores de arado y rastrado, utilizando un tractor agrícola, con la finalidad de aflojar y nivelar el suelo. Posteriormente, se efectuó el rastrado para obtener una textura de suelo mullida y uniforme, adecuada para la instalación del cultivo.

Tras la preparación del terreno, se efectuó la delimitación de los bloques y parcelas experimentales utilizando una wincha métrica, cordel, estacas y yeso. Los surcos fueron abiertos manualmente con picos, manteniendo una distancia de 0.8 m

entre surcos, lo que favoreció una adecuada distribución de las plantas y un manejo eficiente del cultivo.

Antes de la siembra, se realizó un riego por aspersión toda el área experimental con varios días de anticipación, con el objetivo de asegurar niveles adecuados de humedad para la emergencia uniforme de las plántulas.

5.5.2. Fertilización

La aplicación de fertilizantes químicos se efectuó con una proporción de 80 – 60 – 40 de NPK. La primera aplicación se realizó durante la siembra, mediante el método de chorro continuo al fondo de surco, incorporando el 100% de la mezcla de fosfato diamónico y cloruro de potasio, junto con el 50% del nitrato de amonio. El nitrógeno restante (50%) se aplicó durante el aporque. Los detalles de la distribución en la tabla 9.

Tabla 9

Fertilizantes utilizados

Descripción	Nivel de fertilización 80-60-40 de N - P - K.		
	Nitrato de Amonio (kg)	Fosfato diamónico (kg)	Cloruro de potasio (kg)
Hectárea	166.53	130.43	66.67
Bloque	3.66	2.87	1.47
Parcela	0.33	0.26	0.13
Surco	0.07	0.05	0.03

5.5.3. Siembra

La instalación del cultivo se llevó a cabo el 15 de octubre, en horas de la mañana, con el fin de evitar la acción del viento y garantizar una distribución uniforme de las semillas. Estas fueron clasificadas y codificadas según el croquis del campo experimental y colocadas en la cabecera de cada parcela. La actividad se realizó manualmente,

empleando el método de siembra con flujo constante al fondo del surco, finalmente se procedió a cubrir las semillas con una capa delgada de suelo con la ayuda de ramas de arbustos.

5.5.4. Riego

Para que las raíces de las plantas se desarrollen bien, fue necesario mantener una humedad adecuada del terreno. Debido a la escasez de precipitaciones, el riego de las parcelas se realizó mediante el sistema de aspersión, aplicando de forma Inter diaria desde el arado del terreno, con el objetivo de asegurar la germinación de las semillas y el desarrollo uniforme del cultivo hasta la normalización de las lluvias.

5.5.5. Desahije o raleo

El propósito de esta labor fue equilibrar la densidad de siembra y proporcionar un ambiente adecuado para el crecimiento uniforme y saludable de las plantas. Durante esta actividad se eliminaron las plántulas débiles o de menor vigor, conservando una distancia promedio de 10 cm entre plantas al interior del surco. La labor se ejecutó el 23 de noviembre a los 39 días después de la siembra, cuando las plantas presentaban una altura promedio de 10 cm.

5.5.6. Control de malezas

El manejo de malezas se realizó de forma manual, extrayendo las plantas indeseables desde la raíz tantas veces como fue necesario, utilizando las herramientas agrícolas como el pico y lampa. Esta labor es de suma importancia en todo sistema de cultivos, ya que las malezas se disputan con las plantas de quinua por nutrientes, agua,

radiación solar y espacio, afectando su desarrollo. En la Tabla 10 se presentan las especies de malezas presentes en el área de estudio.

Tabla 10

Malezas presentes en el campo experimental de quinua.

Nombre común	Nombre científico
Ayara quinua	<i>Chenopodium sp.</i>
Nabo yuyo	<i>Brassica campestris</i>
Hat'aqo	<i>Amaranthus hybridus</i>
Ruphu	<i>Tarasa capitata</i>
Chijchimpa	<i>Tagetes graveolens</i>
Araq papa	<i>Solanum tuberosum</i>
Pasto	<i>Poa annua</i>

5.5.7. Aporque

El objetivo de esta actividad es proporcionar un soporte para prevenir el quiebre de las plantas por la acción del viento o por las aves que posan en la etapa de madurez fisiológica. El primer aporque se realizó el 26 de noviembre a los 42 días después de la siembra, de manera manual, utilizando una lampa; previo a esta labor, se aplicó el 50% faltante de nitrógeno, distribuyendo de forma manual a chorro continuo al costado de las plantas. El siguiente aporque se efectuó el 29 de diciembre, una vez que las plantas consiguieron una altura aproximada de 60 cm. Asimismo, durante estas labores se aprovechó para eliminar las malezas presentes entre los surcos.

5.5.8. Cosecha

a) Corte o siega

La cosecha se ejecutó de manera gradual, conforme cada tratamiento alcanzó su estado de madurez fisiológica comenzando el 16 de marzo del 2025. El corte de las

plantas se realizó manualmente, utilizando una hoz o segadera, cortando a una altura aproximada de 10 cm a partir del cuello de la planta. Esta labor se llevó a cabo en las primeras horas de la mañana, con el fin de evitar la pérdida de granos en la panoja. Inicialmente, se cosecharon los diez ejemplares etiquetados en el área evaluada de la parcela, y luego se realizó el corte de todas las plantas que quedaron dentro de la parcela experimental.

b) Secado

Las plantas cortadas se expusieron al sol por un lapso de 5 a 10 días para el secado de las panojas, lo que favoreció la trilla. Para lograrlo, se utilizaron mantas de arpillera tanto para las diez plantas seleccionadas por parcela como para las plantas de la parcela neta, formando parvas.

La formación de parvas fue de gran ayuda, debido a que en los meses de marzo-abril persistieron las precipitaciones pluviales, dificultando el secado; por lo que fue necesario cubrirlas con plásticos durante los momentos lluviosos del día y por las noches.

c) Trillado

Una vez alcanzado el secado de las panojas de las plantas, se procedió con la trilla, con el fin de separar los granos de la panoja. Las diez plantas etiquetadas por parcela neta y tratamiento se trillaron individualmente, y las plantas de la parcela neta se trillaron en forma conjunta. Esta labor se realizó de forma manual.

d) Zarandeo

Esta actividad se realizó después de la trilla; para ello se utilizó una zaranda con cribas de 1.5 mm a fin de separar los granos de los componentes no útiles de la planta y el perigonio, conocido como “jipi”.

e) Venteado

Esta labor se realizó con la ayuda de un ventilador eléctrico y aprovechando las corrientes del viento durante las tardes. En primer lugar, se realizó el venteo de las diez plantas individuales de los tratamientos y, posteriormente, los granos de las parcelas netas, sobre una arpillera para evitar pérdidas por derrame. Esta actividad permitió realizar la limpieza final del grano, eliminando los desechos finos que acompañaban a los granos.

f) Etiquetado y embolsado

Una vez culminado el secado de los granos, tanto de las muestras obtenidas individualmente como de las recolectadas de la parcela experimental, estos pasaron a ser embolsados en bolsas de polietileno, debidamente identificadas con sus respectivas claves. Este podrecimiento tuvo como finalidad preservar las muestras y facilitar las evaluaciones correspondientes del grano.

g) Almacenamiento

Una vez concluidas las evaluaciones postcosecha de los granos, estos fueron almacenados en un ambiente seco y bien ventilado, utilizando envases de polietileno. Posteriormente, las muestras fueron ingresados al banco de germoplasma de quinua del

CICA para mantener el contenido genético y contribuir a la continuidad de las investigaciones.

5.6. Método de evaluación en campo

La metodología aplicada en esta investigación se fundamentó en el descriptor de la quinua desarrollado por la FAO et al. (2013) . Se evaluaron diez plantas seleccionadas aleatoriamente dentro de los surcos centrales de cada parcela experimental. Para las evaluaciones, se utilizaron diferentes herramientas, como vernier, cinta métrica, balanza, entre otras, según las variables evaluadas.

5.6.1. Tipo de crecimiento y porte de la planta

a) Características del tallo

- Color del tallo.
- Presencia de axilas pigmentadas.
- Presencia de estrías.
- Color de las estrías.
- Forma de tallo principal.

b) Características de la hoja

- Forma de hoja.
- Borde de la hoja.
- Número de dientes en la hoja.
- Color de las hojas basales.

c) Características de la inflorescencia

- Color de la panoja en la floración.
- Color de la panoja en la madurez fisiológica.
- Forma de panoja.
- Densidad de panoja.

d) Características del grano

- Color de perigonio

- Color de pericarpio.
- Color de epispermo.
- Apariencia de la episperma.
- Forma del grano.

e) Altura de la planta (m)

Para medir la altura, se utilizó la cinta métrica. El procedimiento consistió en medir la distancia comprendida a partir del cuello de la planta hasta la parte apical de la panoja de los diez ejemplares seleccionados por tratamiento. Posteriormente, se obtuvo el promedio correspondiente para cada unidad experimental.

f) Diámetro del tallo principal (cm)

Esta variable de diámetro del tallo se evaluó utilizando un vernier. El procedimiento consistió en medir el diámetro desde la base del tallo hasta el punto de inserción de la primera rama con panoja en las diez plantas seleccionadas de cada tratamiento. Posteriormente, se obtuvo el promedio correspondiente para su análisis estadístico.

g) Longitud de panoja (cm)

El largo de la panoja se determinó considerando la panoja del tallo principal. Para ello, se tomaron los diez ejemplares seleccionados y etiquetados de los surcos centrales de las unidades experimentales. Con el uso de una cinta métrica, se midió la distancia comprendida entre la inserción más compacta de glomérulos en la inserción basal y el ápice de la panoja.

h) Diámetro de panoja (cm)

La amplitud de panoja se evaluó utilizando las mismas plantas consideradas para la medición de la longitud de panoja. Se empleo una cinta métrica para llevar a cabo la medición, tomando la distancia correspondiente en el tercio medio de la panoja.

i) Longitud de la hoja basal (cm)

Para la determinación de la longitud foliar en las plantas de quinua, se seleccionó una hoja perteneciente al tercio inferior de cada ejemplar de las diez plantas seleccionadas en la parcela neta. La medición se realizó utilizando un calibrador tipo vernier, tomando como referencia el punto de inserción del pecíolo hasta el ápice de la lámina foliar, solo de las plantas seleccionadas por tratamiento.

j) Ancho de la hoja basal (cm)

De igual forma, se realizó con la ayuda de un vernier las mismas hojas tomadas para la medida de longitud, tomados en centímetros.

k) Longitud del peciolo (cm)

Para la medición de la longitud foliar se empleó un vernier. La toma de datos se realizó desde el punto de inserción del pecíolo con el tallo hasta el extremo de la lámina de la hoja. Para ello, se tomó una hoja por planta de las diez plantas ubicadas en los surcos del área neta de la parcela.

l) Rendimiento de grano por planta (g)

La productividad de grano por planta se determinó mediante el pesaje del grano limpio y seco obtenido de las diez plantas evaluadas en cada unidad experimental. Para

esta medición se utilizó una balanza analítica debidamente calibrada, garantizando la exactitud de los resultados.

m) Rendimiento de grano por parcela en kg convertido a t/ha.

Una vez obtenido el desempeño productivo del grano por parcela en kilogramos, los valores fueron convertidos a toneladas por hectárea (t/ha). Se realizó el pesaje del rendimiento correspondiente a las plantas del área neta de cada unidad experimental y repetición. Posteriormente, se determinó el peso de los granos provenientes de las diez muestras por tratamiento. El resultado final del rendimiento por parcela se expresó en kilogramos y luego se transformó a su equivalencia en toneladas por hectárea mediante la conversión correspondiente, con la fórmula de regla de tres simple.

$$\text{Rendimiento de grano (t/ha)} = \frac{\text{peso total de granos (kg)}}{\text{Area de parcela neta (m}^2\text{)}} \times \frac{10000}{1000}$$

n) Peso de 1,000 granos (g)

El conteo de mil granos se realizó para cada repetición correspondiente a cada línea experimental. Posteriormente, las muestras fueron pesadas utilizando una balanza analítica, y con los valores obtenidos se calculó promedio correspondiente.

o) Peso de jipi por parcela en kg convertido a t/ha

La evaluación se realizó únicamente en la parcela neta de 9,60 m². Primero, se obtuvo el peso del grano inmediatamente después de la trilla, considerando la mezcla de grano y jipi. Luego, fue limpiado mediante venteo para eliminar impurezas. Una vez obtenido el grano limpio, se registró nuevamente su peso. Finalmente, se hizo la

diferencia entre el peso inicial grano más jipi y el peso final de grano limpio; los valores resultantes fueron transformados a toneladas por hectárea.

p) Peso de jipi por planta (g)

La evaluación de determino por la diferencia entre el peso de grano con jipi y peso de grano limpio de las 10 plantas de manera individual por cada unidad experimental o parcela.

q) Peso de kiri por parcela en kg convertido a t/ha

Para la evaluación, también se consideró únicamente la parcela neta de 9,60 m². Los tallos de cada unidad experimental fueron dejados secar hasta alcanzar un contenido de humedad adecuado para el pesado. Una vez secos, se procedió el pesado en kilogramos por unidad experimental. Posteriormente, los obtenidos se transformaron a rendimiento por hectárea mediante una conversión aritmética basada en una regla de tres simple.

r) Peso de kiri por planta (g)

Para determinar el peso de kiri por planta, se procedió a pesar individualmente los tallos secos cada una de las diez plantas seleccionadas, utilizando una balanza de precisión con el fin de asegurar la exactitud de los registros obtenidos.

s) Diámetro y espesor del grano (mm)

La determinación del diámetro y espesor de los granos se desarrolló con el apoyo de un vernier de precisión. Para cada tratamiento y sus respectivas repeticiones, se

evaluaron diez granos representativos del área neta de cada unidad experimental, utilizando el mismo grano para ambas mediciones.

5.6.2. Evaluación del comportamiento fenológico

a) Días de germinación

Para evaluar los días de emergencia, se consideró a partir de la fecha de siembra; la evaluación se realizó mediante observación directa de la cantidad de plántulas emergidas por surcos. Considerándose el momento en que el 70% de la población de plántulas mostraron sus dos cotiledones.

b) Dos hojas verdaderas

Para determinar el tiempo que tardó el 70% de las plántulas en alcanzar la fase de dos hojas verdaderas, se determinó por observación directa de las plántulas por metro lineal de cada surco.

c) Cuatro hojas verdaderas

De manera similar, la evaluación se realizó mediante observación directa cuando aproximadamente el 70% de las plantas en estado juvenil presentaron las cuatro hojas verdaderas completamente abiertas.

d) Seis hojas verdaderas

El método fue la misma que la de las fases anteriores, se registró cuando el 70% de las plantas presentaban las seis hojas verdaderas por metro lineal en cada surco.

e) Ramificación

También fue necesario que el 70% de las plantas emitan las ramas laterales o basales para evaluar por observación directa y poder registrar el tiempo que tomo a partir de la siembra.

f) Panojamiento

La evaluación de los días de panojamiento se realizó mediante observación directa en las diez plantas etiquetas por parcela neta, considerando cada tratamiento y repetición. El registro fue realizado cuando aproximadamente el 70% de las plantas completaron la fase fenológica de panojamiento.

g) Floración

Para la evaluación de esta fase, se aplicó utilizando un monitoreo visual minucioso de las diez plantas de cada surco, para registrar las plantas que presentaron panojas.

h) Grano lechoso

En esta fase, la evaluación se realizó cuando los granos, al aplicarse presión entre las uñas, liberaron un líquido lechoso. Asimismo, se anotó el número de días transcurridos a partir de la siembra hasta la aparición de este estado fisiológico en cada tratamiento.

i) Grano pastoso

A diferencia del grano lechoso, en esta etapa los granos, al momento de ser presionar entre las uñas, ya mostraron una consistencia dura o pastosa. En este punto, las plantas ya alcanzaron su madurez fisiológica, considerando el tiempo transcurrido desde la siembra.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Rendimiento de grano

6.1.1. Rendimiento de grano por planta (g)

Tabla 11

Rendimiento de grano promedio de 10 plantas / tratamiento (g).

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				$\sum Y_i$	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	49.93	20.49	23.76	31.78	125.96	31.49
2	L-220-14	33.88	38.28	37.71	25.98	135.85	33.96
3	L-248	26.65	26.13	25.61	22.95	101.34	25.34
4	L-249-2	23.44	45.35	23.44	24.77	117.00	29.25
5	L-251	37.36	46.27	22.94	33.17	139.74	34.94
6	L-252	34.73	31.78	48.47	27.63	142.61	35.65
7	L-416-14-5	38.78	39.09	34.58	23.65	136.10	34.03
8	L-417-14-7	36.27	49.91	22.87	40.78	149.83	37.46
9	L-420-14-8	44.04	28.29	32.62	36.38	141.33	35.33
10	L-427-14-8	37.32	30.56	30.69	36.01	134.58	33.65
11	SALCEDO INIA	35.19	25.71	31.91	43.56	136.37	34.09
$\sum Y_j$		397.59	381.86	334.60	346.66	1460.71	33.20

El peso promedio de granos por planta fue de 33.20 g, siendo este dato inferior a los reportes de las investigaciones de Yapura (2025) con un promedio de 49.73 g, Huamanguillas (2023) con 41.75 g y Huilca (2019) con un promedio de 38.55 g.

Tabla 12

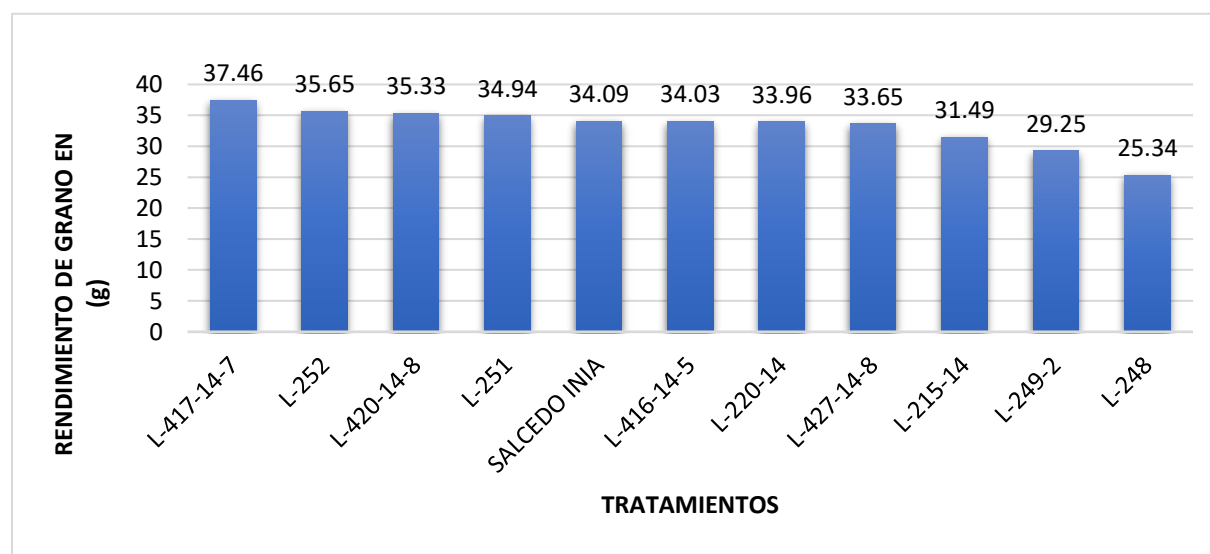
ANOVA para rendimiento de grano promedio de 10 plantas (g).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	236.977934	78.992645	1.11	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	457.360941	45.736094	0.64	2.06	2.76	NS	NS
Error	30	2134.686241	71.156208					
Total	43	2829.025116	CV=	25.41%				

El análisis de varianza sobre el peso de grano por ejemplar registrando un coeficiente de variación de 25.41% señala que no existen diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos, tanto al 95% como al 99% de nivel de confianza. Esta uniformidad en los resultados podría atribuirse al manejo agronómico homogéneo, así como a las condiciones agroecológicas y edáficas similares presentes en el área experimental.

Figura 4

Rendimiento de grano promedio de 10 plantas (g).



El orden de mérito establece con la línea L-417-14-7 con 37.46 g siendo el mayor rendimiento, incluyendo la variedad SALCEDO INIA con 34.09 g, y con menor rendimiento la línea L-248 con 25.34 g. Por lo tanto, esta diferencia numérica no es suficiente para alcanzar los niveles de significancia.

6.1.2. Rendimiento de grano por parcela en kg convertido a t/ha

Tabla 13

Rendimiento de grano transformado a (t/ha).

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				ΣY_i	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	2.04	3.10	2.21	2.59	9.94	2.49
2	L-220-14	3.08	3.47	3.11	2.34	12.00	3.00
3	L-248	2.06	2.20	2.35	2.13	8.74	2.19
4	L-249-2	3.60	3.59	2.59	2.67	12.45	3.11
5	L-251	4.64	3.36	3.93	2.99	14.92	3.73
6	L-252	2.37	2.20	2.10	2.27	8.94	2.24
7	L-416-14-5	4.51	3.62	4.20	3.36	15.69	3.92
8	L-417-14-7	3.22	3.10	3.47	3.45	13.24	3.31
9	L-420-14-8	4.25	3.65	3.58	3.55	15.03	3.76
10	L-427-14-8	5.15	4.33	4.36	3.72	17.56	4.39
11	SALCEDO INIA	1.42	1.35	1.37	2.37	6.51	1.63
ΣY_j		36.34	33.97	33.27	31.44	135.02	3.07

El rendimiento de grano expresado en t/ha mostró un promedio de 3.07 t/ha, superior a las investigaciones realizadas por Huilca (2019) y Huamanguillas (2023) quienes obtuvieron promedios de 2.55 t/ha y 2.33 t/ha, respectivamente. Sin embargo, es inferior a los reportes según las investigaciones de Yapura (2025) con 3.58 t/ha, Davalos (2022) con 4.88 t/ha y Villaca (2024), que reporto un promedio de 5.57 t/ha. Estas diferencias se pueden atribuir al manejo agronómico y las condiciones agroecológicas específicas de cada estudio (clima, suelo y altitud).

Tabla 14*ANOVA para rendimiento de grano t/ha.*

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	1.120264	0.373421	1.93	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	29.380718	2.938072	15.16	2.06	2.76	*	*
Error	30	5.814536	0.193818					
Total	43	36.315518	CV=	14.35%				

Según la evaluación de varianza para el nivel productivo del grano expresado en t/ha, mostró un nivel de variación de 14.35%, valor que se encuentra dentro del rango aceptable para experimentos agrícolas de campo. El efecto de tratamientos al 95 y 99% de confianza se muestra altamente significativo estadísticamente, mas no se mostraron diferencias significativas para bloques.

Tabla 15*Prueba de Tukey para rendimiento de grano t/ha.*

DLS(t): 0.05 = 1.08 DLS(t): 0.01 = 1.28

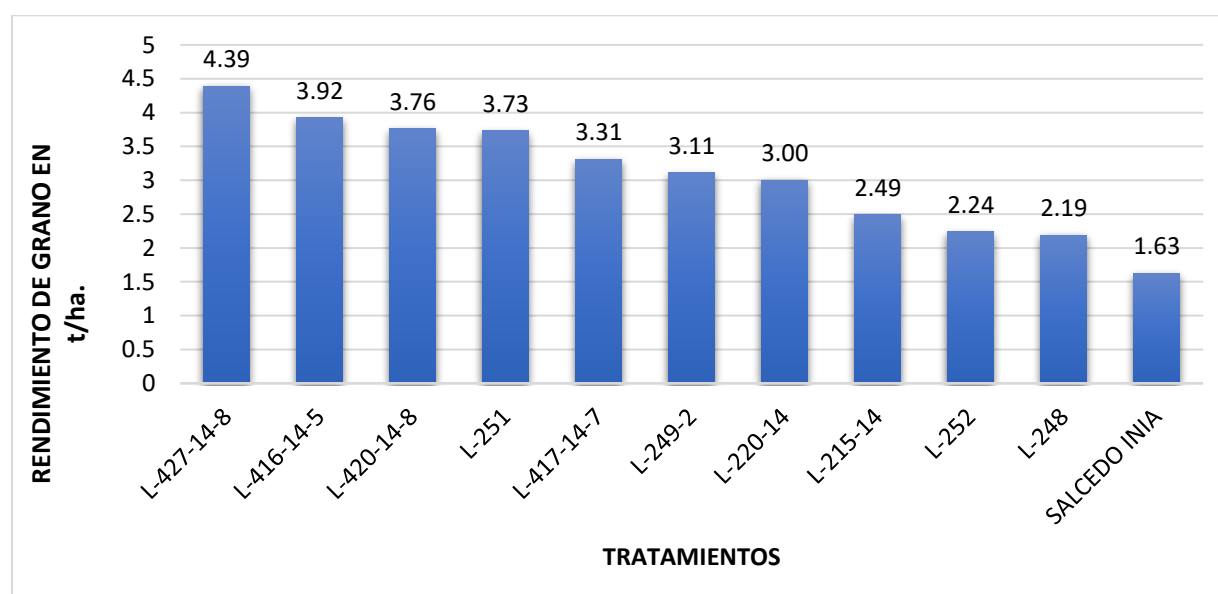
O.M.	Tratamiento			DLS(t)					
	Clave	Promedios		0.05			0.01		
I	L-427-14-8	4.39	A				a		
II	L-416-14-5	3.92	A	b			a	b	
III	L-420-14-8	3.76	A	b			a	b	c
IV	L-251	3.73	A	b			a	b	c
V	L-417-14-7	3.31	A	b	c		a	b	c d
VI	L-249-2	3.11		b	c	d	a	b	c d
VII	L-220-14	3.00		b	c	d		b	c d
VIII	L-215-14	2.49			c	d	e	c	d e
IX	L-252	2.24			c	d	e		d e
X	L-248	2.19				d	e		d e
XI	SALCEDO INIA	1.63					e		e

Al realizar la prueba Tukey al 95% de confianza se dividen en cinco grupos, la línea L-427-14-8 con 4.39 t/ha hasta L-417-14-7 con 3.31 t/ha son estadísticamente equivalentes y muestran superioridad frente a los demás grupos (b, c, d y e) incluyendo al testigo variedad SALCEDO INIA con un rendimiento de 1.63 t/ha.

Al 99% de nivel de confianza también se dividen en cinco grupos, donde la línea L-427-14-8 con 4.39 t/ha hasta L-249-2 con rendimiento de 3.11 t/ha son estadísticamente equivalentes y superan a los demás grupos incluyendo a la variedad SALCEDO INIA (testigo) con 1.63 t/ha.

Figura 5

Rendimiento de grano t/ha.



6.1.3. Peso de 1,000 granos (g)

Tabla 16

Peso de 1000 granos promedio de 10 plantas / tratamiento (g).

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				ΣY_i	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	3.10	3.46	2.99	3.01	12.56	3.14
2	L-220-14	4.14	4.41	4.04	3.85	16.43	4.11
3	L-248	3.87	4.12	3.77	3.79	15.55	3.89
4	L-249-2	3.56	3.83	3.93	3.70	15.02	3.76
5	L-251	4.16	4.46	3.84	4.11	16.56	4.14
6	L-252	3.67	3.62	3.73	3.65	14.66	3.67
7	L-416-14-5	4.10	4.28	3.96	3.45	15.78	3.95
8	L-417-14-7	3.00	4.16	3.94	3.27	14.36	3.59
9	L-420-14-8	3.83	3.37	3.45	3.35	14.00	3.50
10	L-427-14-8	4.53	3.55	4.57	3.94	16.59	4.15
11	SALCEDO INIA	3.20	3.43	3.26	3.37	13.26	3.31
ΣY_j		41.14	42.67	41.46	39.49	164.77	3.74

El peso promedio de mil granos fue de 3.74 g; este dato es superior al reporte de Yapura (2025) con un promedio de 3.26 g e inferior a los reportes de las investigaciones llevadas por Huamanguillas (2023) y Villaca (2024) con promedios de 4.31 y 4.11 g.

Tabla 17

ANOVA para peso de 1000 granos promedio de 10 plantas (g).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	0.469703	0.156568	1.98	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	4.611877	0.461188	5.82	2.06	2.76	*	*
Error	30	2.377364	0.079245					
Total	43	7.458944	CV=	7.52%				

El análisis de varianza del peso en base a mil granos evidenció que no se presentaron variaciones relevantes entre bloques al 95% ni al 99% de nivel de confianza.

Sin embargo, entre los tratamientos si existe diferencias significativas para ambos niveles de confianza. El coeficiente de variabilidad fue de 7.52%.

Tabla 18

Prueba de Tukey para peso de 1000 granos promedio de 10 plantas en (g).

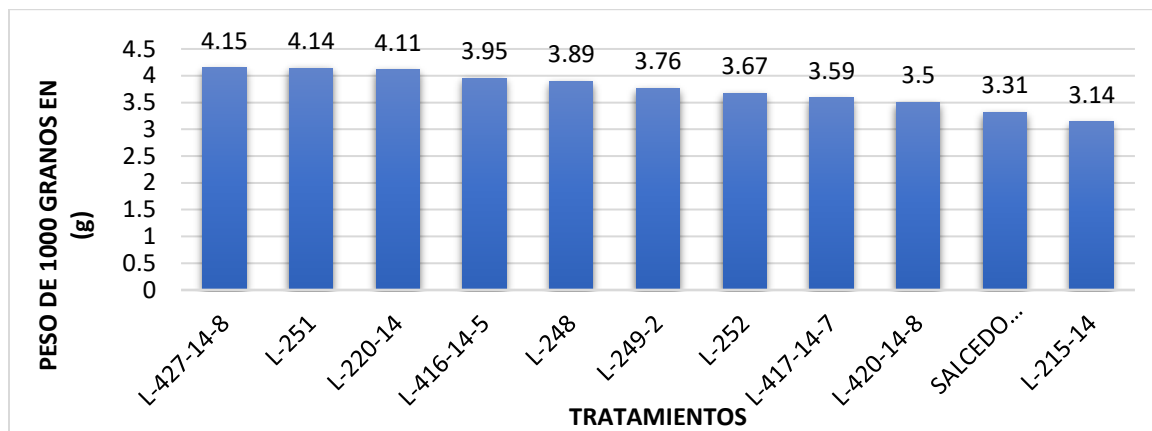
DLS(t): 0.05 = 0.69 DLS(t): 0.01 = 0.82

O.M.	Tratamiento		DLS(t)					
	Clave	Promedios	0.05			0.01		
I	L-427-14-8	4.15	a			a		
II	L-251	4.14	a			a		
III	L-220-14	4.11	a			a		
IV	L-416-14-5	3.95	a	b		a	b	
V	L-248	3.89	a	b		a	b	
VI	L-249-2	3.76	a	b	c	a	b	c
VII	L-252	3.67	a	b	c	a	b	c
VIII	L-417-14-7	3.59	a	b	c	a	b	c
IX	L-420-14-8	3.50	a	b	c	a	b	c
X	SALCEDO INIA	3.31		b	c		b	c
XI	L-215-14	3.14			c			c

Según el test de Tukey al 95 y 99% de confianza, las líneas L - 427-14-8 con 4.15 g, L-251 con 4.14 g y L-220-14 con 4.11 g son iguales y superiores estadísticamente al testigo variedad SALCEDO INIA con 3.31 g y la línea L-215-14 con 3.14 g.

Figura 6

Peso de 1000 granos promedio de 10 plantas (g).



6.1.4. Peso de jipi por parcela en kg convertido en t/ha

Tabla 19

Peso de jipi transformado a t/ha.

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				ΣY_i	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	1.41	1.58	1.24	1.59	5.82	1.46
2	L-220-14	1.46	1.85	1.86	1.45	6.62	1.66
3	L-248	1.02	1.06	1.32	1.20	4.61	1.15
4	L-249-2	1.64	1.69	1.65	1.67	6.65	1.66
5	L-251	1.55	1.87	1.89	1.69	6.99	1.75
6	L-252	1.70	1.21	1.66	1.37	5.95	1.49
7	L-416-14-5	1.64	1.59	1.30	1.58	6.11	1.53
8	L-417-14-7	1.50	1.89	1.20	1.48	6.06	1.51
9	L-420-14-8	1.32	1.73	1.51	1.84	6.39	1.60
10	L-427-14-8	1.37	1.20	1.50	1.37	5.45	1.36
11	SALCEDO INIA	0.99	0.90	1.09	1.18	4.17	1.04
ΣY_j		15.61	16.57	16.21	16.43	64.82	1.47

El peso de jipi por parcela expresado en toneladas por hectárea (t/ha) presento un promedio general de 1.47 t/ha, resultado que supera al reportado por Yapura (2025), quien obtuvo un promedio de 1.27 t/ha.

Tabla 20

ANOVA para peso de jipi por parcela t/ha.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	0.049607	0.016536	0.47	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	1.887591	0.188759	5.36	2.06	2.76	*	*
Error	30	1.056718	0.035224					
Total	43	2.993916	CV=	12.74 %				

El análisis de varianza para peso de jipi por parcela expresada en toneladas por hectárea (t/ha) presentó coeficiente de variabilidad del 12.74%, lo cual indica una aceptable precisión experimental. Además, muestra variaciones significativas para los factores evaluados al 95 y 99% de confiabilidad, mas no existen diferencias para bloques.

Tabla 21

Prueba Tukey para peso de jipi (t/ha).

DLS(t): 0.05 = 0.46 DLS(t): 0.01 = 0.54

O.M.	Tratamiento		DLS(t)					
	Clave	Promedios	0.05			0.01		
I	L-251	1.75	a			a		
II	L-249-2	1.66	a			a	b	
III	L-220-14	1.66	a			a	b	
IV	L-420-14-8	1.60	a	b		a	b	
V	L-416-14-5	1.53	a	b		a	b	c
VI	L-417-14-7	1.52	a	b		a	b	c
VII	L-252	1.49	a	b	c	a	b	c
VIII	L-215-14	1.46	a	b	c	a	b	c
IX	L-427-14-8	1.36	a	b	c	a	b	c
X	L-248	1.15		b	c		b	c
XI	SALCEDO INIA	1.04			c			c

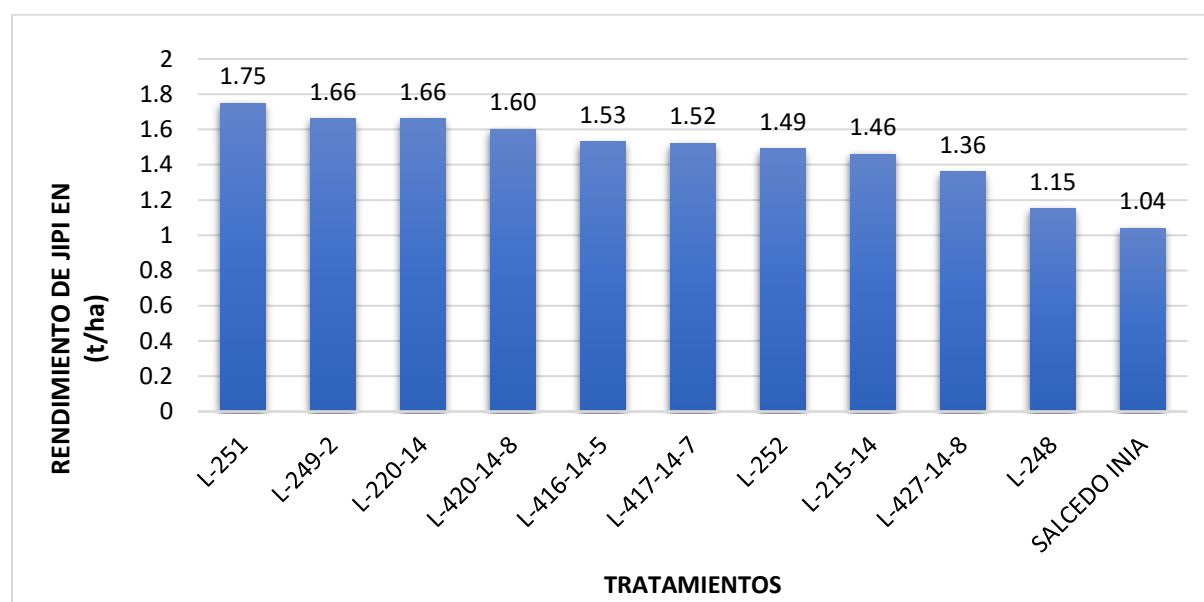
La prueba de Tukey al 95% de nivel de confianza para peso de jipi por parcela expresado en t/ha, clasifico los tratamientos en tres grupos (a, b y c). La línea L-251 con

1,75 t/ha hasta la línea L-427-14-8 con 1.36 t/ha son iguales estadísticamente y mayores a los grupos (b y c), incluyendo el testigo variedad SALCEDO INIA con 1.04 t/ha.

Al 99% de confiabilidad, también se dividen en tres grupos (a, b y c), siendo con mayor peso la línea L-251 con 1,75 t/ha hasta la línea L-427-14-8 con 1.36 t/ha; no difieren significativamente entre sí, pero son superiores al resto de los grupos dentro de los cuales se incluye a la variedad SALCEDO INIA, que presenta el menor peso con 1.04 t/ha.

Figura 7

Peso de jipi por parcela (t/ha).



6.1.5. Peso de jipi por planta (g)

Tabla 22

Peso de jipi promedio de 10 plantas / tratamiento (g).

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				$\sum Y_i$	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	37.54	16.52	24.33	22.04	100.44	25.11
2	L-220-14	17.08	25.13	22.25	20.09	84.56	21.14
3	L-248	17.21	15.99	25.12	19.77	78.08	19.52
4	L-249-2	16.07	24.95	17.13	17.84	75.98	19.00
5	L-251	17.25	17.94	17.08	20.47	72.73	18.18
6	L-252	15.29	15.37	23.28	19.39	73.32	18.33
7	L-416-14-5	25.31	18.97	22.90	16.05	83.23	20.81
8	L-417-14-7	26.50	21.59	15.56	18.68	82.33	20.58
9	L-420-14-8	20.50	17.94	21.51	17.67	77.63	19.41
10	L-427-14-8	21.97	16.15	18.83	21.40	78.35	19.59
11	SALCEDO INIA	14.99	10.17	18.22	15.38	58.76	14.69
$\sum Y_j$		229.71	200.71	226.21	208.77	865.41	19.67

El promedio general para peso de jipi por planta fue de 19.67g; este dato es superior al reporte de Huilca (2019), quien obtuvo un promedio de 17.54 g, lo que podría atribuirse a diferencias en el manejo agronómico o condiciones ambientales. Sin embargo, este promedio es considerablemente inferior al registrado por Yapura (2025), quien reportó un promedio de 44.44 g de jipi por planta.

Tabla 23

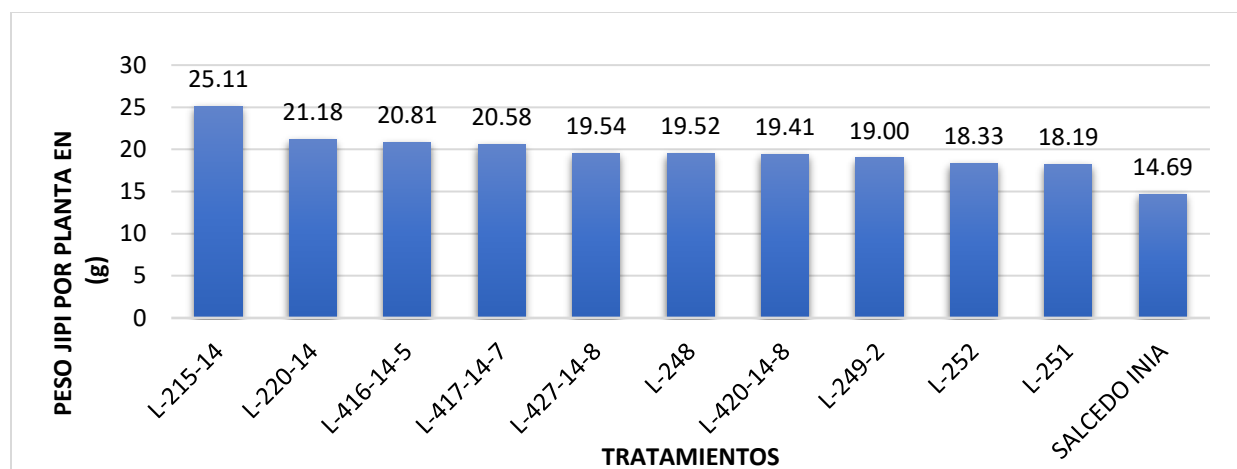
ANOVA para peso de jipi promedio de 10 plantas (g).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	51.539936	17.179979	0.93	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	253.342518	25.334252	1.38	2.06	2.76	NS	NS
Error	30	552.341664	18.411389					
Total	43	857.224118	CV=	21.82%				

El análisis de varianza para el peso promedio del jipi muestra que no se observaron diferencias significativas ni entre los bloques ni entre tratamientos, tanto al 95% como al 99% de nivel de confianza con un nivel de variabilidad al 21.82%.

Figura 8

Peso de jipi promedio de 10 plantas (g).



De acuerdo con el orden de mérito, se observa aritméticamente que la L-215-14 con 25.11 g presenta el peso más alto, mientras que la variedad SALCEDO INIA presentó el peso más bajo, mostrando un promedio de 14.69 g de peso jipi por ejemplar.

6.1.6. Peso de kiri por parcela en kg convertido a t/ha

Tabla 24

Peso kiri en (t/ha).

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				$\sum Y_i$	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	1.58	1.55	1.57	1.59	6.29	1.57
2	L-220-14	1.56	1.58	1.58	1.57	6.29	1.57
3	L-248	1.58	1.58	1.58	2.12	6.86	1.72
4	L-249-2	1.58	1.55	1.57	1.59	6.29	1.57
5	L-251	1.57	1.59	1.57	1.57	6.30	1.58
6	L-252	1.58	1.58	1.59	1.56	6.31	1.58

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				ΣY_i	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
7	L-416-14-5	1.58	1.57	1.57	1.56	6.28	1.57
8	L-417-14-7	1.58	1.58	1.55	2.00	6.71	1.68
9	L-420-14-8	1.57	1.56	1.57	1.62	6.32	1.58
10	L-427-14-8	1.58	1.56	1.56	1.57	6.27	1.57
11	SALCEDO INIA	1.30	1.20	1.49	1.54	5.53	1.38
ΣY_j		17.06	16.90	17.20	18.29	69.45	1.58

El rendimiento promedio de kiri por parcela neta obtenido en este estudio fue de 1.58 t/ha, siendo considerablemente inferior al reportado por Yapura (2025) con un promedio de 3.89 t/ha. Mostrando una brecha de productividad, esta diferencia probablemente obedece a las condiciones edafoclimáticas, el manejo agronómico, la adaptación de las líneas en estudio.

Tabla 25

ANOVA para kiri en t/ha.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		SIGN	
					0.05	0.01		
Bloque	3	0.108370	0.036123	3.27	2.92	4.51	*	NS
Tratamiento	10	0.268664	0.026866	2.43	2.06	2.76	*	NS
Error	30	0.331555	0.011052					
Total	43	0.708589	CV= 6.66%					

El análisis de varianza para el rendimiento de peso de kiri por parcela (t/ha) mostró un coeficiente de variabilidad de 6.66%, valor que refleja una precisión experimental aceptable en la estimación de los promedios, Asimismo, tanto el efecto de los bloques como el de los tratamientos resultaron estadísticamente significativos al 95 % de nivel de confianza.

Tabla 26

Prueba Tukey para peso kiri en t/ha.

DLS(t): 0.05 = 0.25 DLS(t): 0.01 = 0.30

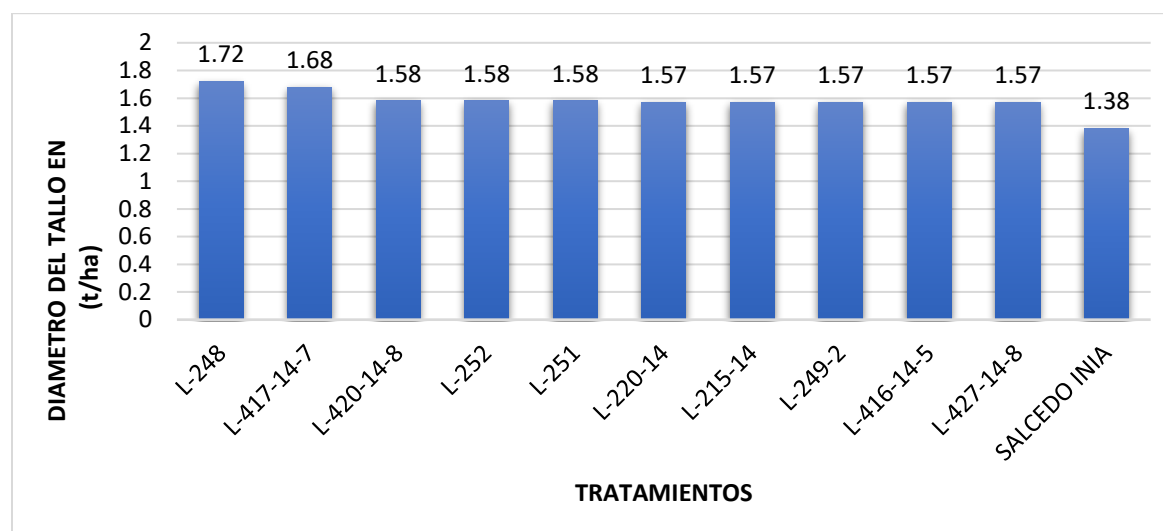
O.M.	Tratamiento		DLS(t)			
	Clave	Promedios	0.05		0.01	
I	L-248	1.72	a		a	
II	L-417-14-7	1.68	a		a	b
III	L-420-14-8	1.58	a	b	a	b
IV	L-252	1.58	a	b	a	b
V	L-251	1.58	a	b	a	b
VI	L-220-14	1.57	a	b	a	b
VII	L-215-14	1.57	a	b	a	b
VIII	L-249-2	1.57	a	b	a	b
IX	L-416-14-5	1.57	a	b	a	b
X	L-427-14-8	1.57	a	b	a	b
XI	SALCEDO INIA	1.38		b		b

Luego de realizar la prueba Tukey al 95% de confianza, se dividen en dos grupos (a y b). donde la línea L-248 con 1.72 t/ha hasta L-427-14-8 con 1.57 t/ha son iguales estadísticamente y superiores al grupo (b).

Con una confiabilidad del 99%, se evidencio que las líneas con mayor peso de kiri t/ha son: L-248 con 1.72 t/ha hasta L-427-14-8 con 1.57 t/ha son iguales estadísticamente y superiores al segundo grupo, incluyendo al testigo variedad SALCESO INIA con 1.38 t/ha.

Figura 9

Peso kiri en t/ha.



6.1.7. Peso de kiri por planta (g)

Tabla 27

Peso de kiri promedio de 10 plantas / tratamiento (g).

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				$\sum Y_i$	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	55.70	30.20	48.00	66.20	200.10	50.03
2	L-220-14	40.90	58.40	61.31	49.90	210.52	52.63
3	L-248	56.00	57.60	61.00	53.60	228.20	57.05
4	L-249-2	59.30	31.20	51.90	67.20	209.60	52.40
5	L-251	48.30	69.80	46.80	47.70	212.60	53.15
6	L-252	57.20	57.80	69.90	43.60	228.50	57.13
7	L-416-14-5	57.45	45.40	47.40	35.30	185.55	46.39
8	L-417-14-7	57.40	57.80	25.30	47.40	187.90	46.98
9	L-420-14-8	51.85	40.10	44.41	34.70	171.07	42.77
10	L-427-14-8	55.40	38.30	43.00	45.10	181.80	45.45
11	SALCEDO INIA	22.60	23.40	25.00	23.40	94.40	23.60
$\sum Y_j$		562.10	510.00	524.03	514.10	2110.23	47.96

El peso promedio de kiri por planta en el presente estudio fue de 47.96 g, lo cual supera a los datos reportados por Huamanguillas (2023) y Yapura (2025) con promedios

de 40.69 y 36.39 g/planta, respectivamente. Sin embargo, este promedio es ligeramente inferior a la investigación realizada por Huillca (2019), quien reportó un promedio de 50.06 g/planta. Estas diferencias pueden atribuirse a factores como las variables climáticas, las estrategias de manejo agronómico, el tipo de suelo y la composición genético empleado en cada investigación

Tabla 28

ANOVA para peso de kiri promedio de 10 plantas (g).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	154.095531	51.365177	0.44	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	3477.853459	347.785346	2.97	2.06	2.76	*	*
Error	30	3513.118710	117.103957					
Total	43	7145.067701	CV= 22.56%					

De acuerdo con el análisis de varianza, el peso de kiri por planta muestra un coeficiente de variación de 22.56%, valor considerado aceptable dentro del experimental. Considerando los niveles de confianza del 95 y 99%, si existe diferencias estadísticamente considerables entre tratamientos, mientras que no existen diferencias significativas entre bloques.

Tabla 29

Prueba de Tukey para peso de kiri promedio de 10 plantas (g).

DLS(t): 0.05 = 26.60 DLS(t): 0.01 = 31.64

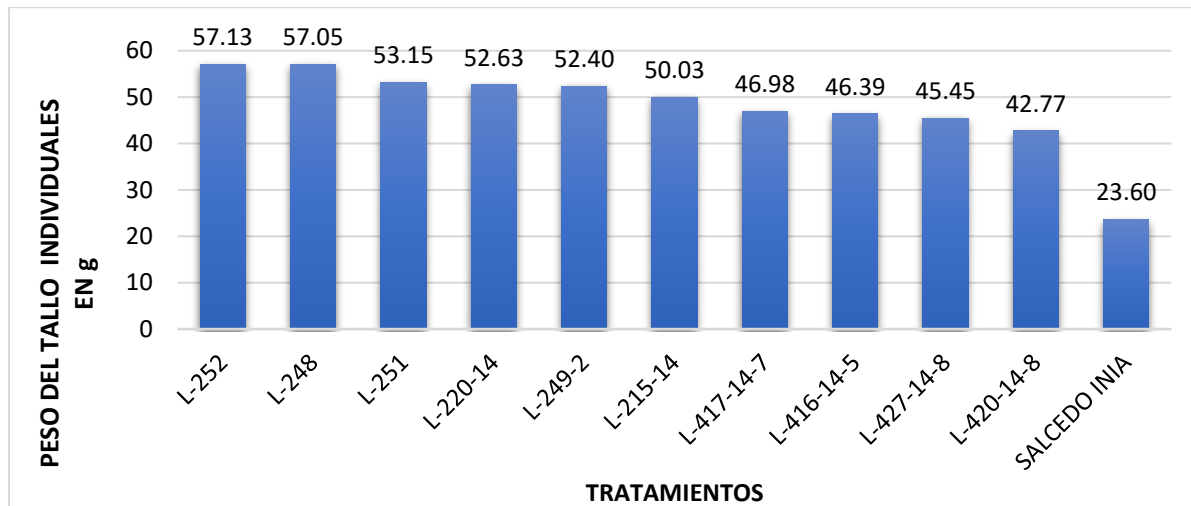
O.M.	Tratamiento		DLS(t)	
	Clave	Promedios	0.05	0.01
I	L-252	57.13	a	a
II	L-248	57.05	a	a
III	L-251	53.15	a	a b
IV	L-220-14	52.63	a	a b
V	L-249-2	52.40	a	a b
VI	L-215-14	50.03	a b	a b
VII	L-417-14-7	46.98	a b	a b
VIII	L-416-14-5	46.39	a b	a b
IX	L-427-14-8	45.45	a b	a b
X	L-420-14-8	42.77	a b	a b
XI	SALCEDO INIA	23.60	b	b

A un nivel de confianza del 95%, los tratamientos del grupo (a) las líneas L-252 con 57.13 g hasta L-420-14-8 con 42.77 g son iguales y estadísticamente superiores al grupo (b), incluyendo la variedad SALCEDO INIA con 23.60 g.

Al 99% de nivel de confianza, las líneas con mayor peso son L-252 con 57.13 g hasta L-420-14-8 con 42.77 g; son iguales estadísticamente y superiores al grupo (b), incluyendo el testigo variedad SALCEDO INIA.

Figura 10

Peso de kiri promedio de 10 plantas (g).



6.1.8. Diámetro de grano (mm)

Tabla 30

Diámetro de grano promedio de 10 plantas / tratamiento (mm).

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				$\sum Y_i$	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	1.98	1.97	1.95	1.93	7.83	1.96
2	L-220-14	2.18	2.17	2.23	2.05	8.63	2.16
3	L-248	2.11	2.14	2.09	2.15	8.49	2.12
4	L-249-2	2.10	2.12	2.07	2.16	8.44	2.11
5	L-251	2.11	2.17	2.06	2.08	8.41	2.10
6	L-252	2.09	2.02	2.14	2.01	8.26	2.06
7	L-416-14-5	2.11	2.13	1.97	1.99	8.20	2.05
8	L-417-14-7	1.99	2.02	1.97	1.99	7.97	1.99
9	L-420-14-8	2.04	2.14	2.00	1.95	8.12	2.03
10	L-427-14-8	2.17	1.93	2.09	2.09	8.28	2.07
11	SALCEDO INIA	1.75	1.83	1.81	1.84	7.22	1.80
$\sum Y_j$		22.62	22.64	22.35	22.23	89.83	2.04

El diámetro de grano promedio en esta investigación fue de 2.04 mm, siendo similar a las investigaciones realizadas por Huilca (2019) con 2.05 mm y Huamanguillas

(2023) con un promedio de 2.02 mm. Además, supera lo reportado por Davalos (2022) con 1.96 mm y finalmente es inferior al estudio llevado a cabo por Villaca (2024) con un promedio de 2.13 mm.

Tabla 31

ANOVA para diámetro de grano promedio de 10 plantas (mm).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	0.011084	0.003695	1.01	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	0.382585	0.038259	10.43	2.06	2.76	*	*
Error	30	0.110060	0.003669					
Total	43	0.503729	CV= 2.97%					

El análisis de varianza para el diámetro de grano muestra variaciones estadísticamente significativas entre tratamientos al 95 y 99% de nivel de confianza, mas no se encontraron grandes diferencias entre bloques con un coeficiente de variabilidad de 2.97%, lo que refleja una elevada precisión experimental y una baja dispersión de los datos obtenidos.

Tabla 32

Prueba de Tukey para diámetro de grano promedio de 10 plantas (mm).

DLS(t): 0.05 = 0.14 DLS(t): 0.01 = 0.17

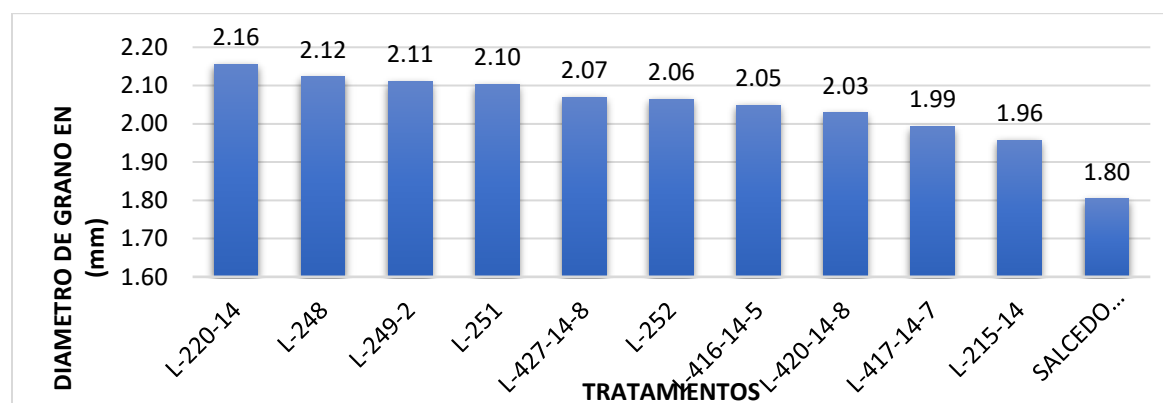
O.M.	Tratamiento		DLS(t)				
	Clave	Promedios	0.05			0.01	
I	L-220-14	2.16	a			a	
II	L-248	2.12	a	b		a	b
III	L-249-2	2.11	a	b		a	b
IV	L-251	2.10	a	b	c	a	b
V	L-427-14-8	2.07	a	b	c	a	b
VI	L-252	2.06	a	b	c	a	b
VII	L-416-14-5	2.05	a	b	c	a	b
VIII	L-420-14-8	2.03	a	b	c	a	b
IX	L-417-14-7	1.99		b	c	a	b
X	L-215-14	1.96			c	b	c
XI	SALCEDO INIA	1.80			d		c

Según la prueba de Tukey, al 95% de nivel de confianza, se identificaron cuatro grupos (a, b, c y d) las cuales son iguales estadísticamente. Las líneas L-220-14 con 2.16 mm hasta L-420-14-8 con 2.03 mm son iguales y superiores estadísticamente a los demás grupos incluyendo el testigo variedad SALCEDO INIA con 1.80 mm.

Para la prueba de Tukey al 99% de nivel de confianza, las líneas L-220-14 con 2.16 mm hasta la línea L-417-14-7 con 1.99 mm son estadísticamente equivalentes entre sí y superando significativamente a los grupos b y c, incluyendo al testigo variedad SALCEDO INIA.

Figura 11

Diámetro de grano promedio de 10 plantas en (mm).



6.1.9. Espesor de grano (mm)

Tabla 33

Espesor de grano promedio de 10 plantas / tratamiento (mm).

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				$\sum Y_i$	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	0.84	0.88	0.80	0.85	3.36	0.84
2	L-220-14	1.10	0.90	0.98	0.88	3.86	0.96
3	L-248	0.88	0.89	0.84	0.85	3.46	0.87
4	L-249-2	0.84	0.90	0.85	0.85	3.43	0.86
5	L-251	0.89	0.87	0.90	0.86	3.51	0.88
6	L-252	0.83	0.81	0.83	0.81	3.27	0.82
7	L-416-14-5	0.90	0.92	0.88	0.88	3.57	0.89
8	L-417-14-7	0.84	0.89	0.90	0.85	3.47	0.87
9	L-420-14-8	0.92	1.11	0.90	0.90	3.83	0.96
10	L-427-14-8	0.93	0.95	0.89	0.85	3.62	0.90
11	SALCEDO INIA	0.93	1.03	0.91	0.95	3.81	0.95
$\sum Y_j$		9.87	10.13	9.66	9.51	39.16	0.89

El espesor de grano promedio fue de 0.89 mm; este promedio es igual al promedio reportado por Davalos (2022) con 0.89 mm e inferior a las investigaciones realizadas por Huamanguillas (2023) con un promedio de 0.93 mm, Villaca (2024) con un promedio de 0.96 mm y Yapura (2025) con un promedio de 1.05 mm.

Tabla 34

ANOVA para espesor de grano promedio de 10 plantas (mm).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	0.019568	0.006523	2.81	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	0.096462	0.009646	4.15	2.06	2.76	*	*
Error	30	0.069669	0.002322					
Total	43	0.185700	CV= 5.41%					

El análisis de varianza del espesor promedio de grano obtenido a partir de 10 plantas indico que no hay diferencias estadísticamente evidentes entre bloques a los niveles de confianza del 95 y 99%. Si embargo, si se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. El porcentaje de variación fue de 5.41%, un porcentaje que refleja una alta precisión experimental.

Tabla 35

Prueba de Tukey para espesor de grano promedio de 10 plantas (mm).

DLS(t): 0.05 = 0.11 DLS(t): 0.01 = 0.14

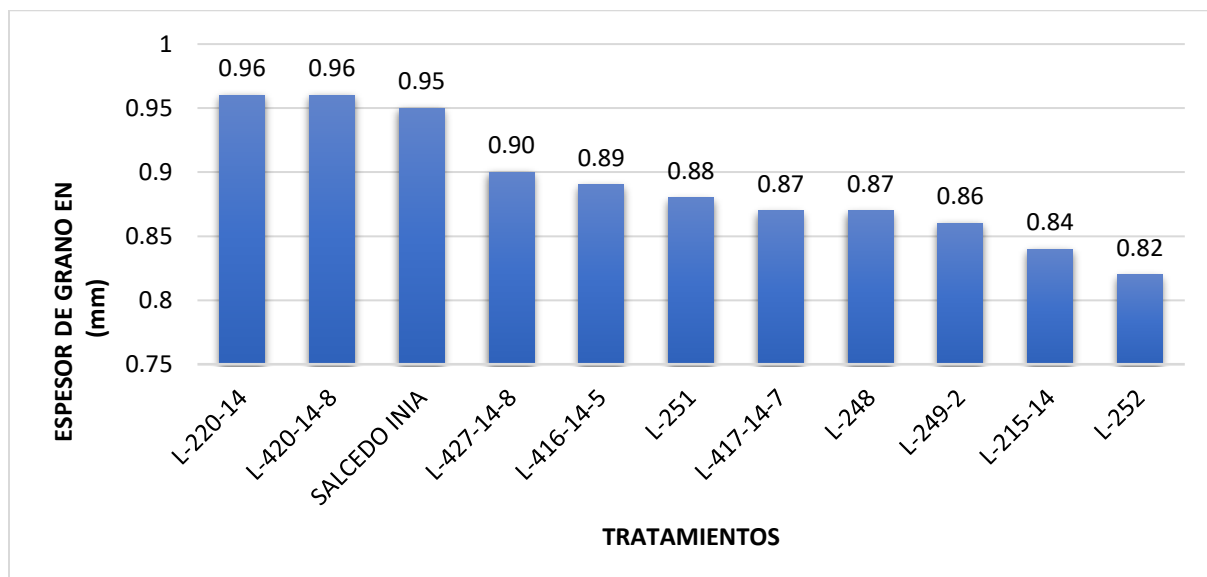
O.M.	Tratamiento		DLS(t)			
	Clave	Promedios	0.05		0.01	
I	L-220-14	0.96	a			
II	L-420-14-8	0.96	a	b	a	
III	SALCEDO INIA	0.95	a	b	a	b
IV	L-427-14-8	0.90	a	b	c	a
V	L-416-14-5	0.89	a	b	c	a
VI	L-251	0.88	a	b	c	a
VII	L-417-14-7	0.87	a	b	c	a
VIII	L-248	0.87	a	b	c	a
IX	L-249-2	0.86	a	b	c	a
X	L-215-14	0.84		b	c	a
XI	L-252	0.82			c	b

De acuerdo con la prueba de Tukey al 95% de nivel de confianza para el espesor de grano, los tratamientos se dividen en tres grupos (a, b y c). Las líneas L-220-14 con 0.96 mm, incluyendo el testigo, variedad SALCEDO INIA con 0.95 mm, hasta L-249-2 con 0.86 mm, conforman el grupo (a) y son similares y con mejores resultados estadísticamente respecto a los grupos (b y c).

Al 99% de nivel de confianza, las líneas L-420-14-8 con un promedio de 0.96 mm hasta L-215-14 con 0.84 mm, incluyendo a la variedad local (testigo), son iguales y superiores estadísticamente a las demás líneas evaluada en el estudio.

Figura 12

Espesor de grano promedio de 10 plantas (mm).



6.1.10. Altura de la planta (m)

Tabla 36

Altura de la planta promedio de 10 plantas / tratamiento (m).

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				$\sum Y_i$	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	1.59	1.23	1.72	1.72	6.26	1.57
2	L-220-14	1.55	1.88	2.03	1.62	7.07	1.77
3	L-248	1.55	1.42	1.58	1.38	5.94	1.49
4	L-249-2	1.67	1.87	1.20	1.55	6.29	1.57
5	L-251	1.73	1.91	1.26	1.76	6.65	1.66
6	L-252	1.42	1.68	2.03	1.47	6.60	1.65
7	L-416-14-5	1.83	1.50	1.84	1.32	6.49	1.62
8	L-417-14-7	1.83	2.10	1.20	1.57	6.70	1.67
9	L-420-14-8	1.65	1.39	1.46	1.34	5.83	1.46
10	L-427-14-8	1.87	1.57	1.53	1.52	6.48	1.62
11	SALCEDO INIA	1.23	1.14	1.24	1.53	5.14	1.28
$\sum Y_j$		17.93	17.67	17.08	16.78	69.46	1.58

El promedio de altura de planta obtenido en el presente estudio fue de 1.58 m, siendo inferior a los datos reportados según las investigaciones realizadas por Yapura (2025) con un promedio de 1.68 m, Huamanguillas (2023) con 1.77 m y Villaca (2024) con un promedio de 2.14 m, respectivamente.

Tabla 37

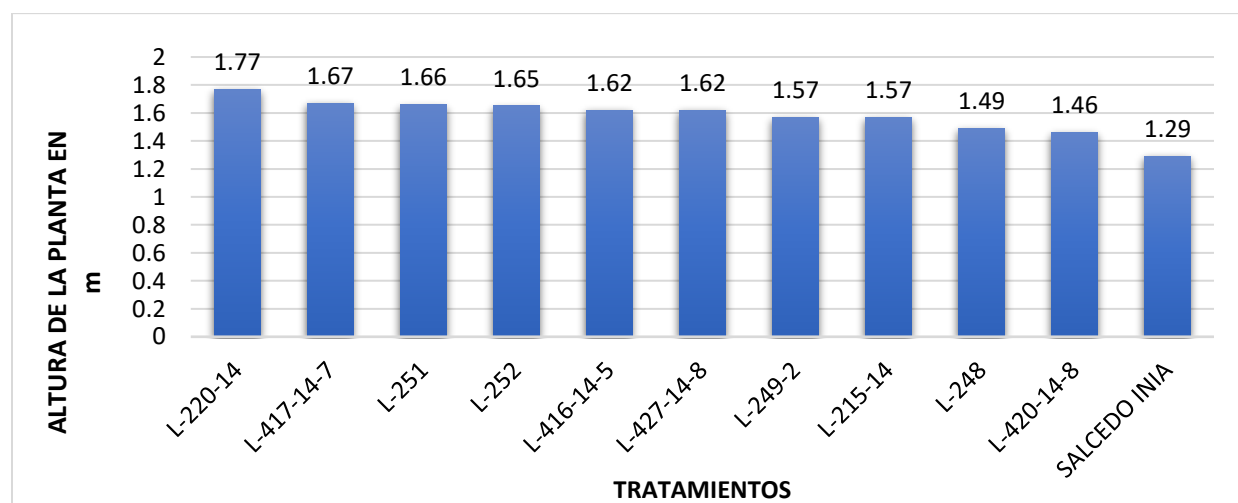
ANOVA para altura de planta promedio de 10 plantas (m).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	0.075658	0.025219	0.41	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	0.681603	0.068160	1.12	2.06	2.76	NS	NS
Error	30	1.823596	0.060787					
Total	43	2.580857	CV= 15.62%					

Según el análisis de varianza para altura de planta no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre bloques ni tratamientos a niveles de confianza del 95% y 99%, con un coeficiente de variación del 15.62%. Por lo tanto, no fue necesario aplicar el test estadístico Tukey, debido a la homogeneidad observada en los datos obtenidos durante la evaluación.

Figura 13

Altura de la planta promedio de 10 plantas (m).



Según el orden de mérito, se observa que, de manera aritmética, la línea L-220-14 con 1.77 m alcanzó la mayor altura promedio de planta, mientras que la variedad SALCEDO INIA registro la menor altura, con un promedio de 1.29 m.

6.1.11. Diámetro del tallo principal (cm)

Tabla 38

Diámetro de tallo promedio de 10 plantas / tratamiento (cm).

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				$\sum Y_i$	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	1.78	1.14	1.59	1.46	5.97	1.49
2	L-220-14	1.25	1.71	1.71	1.48	6.15	1.54
3	L-248	1.88	1.77	1.91	1.89	7.45	1.86
4	L-249-2	1.40	1.48	1.14	1.52	5.55	1.39
5	L-251	1.43	1.63	1.23	1.57	5.87	1.47
6	L-252	1.27	1.58	1.88	1.31	6.03	1.51
7	L-416-14-5	1.43	1.48	1.52	1.10	5.53	1.38
8	L-417-14-7	1.31	1.77	1.04	1.48	5.59	1.40
9	L-420-14-8	1.10	1.24	1.42	1.30	5.06	1.26
10	L-427-14-8	1.47	1.47	1.22	1.28	5.43	1.36
11	SALCEDO INIA	1.19	1.20	1.22	1.45	5.06	1.26
$\sum Y_j$		15.51	16.45	15.88	15.84	63.68	1.45

El diámetro promedio del tallo principal fue de 1.45 cm; este dato es superior al trabajo de investigación realizado por Huillca (2019) con un promedio de 1.34 cm; sin embargo, fue inferior a los trabajos realizados por Huamanguillas (2023) con un promedio de 1.55 cm y Villaca (2024) con un promedio de 2.26 cm, respectivamente.

Tabla 39

ANOVA para diámetro de tallo promedio de 10 plantas (cm).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	0.041182	0.013727	0.32	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	1.091025	0.109102	2.52	2.06	2.76	*	NS
Error	30	1.300213	0.043340					
Total	43	2.432420	CV=	14.39%				

El análisis estadístico de varianza realizado para el diámetro del tallo se evidencio que no existen distinciones estadísticamente notorias entre bloques a nivel de confianza del 95 y 99%. Sin embargo, se observó diferencia significativa entre los tratamientos solo al 95% de nivel de confianza, con un coeficiente de variación del 14.39%.

Tabla 40

Prueba de Tukey para diámetro de tallo promedio de 10 plantas (cm).

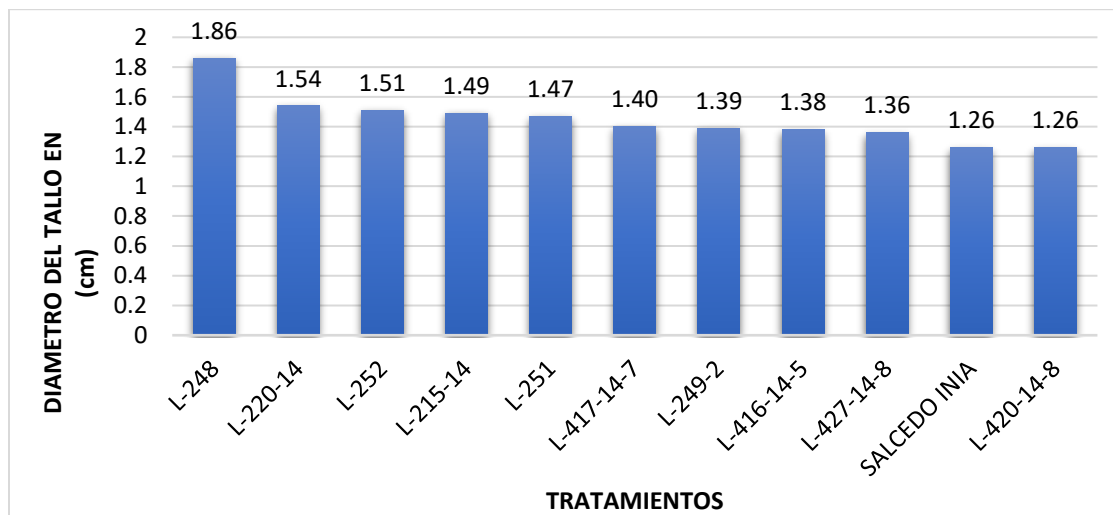
DLS(t): 0.05 = 0.51

O.M.	Tratamiento		DLS(t)	
	Clave	Promedios	0.05	
I	L-248	1.86	a	
II	L-220-14	1.54	a	b
III	L-252	1.51	a	b
IV	L-215-14	1.49	a	b
V	L-251	1.47	a	b
VI	L-417-14-7	1.40	a	b
VII	L-249-2	1.39	a	b
VIII	L-416-14-5	1.38	a	b
IX	L-427-14-8	1.36	a	b
X	SALCEDO INIA	1.26		b
XI	L-420-14-8	1.26		b

De acuerdo con la prueba de Tukey al 95% de nivel de confianza, las líneas L-248 con un promedio de 1.86 cm hasta la línea L-427-14-8 con 1.36 cm, son superiores al grupo (b) incluyendo al testigo variedad SALCEDO INIA, que registro un promedio de 1.26 cm.

Figura 14

Diámetro de tallo promedio de 10 plantas (cm).



6.1.12. Longitud de panoja (cm)

Tabla 41

Longitud de panoja promedio de 10 plantas / tratamiento (cm).

TRATAMIENTOS	LINEAS	BLOQUES				$\sum Y_i$	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	51.39	34.05	46.71	51.51	183.66	45.92
2	L-220-14	51.00	46.91	55.91	49.53	203.35	50.84
3	L-248	38.08	34.20	44.30	31.00	147.58	36.90
4	L-249-2	49.00	59.60	35.15	48.60	192.35	48.09
5	L-251	54.93	60.82	42.55	55.80	214.10	53.53
6	L-252	46.70	52.50	60.30	57.80	217.30	54.33
7	L-416-14-5	48.90	43.13	59.45	42.00	193.48	48.37
8	L-417-14-7	52.02	51.88	39.98	55.40	199.28	49.82
9	L-420-14-8	50.62	44.25	48.96	45.18	189.01	47.25
10	L-427-14-8	49.34	42.40	52.20	49.82	193.76	48.44
11	SALCEDO INIA	41.90	40.33	41.63	46.83	170.69	42.67
$\sum Y_j$		533.88	510.07	527.14	533.47	2104.56	47.83

El valor promedio general de la extensión de la panoja en el presente estudio fue de 47.83 cm; este promedio es similar al obtenido por Huilca (2019), quien registro un

promedio de 47.41 cm. Así mismo, este resultado fue inferior a los reportes según los estudios llevados por Villaca (2024) con 54.92 cm, Huamanguillas (2023) con 55.16 cm, Davalos (2022) con 60.16 cm y Yapura (2025), quien reporta un promedio de 60.51 cm de longitud de panoja.

Tabla 42

ANOVA para longitud de panoja promedio de 10 plantas (cm).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig	
					0.05	0.01		
Bloque	3	33.896498	11.298833	0.25	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	954.072105	95.407210	2.14	2.06	2.76	*	NS
Error	30	1334.693277	44.489776					
Total	43	2322.661880	CV=	13.95%				

El análisis de varianza para el tamaño de panoja evidencio diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos al 95% de nivel de confianza, con un coeficiente de variabilidad del 13.95%.

Tabla 43

Prueba de Tukey para longitud de panoja promedio de 10 plantas (cm).

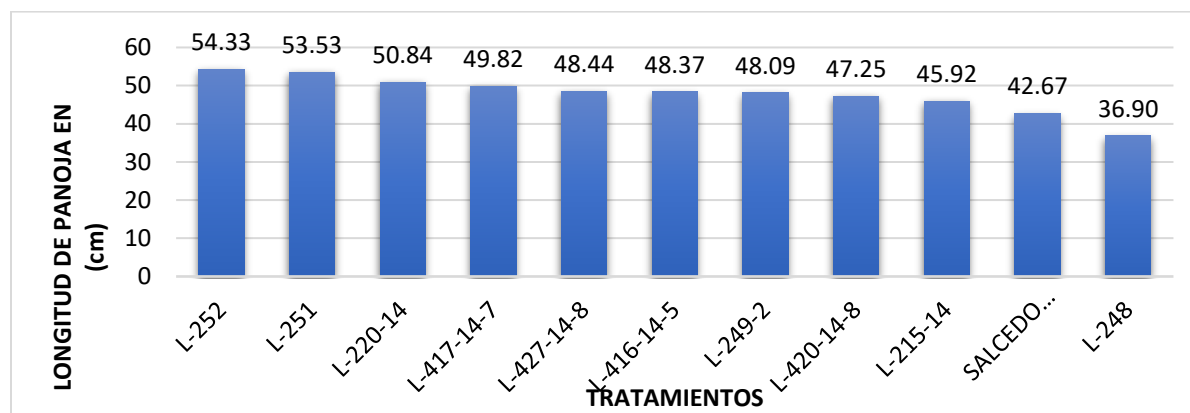
DLS(t): 0.05 = 16.39

O.M.	Tratamiento		DLS(t)	
	Clave	Promedios	0.05	
I	L-252	54.33	a	
II	L-251	53.53	a	
III	L-220-14	50.84	a	b
IV	L-417-14-7	49.82	a	b
V	L-427-14-8	48.44	a	b
VI	L-416-14-5	48.37	a	b
VII	L-249-2	48.09	a	b
VIII	L-420-14-8	47.25	a	b
IX	L-215-14	45.92	a	b
X	SALCEDO INIA	42.67	a	b
XI	L-248	36.90		b

De acuerdo con la prueba de Tukey al 95% de confianza, los tratamientos se agrupan en dos grupos (a y b). La línea L-252 con una longitud promedio de 54.33 cm hasta la variedad SALCEDO INIA, con 42.67 cm, son iguales estadísticamente y superiores al grupo (b).

Figura 15

Longitud de panoja promedio de 10 plantas (cm).



6.1.13. Diámetro de panoja (cm)

Tabla 44

Diámetro de panoja promedio de 10 plantas / tratamiento (cm).

TRATAMIENTOS	LINEAS	BLOQUES				$\sum Y_i$	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	7.65	6.15	7.84	7.78	29.42	7.36
2	L-220-14	7.48	7.11	9.20	7.55	31.34	7.83
3	L-248	6.50	7.49	9.50	7.25	30.74	7.69
4	L-249-2	8.15	8.50	5.60	6.30	28.55	7.14
5	L-251	9.72	11.50	7.60	10.50	39.32	9.83
6	L-252	8.10	8.20	9.90	7.20	33.40	8.35
7	L-416-14-5	8.21	7.56	8.04	6.02	29.83	7.46
8	L-417-14-7	10.31	7.29	5.60	9.39	32.59	8.15
9	L-420-14-8	7.04	6.85	6.10	6.87	26.86	6.72
10	L-427-14-8	7.73	5.65	6.45	8.19	28.02	7.01
11	SALCEDO INIA	8.00	6.49	7.52	8.88	30.89	7.72
$\sum Y_j$		88.89	82.79	83.35	85.93	340.96	7.75

El promedio general para el diámetro de panoja fue de 7.75 cm; este promedio es inferior a los reportes de las investigaciones previas realizadas por Davalos (2022) con 8.42 cm, Huillca (2019) con 8.95 cm y Huamanguillas (2023) con 8.99 cm. Así mismo, según los estudios más recientes como Villaca (2024) y Yapura (2025), quienes reportan promedios de diámetro de panoja considerablemente mayores de 12.59 cm y 10.73 cm respectivamente, los diámetros de panoja son superiores de manera considerable.

Tabla 45

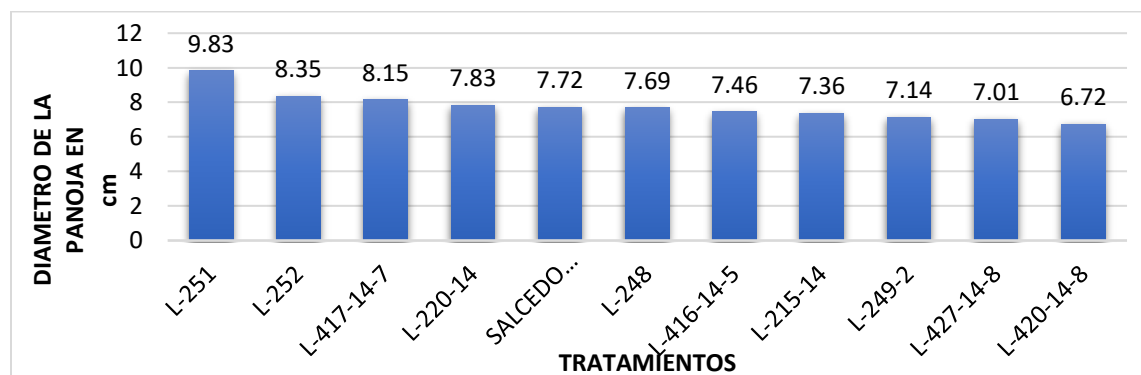
ANOVA para diámetro de panoja promedio de 10 plantas (cm).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	2.123131	0.707710	0.43	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	28.392293	2.839229	1.73	2.06	2.76	NS	NS
Error	30	49.311166	1.643706					
Total	43	79.826591	CV=	16.54%				

El análisis de varianza para el diámetro de panoja mostró un coeficiente variación del 16.54%, que indica la ausencia de diferencias estadísticamente significativas ni entre grupos experimentales ni tratamientos al 95 y 99% nivel de confianza.

Figura 16

Diámetro de la panoja promedio de 10 plantas (cm).



De acuerdo con el orden de mérito, se determinó que, de manera aritmética, la línea L-251 presento el mayor diámetro de panoja, con un valor medio de 9.83 cm. La variedad SALCEDO INIA registró un diámetro intermedio de 7.72 cm, mientras que la línea L-420-14-8 mostró el menor diámetro de panoja, con 6.72 cm.

6.1.14. Longitud de la hoja basal (cm)

Tabla 46

Longitud de la hoja promedio de 10 plantas / tratamiento (cm).

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				$\sum Y_i$	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	4.94	5.61	5.40	5.11	21.06	5.26
2	L-220-14	6.06	7.29	7.66	6.27	27.28	6.82
3	L-248	7.65	7.34	7.91	7.46	30.35	7.59
4	L-249-2	6.21	7.60	6.47	7.93	28.21	7.05
5	L-251	7.82	9.42	6.50	8.41	32.15	8.04
6	L-252	5.89	8.19	9.40	6.55	30.03	7.51
7	L-416-14-5	5.92	6.64	7.67	5.87	26.10	6.53
8	L-417-14-7	6.59	7.05	5.85	6.99	26.48	6.62
9	L-420-14-8	5.15	6.06	5.01	5.09	21.30	5.32
10	L-427-14-8	6.14	6.19	5.32	6.12	23.76	5.94
11	SALCEDO INIA	4.70	4.26	4.79	5.22	18.97	4.74
$\sum Y_j$		67.06	75.65	71.97	71.02	285.70	6.49

El promedio general para longitud de hoja fue de 6.49 cm, siendo superior a los reportes de Huilca (2019) con un promedio de 5.16 cm, Huamanguillas (2023) con 5.93 cm y Yapura (2025), quien reportó un promedio de 6.08. Sin embargo, este promedio fue inferior a los datos obtenidos por Davalos (2022) y Villaca (2024) con promedios de 7.90 y 8.35 cm respectivamente.

Tabla 47

ANOVA para longitud de la hoja promedio de 10 plantas (cm).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	3.399297	1.133099	1.91	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	45.216032	4.521603	7.63	2.06	2.76	*	*
Error	30	17.773913	0.592464					
Total	43	66.389242	CV=	11.85%				

El análisis de varianza para la extensión de hoja mostró un coeficiente de fluctuación del 11.85%, muestra diferencias significativas entre los tratamientos al 95 y 99% de nivel de confianza, mas no se detectaron diferencias notorias entre los bloques.

Tabla 48

Prueba de Tukey para longitud de hoja promedio de 10 plantas (cm).

DLS(t): 0.05 = 1.89 DLS(t): 0.01 = 2.25

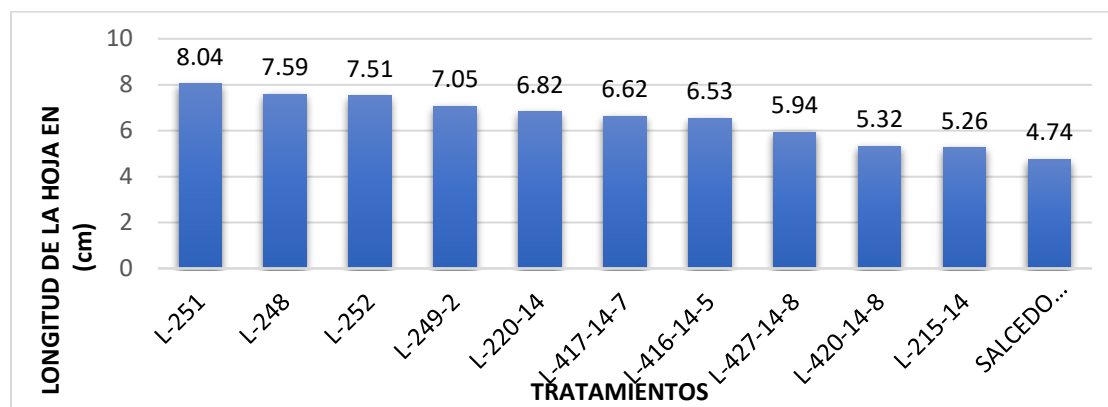
O.M.	Tratamiento			DLS(t)					
	Clave	Promedios		0.05			0.01		
I	L-251	8.04	a				a		
II	L-248	7.59	a	b			a		
III	L-252	7.51	a	b			a	b	
IV	L-249-2	7.05	a	b	c		a	b	
V	L-220-14	6.82	a	b	c		a	b	c
VI	L-417-14-7	6.62	a	b	c	d	a	b	c
VII	L-416-14-5	6.53	a	b	c	d	a	b	c
VIII	L-427-14-8	5.94		b	c	d	a	b	c
IX	L-420-14-8	5.32			c	d		b	c
X	L-215-14	5.26			c	d		b	c
XI	SALCEDO INIA	4.74				d			c

Según la prueba de Tukey al 95 y 99% de nivel de confianza, se determinó que la línea L-251 con 8.04 cm es consistentemente la que presentó la mayor longitud de hoja,

siendo significativamente superior a las demás líneas evaluadas. Si embargo, la L-215-14 con 5.26 cm y la variedad SALCEDO INIA como testigo con 4.74 cm registraron las menores longitudes de hoja, siendo estadísticamente inferiores a los de mayor rendimiento.

Figura 17

Longitud de la hoja promedio de 10 plantas (cm).



6.1.15. Ancho de la hoja basal (cm)

Tabla 49

Ancho de la hoja promedio de 10 plantas / tratamiento (cm).

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				ΣY_i	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	3.15	3.24	2.96	2.95	12.29	3.07
2	L-220-14	3.16	4.54	4.41	3.78	15.89	3.97
3	L-248	4.89	5.28	5.10	4.55	19.83	4.96
4	L-249-2	4.11	3.97	3.85	4.76	16.68	4.17
5	L-251	4.54	5.74	4.30	4.73	19.30	4.83
6	L-252	3.21	4.92	4.95	4.72	17.81	4.45
7	L-416-14-5	3.16	3.80	4.90	3.77	15.63	3.91
8	L-417-14-7	3.66	4.18	3.58	4.57	16.00	4.00
9	L-420-14-8	3.09	3.47	2.94	3.08	12.58	3.15
10	L-427-14-8	3.10	3.35	3.08	3.40	12.92	3.23
11	SALCEDO INIA	2.15	1.92	2.01	2.32	8.40	2.10
ΣY_j		38.23	44.39	42.08	42.63	167.33	3.80

Para el ancho de hoja promedio fue de 3.80 cm, siendo este promedio similar al reporte de Huillca (2019) con 3.76 cm, y superior a la investigación realizada por Huamanguillas (2023) en el sector Turpaysiqui (K'ayra), quien obtuvo un promedio de 3.61 cm. Sin embargo, este resultado es inferior a los promedios registrados por Yapura (2025), Villaca (2024) y Davalos (2022) con promedios de 4.34, 5.46 y 6.64 cm, respectivamente.

Tabla 50

ANOVA para ancho de la hoja promedio de 10 plantas (cm).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	1.853718	0.617906	3.07	2.92	4.51	*	NS
Tratamiento	10	28.791805	2.879180	14.29	2.06	2.76	*	*
Error	30	6.044632	0.201488					
Total	43	36.690155	CV= 11.80%					

El análisis de variabilidad para el ancho promedio de la hoja presento un coeficiente de varianza del 11.80%. Se observan diferencias relevantes entre los tratamientos tanto al 95% como al 99% de nivel de confianza, lo que señala que al menos uno de los tratamientos tuvo un impacto significativo en esta variable. En cambio, entre los bloques se observaron variaciones significativas al 95% de confianza, mas no al 99%.

Tabla 51

Prueba de Tukey para ancho de hoja promedio de 10 plantas (cm).

DLS(t): 0.05 = 1.10 DLS(t): 0.01 = 1.31

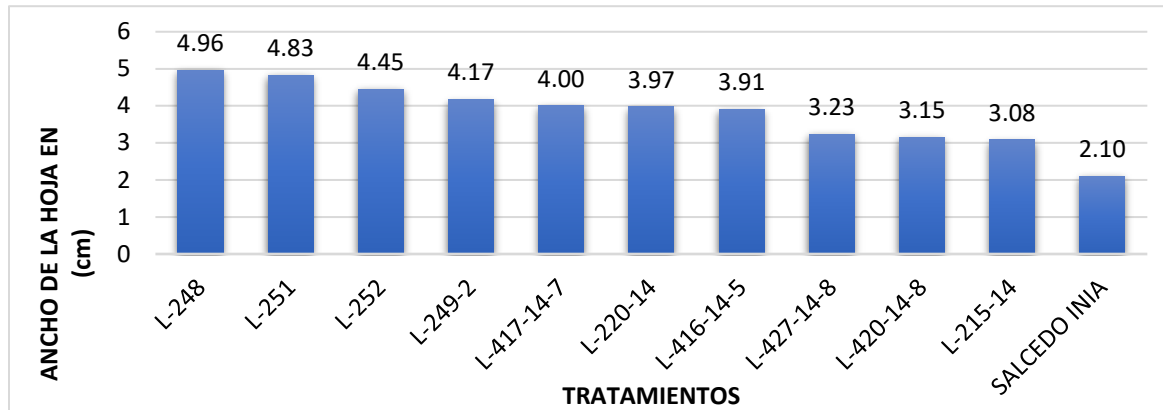
O.M.	Tratamiento		DLS(t)				
	Clave	Promedios	0.05		0.01		
I	L-248	4.96	a		a		
II	L-251	4.83	a		a		
III	L-252	4.45	a		a	b	
IV	L-249-2	4.17	a	b	a	b	c
V	L-417-14-7	4.00	a	b	a	b	c
VI	L-220-14	3.97	a	b	a	b	c
VII	L-416-14-5	3.91	a	b	a	b	c
VIII	L-427-14-8	3.23		b		b	c d
IX	L-420-14-8	3.15		b c		b c	d
X	L-215-14	3.08		b c		c	d
XI	SALCEDO INIA	2.10		c			d

De acuerdo con la prueba de Tukey al 95% de confianza, los tratamientos se dividen en tres grupos (a, b y c). Las líneas L-248, L-251 y L-252 con 4.96, 4.83 y 4.45 cm respectivamente presentan los mayores valores promedio de ancho de hoja. Por lo tanto, hay diferencias significativas entre ellos. En contraste, las líneas L-420-14-8 (3.15 cm), L-215-14 (3.08 cm) y la variedad SALCEDO INIA (2.10 cm) se ubican en el grupo (c), siendo estadísticamente inferiores a las líneas con mayor rendimiento foliar.

Al 99% de nivel de confianza, solo las líneas L-248 y L-251 (4.96 y 4.83 cm) se mantienen en el grupo (a), confirmando que son estadísticamente mayores al resto de los tratamientos estudiados. Por su parte, La variedad SALCEDO INIA, con un promedio de 2.10 cm, se localizó en el grupo (d), presentando un bajo rendimiento significativo en cuanto al ancho promedio de hoja.

Figura 18

Ancho de la hoja promedio de 10 plantas (cm).



6.1.16. Longitud de peciolo (cm)

Tabla 52

Longitud del peciolo promedio de 10 plantas / tratamiento (cm).

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	BLOQUES				ΣY_i	Pr. $\bar{X}$
		I	II	III	IV		
1	L-215-14	3.48	3.94	3.82	3.96	15.20	3.80
2	L-220-14	4.22	5.22	5.88	4.46	19.78	4.94
3	L-248	5.17	4.64	5.70	4.99	20.49	5.12
4	L-249-2	4.11	5.78	4.07	5.21	19.17	4.79
5	L-251	5.37	6.42	4.32	5.75	21.85	5.46
6	L-252	4.49	5.60	6.26	5.46	21.81	5.45
7	L-416-14-5	4.21	4.89	6.43	4.60	20.12	5.03
8	L-417-14-7	4.40	5.10	4.08	4.87	18.45	4.61
9	L-420-14-8	3.76	3.83	3.12	3.31	14.02	3.50
10	L-427-14-8	4.54	4.40	3.80	3.89	16.63	4.16
11	SALCEDO INIA	2.66	2.37	2.60	3.23	10.86	2.71
ΣY_j		46.40	52.18	50.07	49.74	198.38	4.51

El promedio general de longitud del peciolo fue de 4.51 cm, valor que supera las investigaciones realizadas por Huilca (2019) con un promedio de 2.77 cm y Yapura (2025) con 4.39 cm. Sin embargo, también es inferior a los datos reportados por

Huamanguillas (2023) con 4.58 cm, Davalos (2022) con 5.44 cm y Villaca (2024) con un promedio de 5.67 cm.

Tabla 53

ANOVA para longitud del peciolo promedio de 10 plantas (cm).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloque	3	1.555957	0.518652	1.35	2.92	4.51	NS	NS
Tratamiento	10	30.371045	3.037104	7.88	2.06	2.76	*	*
Error	30	11.568441	0.385615					
Total	43	43.495443	CV=	13.77%				

El análisis de varianza para la dimensión del peciolo presentó un coeficiente de variabilidad del 13.77%, lo que señala una adecuada precisión experimental. Se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos tanto al 95% como al 99% de nivel de confianza. En contraste, no se observaron diferencias significativas entre bloques, lo cual evidencia una adecuada homogeneidad en las repeticiones del estudio.

Tabla 54

Prueba de Tukey para longitud del peciolo promedio de 10 plantas (cm).

DLS(t): 0.05 = 1.52 DLS(t): 0.01 = 1.81

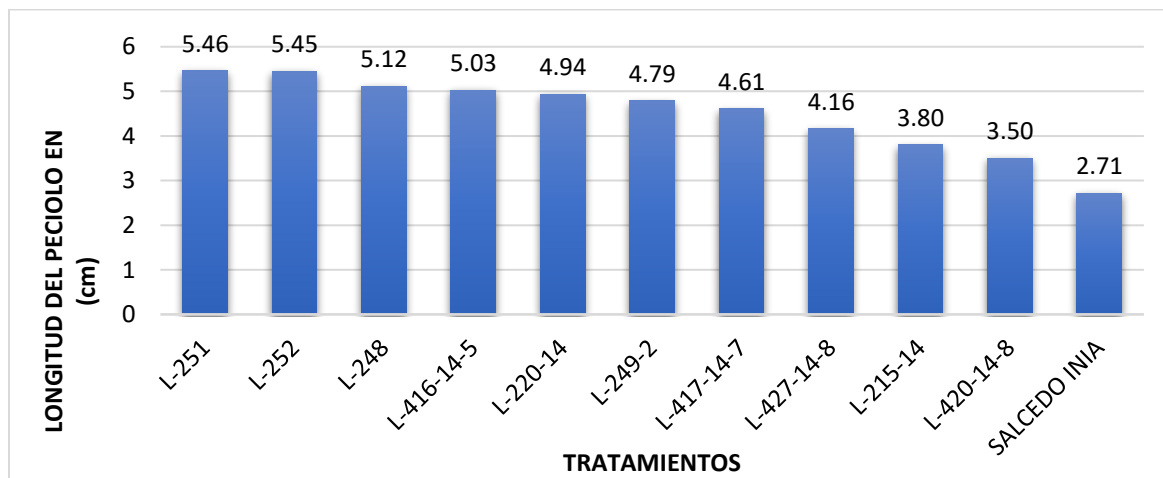
O.M.	Tratamiento		DLS(t)						
	Clave	Promedios		0.05			0.01		
I	L-251	5.46	a				a		
II	L-252	5.45	a				a		
III	L-248	5.12	a	b			a	b	
IV	L-416-14-5	5.03	a	b			a	b	
V	L-220-14	4.94	a	b	c		a	b	
VI	L-249-2	4.79	a	b	c		a	b	
VII	L-417-14-7	4.61	a	b	c		a	b	
VIII	L-427-14-8	4.16	a	b	c	d	a	b	c
IX	L-215-14	3.80		b	c	d	a	b	c
X	L-420-14-8	3.50			c	d		b	c
XI	SALCEDO INIA	2.71				d			c

De acuerdo con la prueba Tukey al 95% de confianza, se dividen en cuatro grupos estadísticamente similares. El grupo (a), integrado por las líneas L-251 con 5.46 cm hasta L-427-24-8 con 4.16 cm, mostraron los valores más altos de longitud de peciolo, siendo estadísticamente mayores a los grupos (b, c y d). Por su parte, el grupo (d), conformado por la línea L-427-14-8 con 4.16 y la variedad SALCEDO INIA con 2.71 cm son iguales estadísticamente e inferiores al grupo (c).

Al nivel de confianza del 99% las líneas se agrupan en tres grupos (a, b y c). Las líneas L-251 con 5.46 cm hasta L-215-14 con 3.80 cm de longitud del peciolo, conforman el grupo estadísticamente superiores respecto a los grupos b y c, incluyendo al testigo variedad SALCEDO INIA con 2.71 cm.

Figura 19

Longitud del peciolo promedio de 10 plantas (cm).



6.2. Características botánicas

6.2.1. Características del tallo

Tabla 55

Características del tallo.

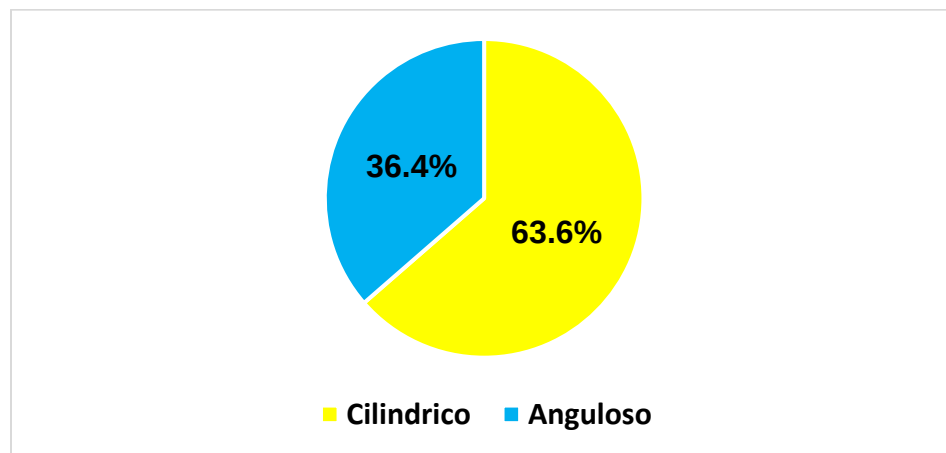
N°	Líneas	Forma de tallo		Color de tallo		Presencia de axilas pigmentadas		Presencia de estrías		Color de estrías	
1	L-215-14	Anguloso		Verde		Presentes		Presentes		Purpura	
2	L-220-14	Cilíndrico		Verde		Presentes		Presentes		Purpura	
3	L-248	Anguloso		Verde		Ausentes		Presentes		Verde claro	
4	L-249-2	Cilíndrico		Verde		Ausentes		Presentes		Verde claro	
5	L-251	Cilíndrico		Verde		Ausentes		Presentes		Verde claro	
6	L-252	Cilíndrico		Verde		Ausentes		Presentes		Verde claro	
7	L-416-14-5	Cilíndrico		Verde		Presentes		Presentes		Purpura	
8	L-417-14-7	Anguloso		Verde		Presentes		Presentes		Purpura	
9	L-420-14-8	Cilíndrico		Verde		Presentes		Presentes		Purpura	
10	L-427-14-8	Anguloso		Verde		Presentes		Presentes		Purpura	
11	SALCEDO INIA	Cilíndrico		Verde		Ausentes		Presentes		Verde claro	
		Cilíndrico	63.6%	Verde	100%	Presentes	63.6%	Presentes	100%	Purpura	54.5%
		Anguloso	36.4%			Ausentes	36.4%			Verde claro	45.5%

Forma del tallo

Según los datos presentados en la Tabla 59, el 63.6% de las líneas evaluadas, junto con la variedad SALCEDO INIA, mostraron tallos con forma cilíndrica, mientras que el 36.4% presentó tallos de tipo anguloso. Estos resultados difieren de las investigaciones de Davalos (2022), Huamanguillas (2023) y Villaca (2024), quienes evidenciaron que el 100% de los tallos presentaban una forma angulosa.

Figura 20

Formas de tallo.



Color del tallo

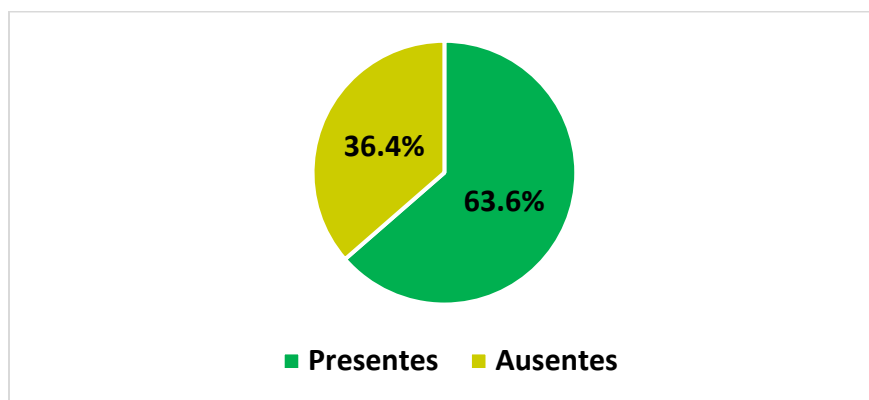
Todas las líneas evaluadas, incluyendo el testigo variedad SALCEDO INIA, presentaron tallos con coloración verde en el verde 100% de los casos. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Villaca (2024); sin embargo, difiere de lo informado por Huamanguillas (2023), quien observó tallos de color amarillo. Así mismo, los resultados de Davalos (2022) y Yapura (2025) presentaron una variabilidad en el color de tallo.

Presencia de axilas pigmentadas

El 63.6% de los tratamientos presentan las axilas teñidas y un 36.4% ausentes. Este resultado es similar con lo reportado por Davalos (2022) y Huamanguillas (2023), quienes observaron una mayor presencia de axilas pigmentadas. Por el contrario, Villaca (2024) y Yapura (2025) registraron mayor ausencia de axilas pigmentadas.

Figura 21

Presencia de axilas pigmentadas.



Presencia de estrías

El 100% de las líneas, incluyendo el testigo variedad local, mostraron presencia de estrías en el tallo. Este resultado es consistente con lo reportado de Huilca (2019), Huamanguillas (2023), Villaca (2024) y Yapura (2025).

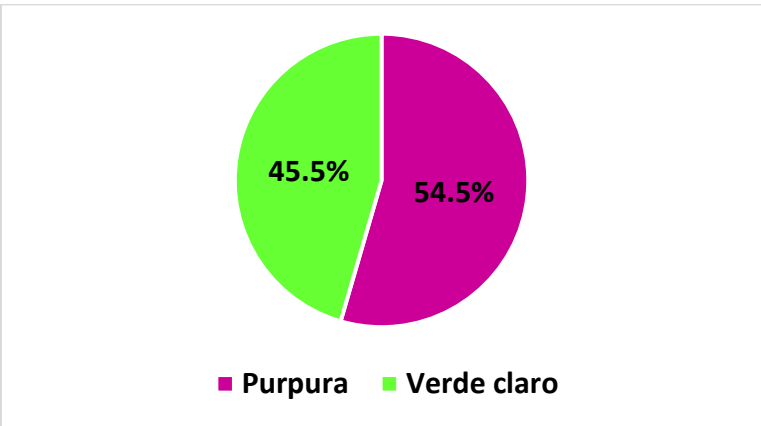
Color de estrías

El 54.5% de las líneas presentaron estrías de color púrpura; en cambio, el 45.5% presentaron color verde claro, incluyendo al testigo variedad SALCEDO INIA. Siendo similar con lo reportado por Huilca (2019), Davalos (2022), Huamanguillas (2023),

Villaca (2024) y Yapura (2025), quienes también observaron una variabilidad en el color de estrías.

Figura 22

Color de estrías presentes en los tallos.



6.2.2. Características de las ramas

Tabla 56

Presencia de ramificación y ubicación de ramas primarias.

N°	LÍNEAS	PRESENCIA DE RAMIFICACION		POSICIÓN DE RAMAS PRIMARIAS	
1	L-215-14	Presente		Salen oblicuamente del tallo principal	
2	L-220-14	Presente		Salen oblicuamente del tallo principal	
3	L-248	Presente		Salen oblicuamente del tallo principal	
4	L-249-2	Presente		Salen oblicuamente del tallo principal	
5	L-251	Presente		Salen oblicuamente del tallo principal	
6	L-252	Presente		Salen oblicuamente del tallo principal	
7	L-416-14-5	Presente		Salen oblicuamente del tallo principal	
8	L-417-14-7	Presente		Salen oblicuamente del tallo principal	
9	L-420-14-8	Presente		Salen oblicuamente del tallo principal	
10	L-427-14-8	Presente		Salen oblicuamente del tallo principal	
11	SALCEDO INIA	Ausente		Sin ramas	
		Presente	90.91%	Salen oblicuamente del tallo principal	90.91%
		Ausente	9.09%	Sin ramas	9.09%

Presencia de ramificación

La presencia de ramas fue del 90.91% de los tratamientos conformados por las diez líneas evaluadas, mientras que el testigo, variedad SALCEDO INIA, presentó una ausencia de ramificación en un 9.09%. Siendo similar con lo reportado por Davalos (2022) y Villaca (2024), quienes también observaron una alta presencia de ramificaciones en sus investigaciones. Mientras que Huilca (2019), Huamanguillas (2023) y Yapura (2025) evidenciaron una alta frecuencia de ausencia de ramas.

Posición de ramas primarias

El 90.91% de las líneas evaluadas presentaron ramas primarias que emergen oblicuamente desde el tallo principal y el 9.09% no presentan ramas. Este resultado es similar con lo reportado por Davalos (2022) y Villaca (2024), quienes también observaron un alto porcentaje de ramas primarias con esta disposición en sus respectivas investigaciones.

6.2.3. Características de la hoja

Tabla 57

Características de las hojas.

N°	LÍNEAS	FORMA DE HOJA	BORDE DE LA HOJA		N° DE DIENTES	COLOR DE LA HOJA	
1	L-215-14	Romboidal	Dentado		9.3	Verde	
2	L-220-14	Romboidal	Dentado		6.0	Verde	
3	L-248	Romboidal	Dentado		10.3	Verde	
4	L-249-2	Romboidal	Dentado		6.0	Verde	
5	L-251	Romboidal	Dentado		8.1	Verde	
6	L-252	Romboidal	Dentado		7.0	Verde	
7	L-416-14-5	Romboidal	Dentado		7.4	Verde	
8	L-417-14-7	Romboidal	Dentado		5.9	Verde	
9	L-420-14-8	Romboidal	Dentado		6.6	Verde	
10	L-427-14-8	Romboidal	Dentado		8.3	Verde	
11	SALCEDO INIA	Romboidal	Dentado		6.5	Verde	
		Romboidal	100%	Dentado	100%	Verde	100%

Forma de hoja

El 100% de los tratamientos, incluyendo al testigo variedad SALCEDO INIA, mostraron hojas con una forma romboidal. Este resultado concuerda con las investigaciones realizadas por Huamanguillas (2023), Davalos (2022) y Yapura (2025). Sin embargo, difiere de lo reportado por Huillca (2019), quien observó hojas lanceoladas y por Villaca (2024), quien describió de forma triangular.

Borde de la hoja

De acuerdo a los datos presentados en la Tabla 61, se aprecia que las diez líneas evaluadas, junto con el testigo correspondiente a la variedad SALCEDO INIA, mostraron un 100% el borde de hojas dentado. Al igual que los reportes de Huillca (2019), Davalos (2022), Huamanguillas (2023), Villaca (2024) y Yapura (2025), quienes también observaron borde de hoja dentado.

Color de hojas basales

El 100% de los tratamientos evaluados, tanto las líneas como la variedad SALCEDO INIA, mostraron hojas basales de color verde. Este resultado coincide plenamente con los reportes de Huillca (2019), Huamanguillas (2023), Villaca (2024) y Yapura (2025).

Numero de dientes de la hoja

En promedio, los tratamientos evaluados entre las líneas y la variedad local SALCEDO INIA presentaron 7.4 dientes por hoja, donde las líneas L-248 y L-215-14 presentaron los mayores promedios, con 10.3 y 9.3 dientes por hoja, respectivamente. Mientras que la línea L-417-14-7 y SALCEDO INIA mostraron los promedios más bajos,

con 5.9, y 6.5 dientes por hoja. Estos resultados son comparables con la investigación de Davalos (2022) quien también reportó un promedio de 7.4 de dientes por hoja. Por otro lado, Huamanguillas (2023) obtuvo un promedio inferior, con 5.8 dientes por hoja.

6.2.4. Características de la inflorescencia

Tabla 58

Características de la inflorescencia.

N°	LÍNEAS	COLOR DE LA PANOJA EN LA FLORACIÓN	COLOR DE LA PANOJA EN LA MADUREZ FISIOLÓGICA	FORMA DE PANOJA	DENSIDAD DE PANOJA
1	L-215-14	Purpura roja	Otros	Amarantiforme	Compacta
2	L-220-14	Purpura	Otros	Amarantiforme	Compacta
3	L-248	Verde	Crema	Amarantiforme	Intermedia
4	L-249-2	Verde	Crema	Amarantiforme	Intermedia
5	L-251	Verde	Crema	Amarantiforme	Intermedia
6	L-252	Verde	Crema	Amarantiforme	Intermedia
7	L-416-14-5	Purpura	Anaranjado	Amarantiforme	Compacta
8	L-417-14-7	Purpura	Anaranjado	Amarantiforme	Intermedia
9	L-420-14-8	Purpura	Anaranjado	Amarantiforme	Compacta
10	L-427-14-8	Purpura	Anaranjado	Amarantiforme	Compacta
11	SALCEDO INIA	Verde	Blanco	Glomerulada	Compacta
		Purpura 45.5%	Anaranjado 36.4%	Amarantiforme 90.9%	Compacta 54.5%
		Verde 45.5%	Crema 36.4%	Glomerulada 9.1%	Intermedia 45.5%
		Purpura roja 9.0%	Otros 18.2%		
			Blanco 9.0%		

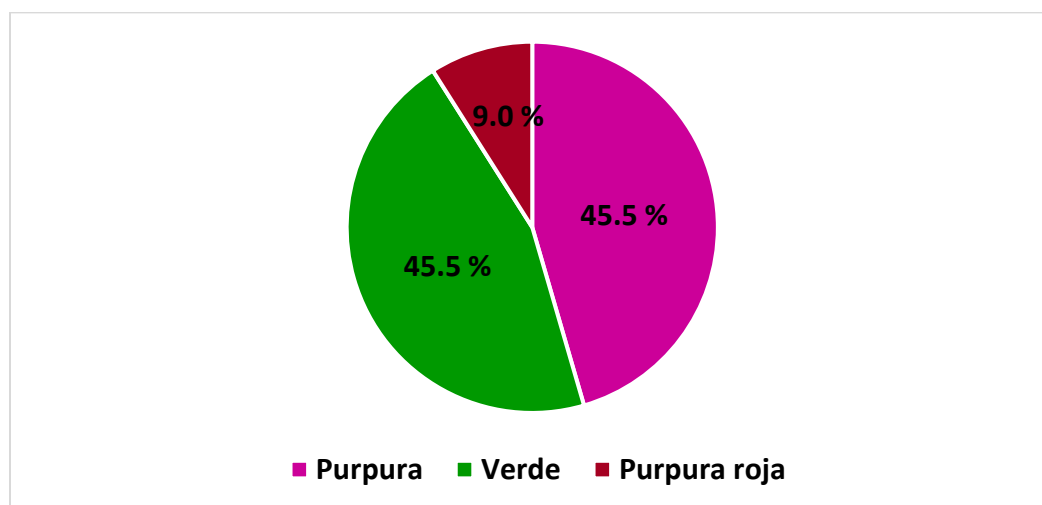
Color de la panoja a la floración

El 45.5% de las líneas evaluadas presentó panojas de color púrpura, el 9.0% púrpura roja y color verde al 45.5%, ambos incluyendo el testigo (SALCEDO INIA). Estos resultados coinciden con lo reportado por Huilca (2019), Davalos (2022) y Yapura

(2025), pero difieren de la investigación de Huamanguillas (2023), quien observó únicamente color de panojas verdes.

Figura 23

Color de la panoja en la fase floración.

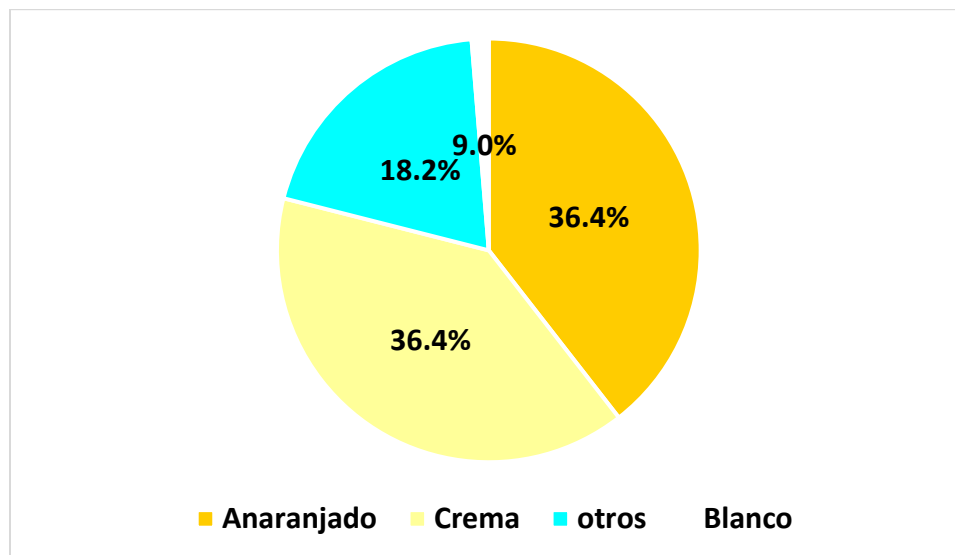


Color de la panoja a la madurez fisiológica

Los resultados muestran que un 36.4% de los tratamientos presento color anaranjado y el 36.4% crema, mientras que el testigo variedad SALCEDO INIA mostró color blanco representando el 9.0% y otros 18.2%. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Davalos (2022), Huamanguillas (2023) y Yapura (2025), quienes también observaron una variabilidad en el color de panojas durante la madurez fisiológica.

Figura 24

Color de la panoja en la madurez fisiológica.



Forma de panoja

Todas las líneas evaluadas presentaron un 90.9% de panojas amarantiformes, mientras que la variedad SALCEDO INIA presentó una forma glomerulada a un 9.1%. Este resultado concuerda con lo reportado por Davalos (2022) y Yapura (2025), pero difiere de Huilca (2019), Huamanguillas (2023) y Villaca (2024), quienes registraron únicamente de forma amarantiforme.

Densidad de panoja

La Tabla 62 muestra que el 54.5% de los tratamientos, incluida la variedad SALCEDO INIA, presentaron una densidad compacta, y el 45.5% una densidad intermedia. Esta variabilidad encontrada coincide con lo reportado por Villaca (2024), a diferencia de Huilca (2019) y Davalos (2022), quienes observaron una densidad predominante intermedia.

6.2.5. Características del grano

Tabla 59

Características del grano.

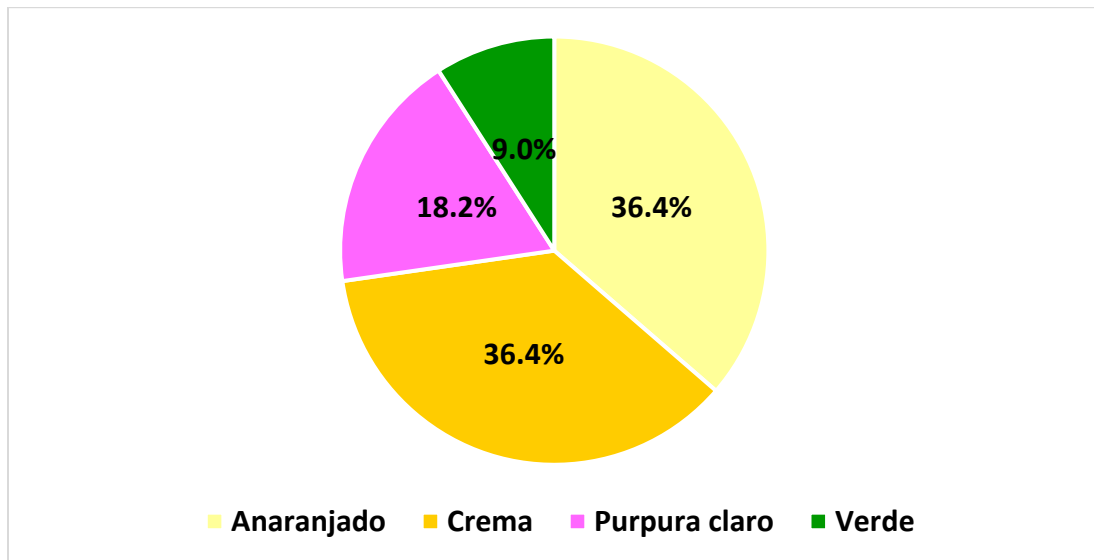
N°	LINEAS	COLOR DE PERIGONIO		COLOR DE PERICARPIO	COLOR DE EPISPERMO	FORMA DE GRANO
1	L-215-14	Purpura claro		Crema	Transparente	Cilíndrico
2	L-220-14	Purpura claro		Crema	Transparente	Cilíndrico
3	L-248	Crema		Crema	Transparente	Cilíndrico
4	L-249-2	Crema		Crema	Transparente	Cilíndrico
5	L-251	Crema		Crema	Transparente	Cilíndrico
6	L-252	Crema		Crema	Transparente	Cilíndrico
7	L-416-14-5	Anaranjado		Amarillo	Transparente	Cilíndrico
8	L-417-14-7	Anaranjado		Amarillo	Transparente	Cilíndrico
9	L-420-14-8	Anaranjado		Amarillo	Transparente	Cilíndrico
10	L-427-14-8	Anaranjado		Amarillo	Transparente	Cilíndrico
11	SALCEDO INIA	Verde		Crema	Blanco	Cilíndrico
		Anaranjado	36.4%	Amarillo	Transparente	Cilíndrico
		Crema	36.4%	36.4%	90.9%	100%
		Purpura claro	18.2%	Crema	Blanco	
		Verde	9.0%	63.6%	9.1%	

Color de perigonio

El 36.4% de los tratamientos presentó perigonio de color anaranjado, 36.4%, crema, 18.2% purpura claro y 9.0% color verde. Huillca (2019) y Yapura (2025) también reportaron variabilidad de color, a diferencia de Davalos (2022) y Huamanguillas (2023), quienes reportaron el color predominante anaranjado-púrpura.

Figura 25

Color de perigonio del grano de quinua.

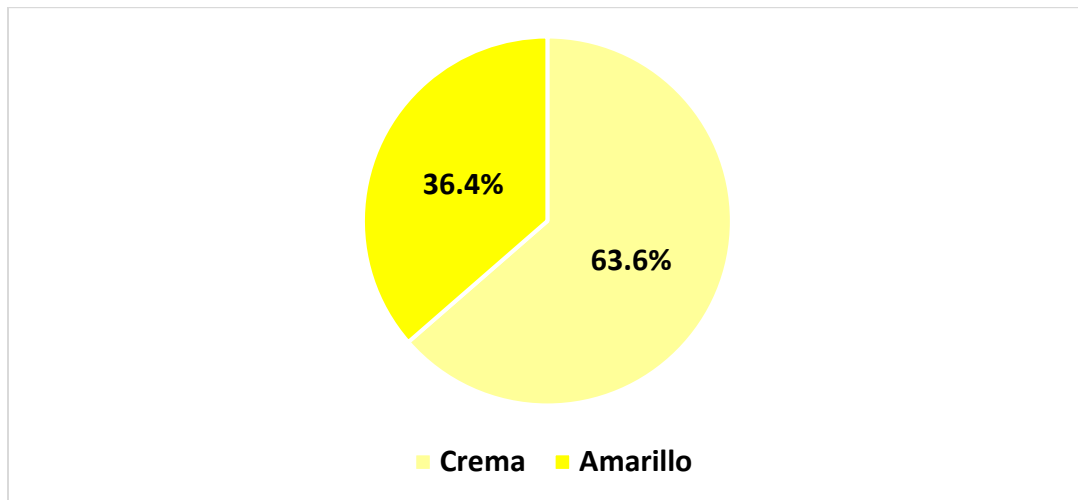


Color de pericarpio

Según la Tabla 63, entre las líneas evaluadas y el testigo variedad local, donde el color crema resulto ser más representativo en el pericarpio alcanzando un 63.6%, seguido del amarillo con 36.4%. Este resultado coincide con lo reportado por Yapura (2025), a diferencia de Davalos (2022) y Huamanguillas (2013), quienes encontraron predominancia de color amarillo y amarillo-grisáceo. En cambio, Huillca (2019) reportó una variabilidad en el color de pericarpio.

Figura 26

Color de pericarpio del grano.



Color de episperma

Las diez líneas evaluadas presentaron un 90.9% de color de episperma transparente, en contraste con el 9.1% de la variedad SALCEDO INIA de color blanco. Yapura (2025) reportó una variabilidad entre los colores crema y transparente, a diferencia de Huillca (2019), quien solo observó color transparente.

Forma de grano

La Tabla 63 muestra que tanto las líneas evaluadas como el testigo variedad SALCEDO INIA presentaron forma de grano cilíndrico al 100%. Este resultado es igual al reporte de Huillca (2019), Villaca (2024) y Yapura (2025), así como por Davalos (2022) y Huamanguillas (2023), quienes reportaron forma de grano predominante cilíndrica, aunque también forma elipsoidal en menor proporción.

6.3. Fenología

Tabla 60

Evaluación fenológica de T°, H.R. y P.P.A. en el cultivo de quinua.

N°	LÍNEAS	VARIABLES CLIMÁTICAS	EMERGENCIA	2 HOJAS	4 HOJAS	6 HOJAS	RAMIFICACIÓN	PANOJAMIENTO	FLORACIÓN	GRANO LECHOSO	GRANO PASTOSO	MADUREZ FISIOLÓGICA
1	L-215-14	Días	10	19	25	30	38	67	109	131	149	159
		T° Max (°C)	24	22.9	23.3	20	14.2	19	17.8	16.7	15.5	19.3
		T° Min (°C)	5.1	4	6.2	6.4	6	6.1	6.2	6.7	7	5.4
		H.R. (%)	32.0	19	28.1	71.8	85.9	79.5	80.7	90.0	92.1	67.3
		P.P.A. (mm)	21.6	24.8	21.6	44.4	39.8	188.8	300.6	372.8	465.6	457.8
2	L-220-14	Días	10	22	26	31	41	74	110	133	161	177
		T° Max (°C)	24	21.9	22.4	21.1	17.8	20.3	13.5	17.9	18.3	17.1
		T° Min (°C)	5.1	5.3	8.4	6.3	6.4	5.3	4.6	6.2	4.8	3.5
		H.R. (%)	32.0	49.8	50.0	67.4	80.3	43.0	91	73.3	70.0	76.6
		P.P.A. (mm)	21.6	24.8	21.6	50.2	56.6	179	323.8	351.4	572	431.6
3	L-248	Días	11	22	25	30	40	80	110	141	163	177
		T° Max (°C)	19.1	21.9	23.3	20	13.1	15.5	13.5	13.2	19.9	17.1
		T° Min (°C)	5.4	5.3	6.2	6.4	5.6	4	4.6	7.7	0	3.5
		H.R. (%)	71.2	49.8	28.1	71.8	93.9	87.8	91	96.1	64.5	76.6
		P.P.A. (mm)	35.2	11.2	35.2	30.8	53.4	214.2	288.6	456.6	467	536.6
4	L-249-2	Días	12	22	25	32	41	81	110	141	162	177
		T° Max (°C)	19.1	21.9	23.3	16.3	17.8	13.1	13.5	13.2	18.8	17.1
		T° Min (°C)	6.2	5.3	6.2	6.8	6.4	7.1	4.6	7.7	5.7	3.5
		H.R. (%)	51.3	49.8	28.1	93.3	80.3	92.8	91	96.1	62.8	76.6
		P.P.A. (mm)	35.2	11.2	35.2	49	57.8	214.6	288.2	457	466.4	537.2
5	L-251	Días	11	21	25	30	41	77	110	139	161	177
		T° Max (°C)	19.1	22.5	23.3	20	17.8	19.8	13.5	17.3	18.3	17.1
		T° Min (°C)	5.4	5.4	6.2	6.4	6.4	5.5	4.6	5.5	4.8	3.5

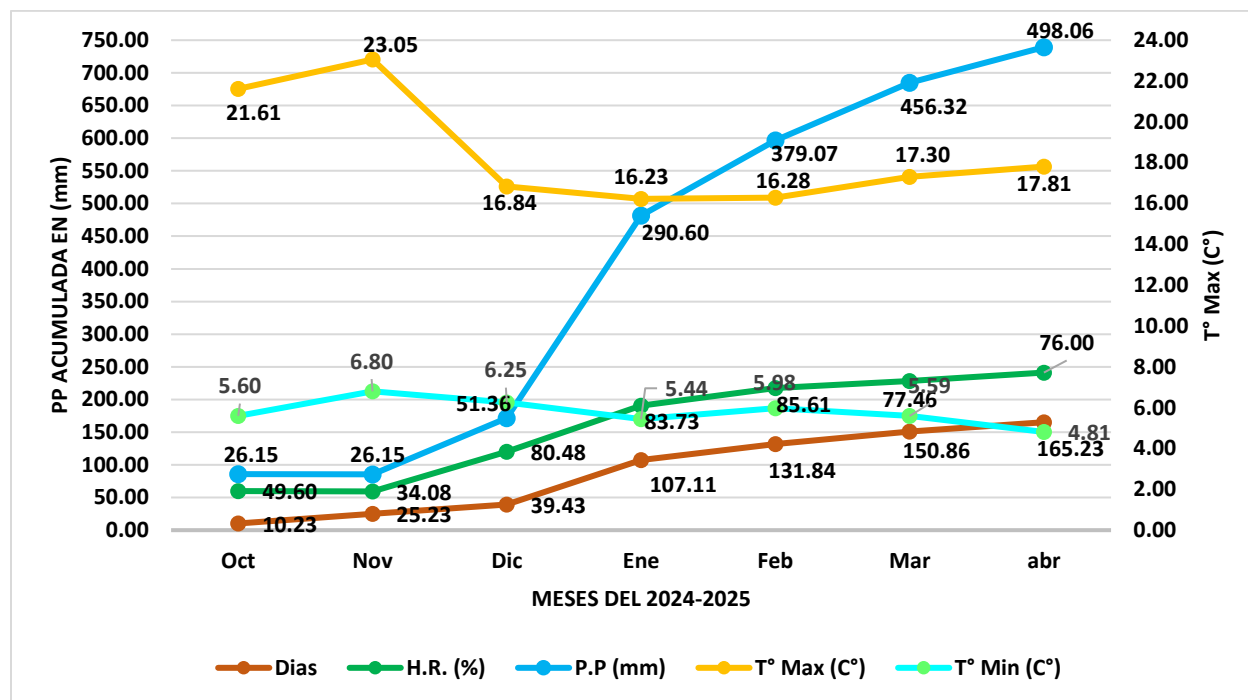
N°	LÍNEAS	VARIABLES CLIMÁTICAS	EMERGENCIA	2 HOJAS	4 HOJAS	6 HOJAS	RAMIFICACIÓN	PANOJAMIENTO	FLORACIÓN	GRANO LECHOSO	GRANO PASTOSO	MADUREZ FISIOLÓGICA
6	L-252	H.R. (%)	71.2	35.4	28.1	71.8	80.3	62.0	91	86.5	70.0	76.6
		P.P A. (mm)	35.2	11.2	35.2	30.8	76	159.6	343.2	372.2	551.2	452.4
		Días	11	21	25	30	40	76	109	140	162	177
		T° Max (°C)	19.1	22.5	23.3	20	13.1	19	17.8	14.5	18.8	17.1
		T° Min (°C)	5.4	5.4	6.2	6.4	5.6	6.9	6.2	3.5	5.7	3.5
		H.R. (%)	71.2	35.4	28.1	71.8	93.9	60.9	80.7	86.5	62.8	76.6
		P.P A. (mm)	35.2	11.2	35.2	30.8	53.4	182.2	307.2	431.4	492	511.6
7	L-416-14-5	Días	10	21	26	31	39	69	108	129	145	156
		T° Max (°C)	24	22.5	22.4	21.1	19.3	18.7	16.6	17	14.8	18.6
		T° Min (°C)	5.1	5.4	8.4	6.3	6.6	5.9	6.3	6	7	6
		H.R. (%)	32.0	35.4	50.0	67.4	71.2	78.6	89.5	87.0	91.2	72.8
		P.P A. (mm)	21.6	24.8	21.6	50.2	34	201	281.2	377.6	425.5	490.5
8	L-417-14-7	Días	10	20	25	30	39	69	109	129	142	156
		T° Max (°C)	24	21.5	23.3	20	19.3	18.7	17.8	17	16.5	18.6
		T° Min (°C)	5.1	6.1	6.2	6.4	6.6	5.9	6.2	6	7.0	6
		H.R. (%)	32.0	30.7	28.1	71.8	71.2	78.6	80.7	87.0	89.3	72.8
		P.P A. (mm)	21.6	24.8	21.6	44.4	39.8	195.2	294.2	364.6	384.6	531.4
9	L-420-14-8	Días	9	20	26	29	39	67	106	126	145	156
		T° Max (°C)	23.1	21.5	22.4	20.9	19.3	19	17.7	17.6	14.8	18.6
		T° Min (°C)	6.7	6.1	8.4	5	6.6	6.1	7.1	5.5	7	6
		H.R. (%)	40.9	30.7	50.0	72.1	71.2	79.5	82.1	85.1	91.2	72.8
		P.P A. (mm)	12.6	33.8	12.6	33.8	50.4	178.2	288.8	324.2	478.8	437.2
10	L-427-14-8	Días	9	19	25	29	38	66	109	128	138	154
		T° Max (°C)	23.1	22.9	23.3	20.9	14.2	17.2	17.8	16.5	16.7	17.8
		T° Min (°C)	6.7	4.0	6.2	5.0	6.0	5.0	6.2	5.2	6.3	7.2
		H.R. (%)	40.9	19	28.1	72.1	85.9	80.7	80.7	86.2	85	82.8
		P.P A. (mm)	12.6	33.8	12.6	33.8	50.4	175.2	314.2	322.6	380.6	528.6
11		Días	11	21	25	30	39	61	91	114	133	152

N°	LÍNEAS	VARIABLES CLIMÁTICAS	EMERGENCIA	2 HOJAS	4 HOJAS	6 HOJAS	RAMIFICACIÓN	PANOJAMIENTO	FLORACIÓN	GRANO LECHOSO	GRANO PASTOSO	MADUREZ FISIOLÓGICA
	SALCEDO INIA	T° Max (°C)	19.1	22.5	23.3	20	19.3	19.2	19	18.2	17.9	17.5
		T° Min (°C)	5.4	5.4	6.2	6.4	6.6	4.4	3.2	5.8	6.2	4.8
		H.R. (%)	71.2	35.4	28.1	71.8	71.2	83.4	64.0	68.0	73.3	84.5
		P.P A. (mm)	35.2	11.2	35.2	30.8	53.4	156.4	166.6	339.4	335.8	563.8
	PROMEDIO	Días	10.23	20.64	25.23	30.05	39.43	71.55	107.11	131.84	150.86	165.23
		T° Max (°C)	21.61	22.23	23.05	20.03	16.84	18.14	16.23	16.28	17.30	17.81
		T° Min (°C)	5.60	5.25	6.80	6.16	6.25	5.65	5.44	5.98	5.59	4.81
		H.R. (%)	49.60	35.47	34.08	73.04	80.48	75.18	83.73	85.61	77.46	76.00
		P.P A. (mm)	26.15	20.25	26.15	39.00	51.36	185.85	290.60	379.07	456.32	498.06

Fuente: SENAMHI (2024-2025).

Figura 27

Promedio de Ppa en mm, T° Max, T° Min y H.R.



Fuente: SENAMHI – campaña octubre de 2024 a abril del 2025.

Según la Tabla 64 y la Figura 17 se presenta la evaluación fenológica de diez líneas de quinua en proceso de selección, comparadas con la variedad local *Salcedo INIA*. En este estudio se optó por utilizar las temperaturas máximas y mínimas, y no las temperaturas medias mensuales, debido a que el desarrollo fenológico de los cultivos está directamente influenciado por los extremos térmicos diarios, los cuales condicionan la velocidad y duración de cada fase fenológica.

Las fases fenológicas de la quinua desde la emergencia hasta la madurez fisiológica se expresan en intervalos cortos de tiempo (días) y no en escalas mensuales. En la presente investigación, dichas fases ocurrieron de manera progresiva entre los meses de octubre de 2024 y abril de 2025, por lo que el uso de temperaturas medias

mensuales podría enmascarar variaciones térmicas críticas, especialmente eventos de temperaturas mínimas bajas o máximas elevadas, que influyen significativamente en procesos como la germinación, floración y llenado de grano.

Los datos meteorológicos fueron proporcionados por SENAMHI de la estación meteorológica Santo Tomás, ubicada en la Escuela profesional de Ingeniería Agropecuaria con código: 4729A090.

Emergencia

El 18.18% de las líneas evaluadas emergieron a los 9 días, el 36.36% a los 10 días, el 36.36% a los 11 días, incluido el testigo variedad SALCEDO INIA, y al 9.10% a los 12 días posteriores a la siembra. Para la primera fase según SENAMHI se reportaron valores climáticos de T° máx. de 21.61°C, T° min de 5.60 °C, humedad relativa de 49.60% y lluvia registrada de 26.15 mm.

En comparación, a las investigaciones realizadas en condiciones K'ayara cusco, por Huillca (2019) y Yapura (2025) quienes reportaron un promedio de emergencia de 4 y 5 días de la siembra, siendo menor tiempo al presente estudio.

Dos hojas verdaderas

La presencia de 2 hojas verdaderas se observó a los 19 días de las líneas L-215-14 y L-427-14, a los 20 días de las líneas L-420-14-8 y L-417-14-7; a los 21 días las líneas L-416-14-5, L-252 y la variedad SALCEDO INIA, y finalmente a los 22 días se presentaron las líneas L-249-2, L-248 y L-220-14. Sucedió según las siguientes variables climáticas: T° máx. de 22.23 °C, T° min. de 5.25 °C, humedad relativa de 35.47% y nivel de precipitación de 20.25 mm.

Mientras que Huillca (2019) y Yapura (2025) reportaron la aparición de dos hojas verdaderas a los 7 y 19 días después de la siembra, respectivamente.

Cuatro hojas verdaderas

La Tabla 64 evidencia que el desarrollo de cuatro hojas verdaderas ocurrió en un promedio de 25 días posteriores a la siembra en todas las líneas, incluida la variedad SALCEDO INIA. El estudio se llevó a cabo con una T° máx. de 23.05 °C, T° min. de 6.80 °C, humedad relativa de 34.08% y precipitación pluvial de 26.15 mm. Mientras que Huillca (2019) y Yapura (2025) observaron a los 12 y 31 días, respectivamente.

Seis hojas verdaderas

En esta fase se manifestó a los 30 días como promedio; la manifestación temprana fue a los 29 días en las líneas L-420-14-8 y L-427-14-8, y a los 30 días en las líneas L-215-14, L-248, L-251, L-252, L-214-14-7 y el testigo variedad SALCEDO INIA. Las más tardías manifestaron a los 32 días la línea L-249-2. Todo ello estuvo asociado a las siguientes condiciones climáticas del área de estudio: T° máx. de 20.03 °C, T° min. de 6.16 °C, humedad relativa de 73.04% y precipitación pluvial de 39.00 mm.

En contraste con Huillca (2019), quien observó a día 15, y Yapura (2025), a los 46 días después de la siembra, ambas investigaciones en condiciones de K'ayra, Cusco.

Ramificación

Esta fase presento en promedio de 39 días posteriores a la siembra, con una T° máx. de 16.84 °C, T° min. de 6.25 °C, humedad relativa promedio de 80.48% y un nivel de precipitación de lluvia acumulada de 51.36 mm. Las líneas L-215-14 y L-427-14 manifestaron de manera temprana a los 38 días, y las líneas L-220-14, L-249-2 y L-251

lo hicieron de manera tardía a los 41 días. Por su parte, Huilca (2019) registró esta fase a los 35 días, mientras que Yapura (2025) reportó a los 57 días después de la siembra.

Panojamiento

La Tabla 64 muestra que la etapa de panojamiento ocurrió, en promedio, transcurrido los 71 días posteriores a la siembra. La variedad SALCEDO INIA presentó esta etapa de forma temprana a los 61 días, mientras que las líneas más tardías fueron L-248 y L-249-2 a los 80 y 81 días, respectivamente. Las cuales se dieron en las siguientes condiciones climáticas: T° máx. de 18.14 °C, T° min. de 5.65 °C, humedad relativa de 75.18% y precipitación pluvial de 185.85 mm.

En comparación, Huilca (2019) reportó un periodo más corto promedio de 62 días, mientras que Yapura (2025) registró un promedio de 75 días después de la siembra.

Floración

Esta fase ocurrió en promedio a los 107 días posteriores a la siembra. La variedad SALCEDO INIA presentó a los 91 días, seguido por la línea L-420-14-8 a los 106 días, mientras que las líneas L-220-14, L-248, L-249-2 y L-251 presentaron de forma tardía a los 110 días. Esta etapa ocurrió según las siguientes condiciones climáticas: T° máx. de 16.23 °C, T° min. de 5.44 °C, humedad relativa de 83.73% y precipitación pluvial de 290.60 mm.

Huilca (2019) y Yapura (2025), quienes observaron la floración a los 94 y 96 días, respectivamente, en sus respectivas investigaciones en condiciones de K'ayra-Cusco.

Grano lechoso

La variedad SALCEDO INIA alcanzó el periodo fenológico de grano lechoso a los 114 días después de la siembra, seguida por las líneas L-420-14-8 y L-427-14-8 con 126

y 128 días, respectivamente. Por otro lado, las líneas L-248 y L-249-2 alcanzaron con 141 días de manera tardía. Durante esta etapa, las condiciones climáticas fueron: T° máx. de 16.28 °C, T° min. de 5.98 °C, humedad relativa de 85.61% y precipitación pluvial de 379.07 mm.

En contraste con el estudio de Huillca (2019), quien reportó la fase de grano lechoso a los 108 días después de la siembra, mientras que Yapura (2025) registró a los 119 días.

Grano pastoso

Esta etapa se alcanzó, en promedio, a los 150 días después de la siembra; los primeros en llegar a esta fase fueron la variedad SALCEDO INIA con 133 días y la línea L-427-14-8 con 138 días. Mientras que la línea L-248 con 163 días fue la más tardía. Las variables climáticas fueron las siguientes: T° máx. de 17.30 °C, T° min. de 5.59 °C, humedad relativa de 77.46% y precipitación pluvial de 456.32 mm.

En los estudios anteriores a este estudio, Huillca (2019) reportó que esta fase se alcanzó a los 122 días después de la siembra, mientras que Yapura (2025) alcanzó a los 143 días, evidenciando una variación entre estudios.

Madurez fisiológica

La última fase fenológica del cultivo se alcanzó, en promedio, a los 165 días posteriores de la siembra. La variedad SALCEDO INIA a los 152 días y la línea L-427-14-8 a los 154 días, fueron las más precoces. Mientras que las tardías fueron las líneas L-220-14, L-248, L-249-2, L-251 y L-252 al completar su ciclo a los 177 días. Durante este periodo de evaluación, las condiciones climáticas promedio registradas fueron T°

máx. de 17.81 °C, T° min. de 4.81 °C, humedad relativa de 76.00% y precipitación acumulada de 498.06 mm.

Estos resultados coinciden parcialmente con los reportes de Huillca (2019) y Yapura (2025), quienes reportaron la madurez fisiológica a los 150 a 160 y 170 a 186 días después de la siembra, respectivamente.

CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación, se concluye que las diez líneas de quinua en proceso de selección evaluadas en las condiciones agroecológicas de la Mellotora, Colca, Huayllapata y Mauccosa, distrito de Santo Tomás – Chumbivilcas – Cusco, presentaron diferencias significativas en el rendimiento de grano, características botánicas y comportamiento fenológico en comparación con la variedad Salcedo INIA, evidenciando una respuesta diferencial de los genotipos al ambiente de estudio.

En cuanto al rendimiento de grano, los resultados muestran que las líneas L-427-14-8, L-416-14-5, L-420-14-8, L-251 y L-417-14-7 obtuvieron rendimientos superiores al de la variedad Salcedo INIA, alcanzando valores de 4.39, 3.92, 3.76, 3.73 y 3.31 t/ha, respectivamente. Estos resultados evidencian que dichas líneas presentan un mejor desempeño productivo y una adecuada adaptación a las condiciones edafoclimáticas del anexo de Mellotora.

En relación con las características botánicas, se observó que las líneas de quinua evaluadas presentaron una marcada variabilidad morfológica en los caracteres de tallo, hoja, panoja, flor y grano. En este sentido, la línea L-220-14 destacó por alcanzar la mayor altura de planta; la línea L-248 por presentar mayor diámetro de tallo y mayor ancho de hoja; la línea L-252 por registrar la mayor longitud de panoja; y la línea L-251 por mostrar mayor longitud de hoja y diámetro de panoja. Estas diferencias ponen en evidencia la diversidad genética existente entre las líneas, la cual resulta valiosa para continuar con el proceso de selección y mejoramiento del cultivo.

Finalmente, en relación con el comportamiento fenológico, los resultados evidenciaron que el ciclo vegetativo de las líneas de quinua evaluadas presentó

variaciones que oscilaron entre 152 y 177 días. La variedad Salcedo INIA fue la más precoz, alcanzando la madurez fisiológica a los 152 días, seguida por las líneas L-416-14-5, L-417-14-7 y L-420-14-8, que completaron su ciclo a los 156 días. Mientras que, las líneas L-220-14, L-248, L-249-2, L-251 y L-252 mostraron un comportamiento más tardío, llegando a la madurez fisiológica a los 177 días después de la siembra.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con los estudios de investigación empleando la información genética evaluado en el vigente estudio, en especial las líneas L-427-14-8 y L-416-14-5, las cuales mostraron el mejor rendimiento a una altitud de 3535 m.s.n.m. Es necesario validar su comportamiento en diferentes pisos ecológicos del país, con el propósito de identificar líneas con mayor rendimiento y resistentes a diversas condiciones climáticas, que permitan avanzar en el proceso de selección y liberación de variedades mejoradas.
2. Las características botánicas influyen en el rendimiento de grano, se recomienda realizar investigaciones complementarias que evalúen el efecto de diferentes niveles de fertilización, tanto como fertilizantes químicos y como abonos orgánicos. Estos estudios permitirán identificar un manejo nutricional adecuado que potencie el desarrollo morfológico de las plantas y optimizar su productividad en diferentes contextos agroecológicos.
3. Se recomienda realizar investigaciones para determinar el porcentaje de daño y pérdida en el rendimiento de grano causados por aves, principalmente palomas, las cuales afectan al cultivo de quinua durante las fases fenológicas de grano lechoso hasta la madurez fisiológica, dado que en los últimos años el incremento poblacional de aves considerable representando una amenaza creciente para la productividad de cultivos en zonas altoandinas.

GLOSARIO

- **Análisis de varianza (ANOVA):** Procedimiento estadístico utilizado para determinar diferencias significativas entre tratamientos evaluados.
- **Altura de planta:** Medida desde la base del tallo hasta el ápice de la panoja, empleada como indicador del crecimiento vegetativo.
- **Bloques Completos al Azar (DBCA):** Diseño experimental que agrupa tratamientos en bloques homogéneos para reducir la variabilidad ambiental.
- **Ciclo vegetativo:** Periodo comprendido desde la siembra hasta la madurez fisiológica del cultivo.
- **Fenología:** Estudio de las etapas de desarrollo del cultivo y su relación con las condiciones climáticas.
- **Floración:** Fase reproductiva caracterizada por la apertura de flores y el inicio de la formación del grano.
- **Líneas de quinua:** Materiales genéticos en proceso de selección y evaluación, aún no liberados como variedades comerciales.
- **Madurez fisiológica:** Etapa en la que el grano alcanza su máximo peso seco y finaliza el llenado.
- **Panoja:** Inflorescencia principal de la quinua donde se desarrollan las flores y granos.
- **Rendimiento de grano:** Producción total de grano por unidad de superficie, expresada generalmente en toneladas por hectárea.
- **Temperatura máxima:** Valor más alto de temperatura registrado en un periodo, relacionado con estrés térmico por calor.
- **Temperatura mínima:** Valor más bajo de temperatura registrado en un periodo, asociado al estrés por frío.
- **Testigo:** Variedad utilizada como referencia para comparar el comportamiento de las líneas evaluadas.
- **Variedad local Salcedo INIA:** Variedad mejorada de quinua desarrollada por el INIA, empleada como testigo por su estabilidad y adaptación regional.

BIBLIOGRAFÍA

- Afzal, I., Basra, S. M. A., Rehman, H. U., Iqbal, S., & Bazile, D. (2022). Trends and Limits for Quinoa Production and Promotion in Pakistan. *Plants*, 11(12), 1–20. <https://doi.org/10.3390/plants11121603>
- Afzal, I., Haq, M. Z. U., Ahmed, S., Hirich, A., & Bazile, D. (2023). Retos y perspectivas para la integración de la quinua al sistema agroalimentario. In *Plants* (Vol. 12, Number 19, pp. 1–23). <https://doi.org/10.3390/plants12193361>
- Apaza, V., Cáceres, G., & Estrada, R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. <https://www.fao.org/3/a-as890s.pdf>
- Arela, R., P. (2016). Manual de producción de quinua orgánica bajo el sistema de siembra a doble hilera en el distrito de Chihuata Var. *INIA Salcedo.cdr.pdf* (p. 20). <https://louvaincooperation.org/en/node/271>
- Balzarini, M., González, L., Tablada, E., Casanoves, F., Di Rienzo, J., & Robledo, C. (2020). Manual del usuario. Grupo InfoStat. In *FAO* (Versión 2020). Universidad Nacional de Cordova. <https://www.infostat.com.ar/>
- Bazile, D., & Baudron, F. (2014). *Dinámica de expansión mundial del cultivo de la quinua respecto a su alta biodiversidad*. <https://agritrop.cirad.fr/574150/>
- Bazile, D., Biaggi, M. C., & Jara, B. (2021). Quinoa's Spreading at Global Level: State of the Art, Trends, and Challenges. *Biology and Biotechnology of Quinoa: Super Grain for Food Security*, 1–16. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3832-9_1
- Bazile, D., Pulvento, C., Verniau, A., Al-Nusairi, M. S., Ba, D., Breidy, J., Hassan, L., Mohammed, M. I., Mambetov, O., Otambekova, M., Sepahvand, N. A., Shams, A., Souici, D., Miri, K., & Padulosi, S. (2016). Worldwide Evaluations of Quinoa: Preliminary Results from Post International Year of Quinoa FAO Projects in Nine Countries. *Frontiers in Plant Science*, 7(June). <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00850>
- Bialic-Murphy, L., & Gaoue, O. G. (2018). Low interannual precipitation has a greater negative effect than seedling herbivory on the population dynamics of a short-

- lived shrub, *Schiedea obovata*. *Ecology and Evolution*, 8(1), 176–184.
<https://doi.org/10.1002/ece3.3595>
- Calla, J. (2012). Manual técnico, Manejo del cultivo de quinua. *Agrobanco*, 1–40.
- Carpio, A. L. Del, Clavitea, J., & Delgado, P. (2016). Incidencia de aves granívoras y su importancia como plagas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) EN el altiplano peruano. *Bioagro*, 28(3), 139–150.
- Céspedes, E. (2009). *Efecto del medio ambiente en tres genotipos de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow), en el Centro Agronómico K'ayra*. Universidad Nacional de San Antonio Abad. Cusco, Perú.
- Chaganti, V. N., & Ganjegunte, G. K. (2024). Quinoa growth and yield performance under salinity stress in arid West Texas. *Agrosystems, Geosciences and Environment*, 7(2). <https://doi.org/10.1002/agg2.20493>
- Chávez. Centeno, V., Mancilla. Condor, J. L., & Carbajal. Cuadros, L. N. (2024). Mildiu de la quinua (*Peronospora variabilis*): Una revisión sobre respuesta y tratamiento de la enfermedad. *Agronomía Mesoamericana*, 35, 54209. <https://doi.org/10.15517/am.2024.54209>
- Davalos, C. (2022). Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina del grano de 14 líneas promisorias y una variedad de quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow) en K'ayra - San Jerónimo – Cusco.
- De Bock, P., Van Bockstaele, F., Muylle, H., Quataert, P., Vermeir, P., Eeckhout, M., & Cnops, G. (2021). Yield and Nutritional Characterization of Thirteen Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Varieties Grown in North-West Europe—Part I. *Plants*, 10(12), 2689. <https://doi.org/10.3390/plants10122689>
- Delatorre-Herrera, J., González, ;, L1, J., & Martínez, ; (2015). Efecto del fotoperiodo y la temperatura sobre la concentración de saponina en tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) provenientes de tres latitudes. <https://www.researchgate.net/publication/278017751>

- Estrada, R. (2013). Cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la región Cusco. In Instituto Nacional De Innovación Agraria - Estacion Experimental Agraria Andenes. (p. P: 17-18).
- Estrada, R. (2018). Escuelas de Campo para la Producción de Quinua: Guía de Capacitación para Facilitadores (Instituto Nacional de Innovación Agraria, Ed.).
- Estrada Zúñiga, R., Bobadilla, L. G., Neyra Valdez, E., Manotupa Tupa, M. B., Álvarez Caceres, A., & Céspedes Florez, E. (2022). Evaluación morfoagronómica de 100 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) por su respuesta a mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum), rendimiento y contenido de saponina en Cusco, Perú. *Avances En Investigación Agropecuaria*, 26(1), 47–61. <https://doi.org/10.53897/revaia.22.26.04>
- FAO. (2011). La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. <https://www.fao.org/4/aq287s/aq287s.pdf>
- FAO. (2024). Plataforma de información de la quinua. <https://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/es/>
- FAO, PROINPA, INIAF, & FIDA. (2013). Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. In *Bioversity International* (p. 64).
- Gallegos, E., Canaza, A., Gallegos, V., Gallegos, J., & Pérez, A. (2025). Factores determinantes de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el departamento de Puno. *Revista De Investigaciones*, 14(3), 106–117. <https://doi.org/10.26788/ri.v14i3.7005>
- García P, M., García M, J., & Deaquiz O, Y. (2019). Physiological performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) under agricultural climatic conditions in Boyaca, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 37(2), 160–168. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v37n2.76219>
- Gómez, P., & Aguilar, E. (2016). Guía de cultivo de la quinua. In *FAO y UNALM: 2da Ed.* (p. P. 130).

- Hirich, A., Choukr-Allah, R., & Jacobsen, S. E. (2014). Quinoa in Morocco - Effect of sowing dates on development and yield. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 200(5), 371–377. <https://doi.org/10.1111/jac.12071>
- Huamanguillas, Y. (2023). rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina de 12 líneas de quinua en proceso de selección y una variedad (*Chenopodium quinoa* Willdenow), en K'ayra - San Jerónimo – Cusco.
- Huillca, M. (2019). comparativo de rendimiento de grano, caracterización botánica, comportamiento fenológico y contenido de saponina de 11 líneas promisorias de quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra - Cusco. In *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*.
- IDMA. (2016). Manual técnico de producción agroecológica de quinua. www.idmaperu.org
- INIA. (1997). Cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Estación Experimental Agraria Andenes – Cusco, 1–2.
- INIA. (2022). Tecnologías de producción de semillas de quinua.
- INIEA. (2006). Manual para caracterización in situ de cultivos nativos Conceptos y Procedimientos. In Instituto Nacional de Innovación Agraria (Instituto, p. 168). <https://hdl.handle.net/20.500.12955/103>
- Jacobsen, S. E. (2003). The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*, 19(1–2), 167–177. <https://doi.org/10.1081/FRI-120018883>
- León, H. (2003). Cultivo de la Quinua en Puno-Perú Descripción, Manejo y Producción. In *Ciencias Agrarias - UNA - PUNO*. <https://es.scribd.com/doc/24569369/Cultivo-de-la-Quinua-en-Puno-Peru-Leon-H-Juvenal-RM>
- León, P., Zurita, A., Veas, E., Alfaro, C., Matus, I., Kurt, R., Pinto, M., Carrasco, J., Riquelme, J., Felmer, S., Pedreros, A., Molina, L., & Quiroz, C. (2015). El cultivo

- de la quínoa en Chile-. In Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
<https://hdl.handle.net/20.500.14001/6727>
- Mañuico Mendoza, R. (2024). Quinua “Cultivo del pasado presente y futuro”
 (Editores Maraucano S.A.C., Ed.; Primera Edición). Universidad Nacional de
 Cañete. <https://hdl.handle.net/20.500.14559/256>
- Martínez, S., Garbi, M., Pincirolí, M., Puig, L., Sánchez, M., Herminia, M., D’Amico,
 M., Guaymasi, D., & Arciprete, L. (2024). Agroclimatología y Agrometeorología
 Guía de estudio.
https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/168537/mod_resource/content/1/Guia%20de%20estudio%202024.pdf
- Meyhuay, M. (1997). Quinua: Operaciones de Poscosecha.
<https://www.fao.org/3/ar364s/ar364s.pdf>
- MIDAGRI. (2023). Los granos andinos son superalimentos por su calidad nutritiva y
 Perú es líder mundial en quinua. <https://www.gob.pe/es/n/790313>
- Montalvo Samame, J. C., Tuesta Monteza, V. A., Tuesta Monteza, V. A., Arcila Díaz,
 J. C., Arcila Díaz, J. C., Mejía Cabrera, H. I., & Mejía Cabrera, H. I. (2018).
 Clasificación automática de tipos de semilla de quinua a través de descriptores
 de color. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 4(2).
<https://doi.org/10.26495/icti.v4i2.718>
- Montes R, C., Burbano C, G., Muñoz C, E., & Calderón Y, Y. (2018). Descripción del
 ciclo fenológico de cuatro ecotipos de (*Chenopodium quinua* Willd.), en Puracé
 – Cauca, Colombia. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial -*
Universidad Del Cauca, 16(2), 26–37.
- Mujica, Á. (1996). Genetic Resources of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). In
 FAO.
- Pérez, A. A. (2005). Manejo del Cultivo de Quinua en la Sierra Central. In *Instituto*
Nacional De Investigación Agraria - INIA (Vols. 1–05, p. 41).
<https://hdl.handle.net/20.500.12955/744>.

- Ren, A., Jiang, Z., Dai, J., Sun, M., Anwar, S., Tang, P., Wang, R., Ding, P., Li, L., Wu, X., & Gao, Z. (2024). Phenotypic Characterization and Yield Screening of Quinoa Germplasms in Diverse Low-Altitude Regions: A Preliminary Study. *Agronomy*, 14(7), 1354. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071354>
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., & Jacobsen, S.-E. (2003). Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19(1–2), 179–189. <https://doi.org/10.1081/FRI-120018884>
- Rivera-Palma, D. G., Orozco-Ramos, J. M., Moyano-Alulema, J. C., & Guamán-Lozano, Á. G. (2022). Automatización del proceso de secado de Quinua. Caso: Asociación de emprendedores Nutriandina, Ecuador. *Ingenium et Potentia*, 4(7), 57. <https://doi.org/10.35381/i.p.v4i7.1859>
- Román, V. (2014). Adaptación y rendimiento de 18 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en tres pisos altitudinales - Ayacucho. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamga.
- Ruiz, K. B., Biondi, S., Oses, R., Acuña-Rodríguez, I. S., Antognoni, F., Martínez-Mosqueira, E. A., Coulibaly, A., Canahua-Murillo, A., Pinto, M., Zurita-Silva, A., Bazile, D., Jacobsen, S. E., & Molina-Montenegro, M. A. (2014). Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. In *Agronomy for Sustainable Development* (Vol. 34, Number 2, pp. 349–359). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0195-0>
- Serna, F., Montenegro, J. D., Cruz, W., & Koc, G. (2020). Identification of genes related to drought tolerance in 41 varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 31–38. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.04>
- Taaime, N., El Mejahed, K., Oukarroum, A., Choukr-Allah, R., Pittelkow, C., Bouabid, R., & Gharous, M. El. (2024). Residual Effects of Compost and Manure Fertilizers on Quinoa Production and Nutrient Uptake. *Journal of Soil Science*

- and Plant Nutrition*, 24(3), 4338–4348. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01838-2>
- Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A., & Mujica, A. (1979). *Quinoa y Kañiwa cultivos andinos* (E. IICA, Ed.). <https://repositorio.iica.int/handle/11324/16254>
- Tejada, T. (2020). Nueva variedad de “quinua” *Chenopodium quinoa* Wild. (*Chenopodiaceae*) para la sierra norte del Perú con características agronómicas y comerciales sobresalientes. *Arnaldoa*, 27(3), 751–768.
- Torreblanca, N. (2019). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) alternativa de seguridad alimentaria para zonas desérticas. *Ciencia & Desarrollo*, (19), 19–24. <https://doi.org/10.33326/26176033.2015.19.472>
- Triana, G. M. (2018). Producción del Cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Como Cultivo Alternativo en la Comarca Lagunera. In *Tesis de maestría - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)*.
- Valdivia, P. (2020). Cultivo de Quinoa Orgánica en el distrito de Andaray y zonas altoandinas de la región Arequipa. *Gobierno Regional de Arequipa*, 9–22.
- Veas, E., & Cortés, H. (2018). Manual del cultivo de la Quinoa. In *Ceaza - Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas* (p. 48).
- Vilca, J., & Carrasco, G. (2013). Manejo integrado en el cultivo de Quinoa. In *Agrobanco* (pp. 1–28).
- Villaca, Y. (2024). Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina de 14 líneas de quinua y variedad CICA 127 (*Chenopodium quinoa* Willdenow) en K’ayra - San Jerónimo – Cusco.
- Yapura, E. (2025). Comparativo de rendimiento de grano, características botánicas, comportamiento fenológico y contenido de saponina de 15 líneas promisorias y variedad CICA 18 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones del Centro Agronómico K’ayra Distrito San Jeronimo.

APÉNDICE

APÉNDICE A: REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO

Fotografía 1

Siembra.



Fotografía 2

Riego por aspersión.



Fotografía 3

Emergencia.



Fotografía 4

Presencia de dos hojas verdaderas.



Fotografía 5

Plantas de cuatro y seis hojas verdaderas.



Fotografía 6

Raleo de las plantas.



Fotografía 7

Actividades de deshierbe.



Fotografía 8

Actividades del primer aporque.



Fotografía 9

Ramificación e inicio de panojamiento.



Fotografía 10

Evaluaciones botánicas.



Fotografía 11

Etapas de floración.



Fotografía 12

Evaluación del tallo, hojas y el peciolo.



Fotografía 13

Plantas en la fase de grano lechoso.



Fotografía 14

Daños de plagas aves (palomas).



Fotografía 15

Plantas en la fase de grano pastoso.



Fotografía 16

Formación de parvas.



Fotografía 17

Secado de plantas por tratamientos.



Fotografía 18

Actividades del trillado de la parcela neta.



Fotografía 19

Trillado de panojas por planta.



Fotografía 20

Secado de grano antes del venteo.



Fotografía 21

Actividades del venteo.



Fotografía 22

Pesado de jipi y grano.



Fotografía 23

Pesado de tallos secos (kiri).



Fotografía 24

Embolsado y etiquetado de los granos.



ANEXOS

ANEXO 1: ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n teléf.: 614 7800 anexo 226 / 349 3969 E mail: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 021042

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : KJURO QUISPE WILBER
PROYECTO : "ELABORACIÓN DE TESIS - TRABAJO DE INVESTIGACIÓN" - Muestra de: Caracterización completa N° de muestra: 01
UBICACIÓN : Cusco - Chumbivilcas - Mellotora - Sector Chaparral
RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 07 de noviembre de 2024

Número de muestra		CE dS m ⁺ Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ³⁺ +H ⁺
													Cmol (+) Kg ⁻¹				
21042	suelo	0.12	78.56	13.56	7.88	Arena franca	5.92	1.03	29.87	412.20	-	10.98	7.92	1.23	0.26	0.41	0.13

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

[Signature]
MSc Ing. Teresa Velásquez Bejarano
JEFA DE LABORATORIO



ANEXO 2: MUESTREO DEL ANALISIS E INTERPRETACIÓN DEL SUELO

Para evaluar las características físicas y químicas del suelo del área experimental, se empleó el método de muestreo en Zigzag, mediante el cual se recolectaron submuestras representativas del terreno. Se realizaron excavaciones de calicatas de 30 cm de profundidad, extrayendo muestras compuestas que posteriormente fueron remitidas al Laboratorio del Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego (LASMAF) de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), para su respectiva estudio físico – químico.

Tabla 1

Análisis e interpretación de fertilidad y físico-mecánico del suelo.

TIPO DE ANÁLISIS	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD	INTERPRETACIÓN
Análisis de fertilidad	Clave	Suelo	-
	C.E.	0.12	Normal
	Ph	5.92	Ligeramente ácido
	M.O. %	1.03	Baja
	P ppm	29.87	Medio - alto
	K ppm	412.2	Alto
	Arena %	78.56	Muy alto
	Limo %	13.56	Bajo
Análisis mecánico	Arcilla %	7.88	Bajo
	Clase textural	Arena franca	Suelo de drenaje rápido, baja retención de agua y nutriente

Fuente: LASMAF – UNALM.

ANEXO 3: DESCRIPTOR DE QUINUA PROPUESTO POR EL CONSEJO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENÉTICOS (CIRF – IPGR).

Para caracterizar el cultivo de quinua, se utilizarán descriptores que permiten identificar las características fácilmente observables y medibles. Las evaluaciones serán

observadas y medidas en un mínimo de 10 plantas tomadas al azar del surco central y de la parte media del surco; evitando el efecto borde. Para los caracteres cuantitativos, se utilizará la media del número de plantas observadas.

1. CARACTERIZACIÓN

1.1. TIPO DE CRECIMIENTO

- 1 Herbáceo
- 2 Arbustivo

1.2. ALTURA DE LA PLANTA (cm)

Medida en la madurez fisiológica, desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja. Promedio de 10 plantas.

1.3. TALLO

1.3.1. Formación del tallo principal

Vista transversal. Observado en el tercio inferior de la planta en la madurez fisiológica. Véase la **Fig. 2**.

- 1 Cilíndrico
- 2 Anguloso

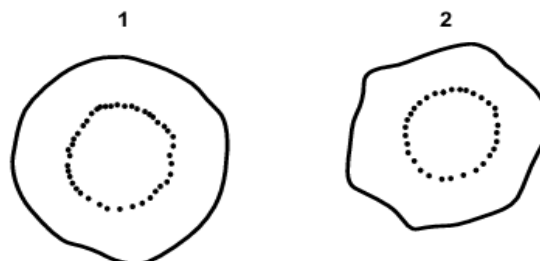


Fig. 2. Forma del tallo principal

1.3.2. Diámetro del tallo principal (cm)

Medido en la parte media del tercio inferior de la planta en la madurez fisiológica.
Promedio de al menos 10 plantas.

1.3.3. Color del tallo principal

- | | |
|--------------|-----------------------|
| 1 Blanco | 7 Marrón |
| 2 Purpura | 8 Gris |
| 3 Rojo | 9 Negro |
| 4 Rosado | 10 Verde |
| 5 Amarillo | 99 Otro (especificar) |
| 6 Anaranjado | |

1.3.4. Presencia de axilas pigmentadas

Observado en la intersección entre el tallo principal y las ramas primarias, en la floración de la planta.

- 0 Ausentes
- 1 Presentes
- 2 No determinadas (por ej. aquellas plantas de tallo y ramas de color rojo, donde no se puede apreciar la presencia de axilas pigmentadas.)

1.3.5. Presencia de estrías

Observado en el tallo principal de la planta en floración

- 1 Ausentes
- 2 Presentes

1.3.6. Color de estrías

Observado en la parte media del tercio medio de la planta en plena floración.

- | | |
|-------------|-----------------------|
| 1 Verde | 4 Purpura |
| 2 Amarillas | 99 Otro (especificar) |
| 3 Rojas | |

1.4. RAMIFICACIÓN

1.4.1. Presencia de ramificaciones

- 0 Ausente
- 1 Presente

1.4.2. Numero de ramas primarias

Número de ramas desde la base hasta el segundo tercio de la planta, en la madurez fisiológica.

1.4.3. Posición de las ramas primarias

- 0 Salen oblicuamente del tallo principal
- 1 Salen de la base con una cierta curvatura

1.5. HOJA

Descripción de hojas del tercio medio del tallo principal de la planta, seleccionadas en plena floración de al menos 10 plantas.

1.5.1. Forma de hoja

- 1 Romboidal
- 2 Triangular

1.5.2. Margen (borde) de la hoja

- 1 Entero
- 2 Dentado
- 3 Aserrado

1.5.3. Numero de dientes de la hoja

Número total de dientes por hoja, media de al menos 10 hojas basales (una hoja por planta).

1.5.4. Longitud del peciolo (cm)

Media de al menos 10 plantas (una hoja por planta). Véase la **Fig.3**.

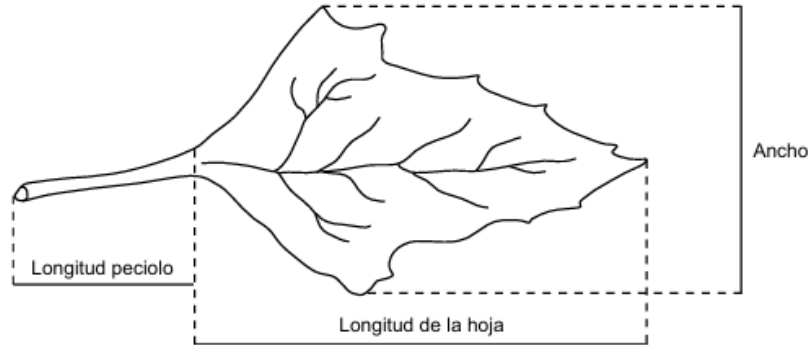


Fig. 3. Medidas de la hoja

1.5.5. Longitud máxima de la hoja (cm)

Media de al menos 10 plantas (una hoja por planta).

1.5.6. Ancho máximo de la hoja (cm)

Media de al menos 10 plantas (una hoja por planta).

1.5.7. Color del peciolo

- 1 Verde
- 2 Verde – Rojo (estriado/veriegado)
- 3 Rojo

1.5.8. Color de la lámina foliar

- 1 Verde
- 2 Verde – Rojo (estriado/veriegado)
- 3 Rojo

1.5.9. Color de gránulos en las hojas

Observación en plena floración.

- | | |
|---|-----------|
| 0 Ausente | 3 Púrpura |
| 1 Blanco | 4 Rojo |
| 2 Blanco – Rojo (estriado /
variegado) | |

1.6. INFLORESCENCIA

1.6.1. Color de la panoja en la floración

- | | |
|-----------|--------------------------|
| 1 Verde | 3 Rojo |
| 2 Purpura | 4 Mixta (purpura y rojo) |

1.6.2. Color de la panoja en la madurez fisiológica

- | | |
|--------------|------------------------|
| 1 Blanco | 9 Negro |
| 2 Purpura | 10 Rojo y blanco |
| 3 Rojo | 11 Rojo y rosado |
| 4 Rosado | 12 Rojo y amarillo |
| 5 Amarillo | 13 Verde |
| 6 Anaranjado | 14 Rojo y verde |
| 7 Marrón | 99 Otros (especificar) |
| 8 Gris | |

1.6.3. Forma de panoja

Véase la Fig.3.

- 1 **Glomerulada** (glomérulos están insertos en los ejes glomerulares y presentan una forma globosa)
- 2 **Intermedia** (apariencia de ambas formas)

- 3 **Amarantiforme** (glomérulos están insertados directamente en el eje secundario y presentan una forma alargada)

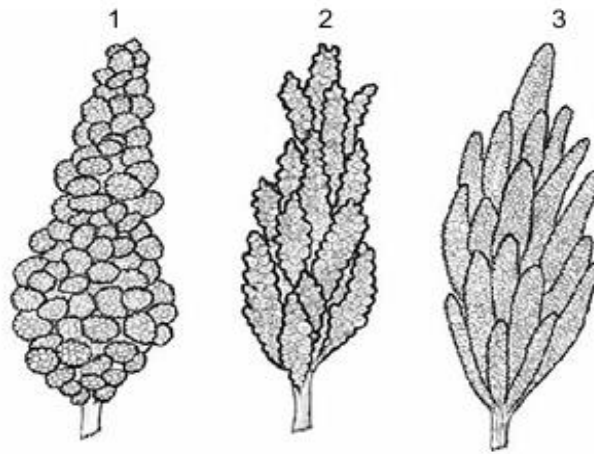


Fig. 4. Forma de la panoja

1.6.4. Longitud de la panoja (cm)

Registrar en la madurez fisiológica, medir desde la base hasta el ápice de la panoja principal. Media de al menos 10 plantas.

1.6.5. Diámetro de la panoja (cm)

Registrar en la madurez fisiológica, registrar el diámetro máximo de la panoja principal. Media de al menos 10 plantas.

1.6.6. Densidad de panoja

- 1 Laxa
- 2 Intermedia
- 3 Compacta

1.7. CARACTERÍSTICAS DEL GRANO

1.7.1. Color del perigonio

- 1 Verde
- 2 Blanco

3 Crema	10 Café
4 Amarillo	11 Café oscuro
5 Amarillo dorado	12 Café rojizo
6 Rosado	13 Purpura
7 Rojo	14 Gris
8 Anaranjado	15 Negro
9 Café claro	99 Otros (especificar)

1.7.2. Diámetro del grano (mm)

Promedio de 20 granos sin considerar el perigonio.

1.7.3. Peso de 1000 granos (g)

Registro del peso sin considerar el perigonio.

1.7.4. Forma de grano

Véase Fig. 4.

- 1 Lenticular
- 2 Cilíndrico
- 3 Elipsoidal
- 4 Cónico

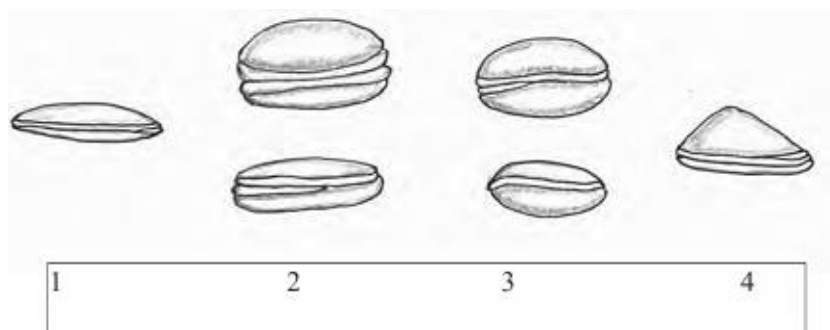


Fig. 5. Forma de grano

2. EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS

2.1. Número de días hasta la formación del botón floral (d)

Desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan formado el botón floral.

2.2. Número de días hasta el inicio de floración (d)

Número de días transcurridos desde de la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan iniciado la floración.

2.3. Número de días hasta el 50% de floración (d)

Desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan iniciado la floración.

2.4. Número de días hasta el final de floración (d)

Desde la siembra hasta que el 100% de las plantas presenten flores abiertas.

2.5. Número de días hasta grano lechoso (d)

Desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presenten granos de liberen liquido blanquecino cuando se someten a presión.

2.6. Número de días hasta grano pastoso (d)

Desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan alcanzado una apariencia de grano pastoso.

2.7. Número de días hasta el 50% de la madurez fisiológica (d)

3. OTRAS EVALUACIONES POSTERIORES

3.1. Altura de planta

Al final de la floración medida en milímetros de al menos 10 plantas

ANEXO 5: OFICIO DE SOLICITUD DE DATOS METEOROLÓGICOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
FILIAL SANTO TOMÁS – CHUMBIVILCAS



"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

Santo Tomás, 08 de mayo de 2025

OFICIO N° 052-2025 DI-EPIA - UNSAAC SANTO TOMÁS -CUSCO

Abog. Augusto Ovidio Avila Callao

Gerente General del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú –
SENAMHI

ASUNTO: SOLICITUD DE DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACIÓN SANTO TOMAS - CHUMBIVILCAS

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente a nombre de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria filial Santo Tomás, de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Al mismo tiempo solicitarle los datos meteorológicos de la Estación Santo Tomás Chumbivilcas con código: **4729A090**, desde 01 de octubre del 2024 al 30 de abril de 2025 referente a temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa y precipitación pluvial (mm/día) Con el propósito de aportar datos a la tesis titulada “**RENDIMIENTO DE GRANO, CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA Y COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE DIEZ LÍNEAS DE QUINUA BAJO SELECCIÓN Y UNA VARIEDAD LOCAL (*Chenopodium quinoa Willdenow*) EN MELLTOTORA, SANTO TOMAS – CHUMBIVILCAS – CUSCO**” aprobado mediante resolución N° D-1490-2025-FZ-UNSAAC, del egresado de nuestra Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria Filial Santo Tomás, Sr. Wilber Kjuero Quispe.

Sin otro particular, le hago propicia la oportunidad para mis consideraciones de mi estima personal.

Atentamente,

c.c.
Interesado
Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
FILIAL SANTO TOMÁS – CHUMBIVILCAS
M.Sc. Nils Haber Flores Huarco
DIRECTOR

www.unsaac.edu.pe - Dirección: Santo Tomás sector Accopampa S/N - Celular: 989 414 636
e-mail: ing.agropecuaria.santotomas@unsaac.edu.pe

ANEXO 6: REGISTRO METEOROLÓGICO

Datos obtenidos de la estación meteorológica Santo Tomás con código: 4729A090 del periodo octubre del 2024 a abril del 2025 (SENAMHI).

DEPARTAMENTO:	CUSCO	LATITUD:	14°26'56.27"S
PROVINCIA:	CHUMBIVILCAS	LONGITUD:	72° 5'47.23"O
DISTRITO:	SANTO TOMÁS	ALTITUD:	3 671 m

Tabla 2
Datos meteorológicos de T° max, T° min y T° promedio

Meses del 2024-2025	T. máxima	T. mínima	Temperatura promedio
Octubre	20.8	5	12.9
Noviembre	20	6	13
Diciembre	18.9	5.8	12.35
Enero	17.3	6	11.65
Febrero	17.3	5.6	11.45
Marzo	17	5.7	11.35
Abril	17.2	5.3	11.25

Tabla 3
Datos meteorológicos de Humedad relativa (%)

Meses del 2024-2025	Humedad relativa (%)
Octubre	46.9
Noviembre	61.2
Diciembre	69.9
Enero	78.8
Febrero	78.3
Marzo	81.4
Abril	71.4

Tabla 4
Datos meteorológicos de precipitación pluvial acumulativa (mm)

Meses del 2024-2025	Precipitación pluvial acumulada (mm)
Octubre	71.6
Noviembre	71.4
Diciembre	121.6
Enero	250
Febrero	201.8
Marzo	267.6
Abril	69.8

PERIODO VEGETATIVO DIAS	DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA DEL AIRE HORARIA (°C)		HUMEDAD RELATIVA HORARIA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
		MAX	MIN		
	1/10/2024	21.6	4.2	52.3	0.0
	2/10/2024	23.7	4.9	37.5	0.0
	3/10/2024	15.3	4.0	60.5	0.0
	4/10/2024	21.9	5.1	49.3	0.0
	5/10/2024	18.9	5.0	43.9	0.0
	6/10/2024	20.9	3.4	43.1	0.0
	7/10/2024	20.1	4.4	43.5	0.0
	8/10/2024	19.7	7.2	50.1	0.0
	9/10/2024	20.4	5.1	42.3	0.0
	10/10/2024	22.2	4.1	21.6	0.0
	11/10/2024	22.5	2.4	24.3	0.0
	12/10/2024	21.9	3.2	43.0	0.0
	13/10/2024	19.5	4.4	55.6	0.0
	14/10/2024	17.6	5.3	82.0	25.2
1	15/10/2024	20.4	5.5	76.3	12.6
2	16/10/2024	18.8	5.3	67.2	0.0
3	17/10/2024	22.0	3.2	25.0	0.0
4	18/10/2024	23.0	3.8	17.3	0.0
5	19/10/2024	22.3	3.9	15.5	0.0
6	20/10/2024	22.3	3.9	18.7	0.0
7	21/10/2024	21.9	5.9	23.8	0.0
8	22/10/2024	21.1	6.3	43.8	0.0
9	23/10/2024	23.1	6.7	40.9	0.0
10	24/10/2024	24.0	5.1	32.0	21.6
11	25/10/2024	19.1	5.4	71.2	1.0
12	26/10/2024	19.1	6.2	51.3	0.0
13	27/10/2024	21.0	8.5	45.8	0.0
14	28/10/2024	21.1	5.7	56.9	1.0
15	29/10/2024	17.8	6.2	78.7	9.2
16	30/10/2024	19.9	6.6	81.6	0.8
17	31/10/2024	21.5	4.5	58.5	0.2
PROMEDIO		20.8	5.0	46.9	71.6

PERIODO VEGETATIVO DIAS	DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA DEL AIRE HORARIA (°C)		HUMEDAD RELATIVA HORARIA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
		MAX	MIN		
18	1/11/2024	21.9	3.3	21.7	0.0
19	2/11/2024	22.9	4.0	19.0	0.0
20	3/11/2024	21.5	6.1	30.7	0.0
22	5/11/2024	21.9	5.3	49.8	0.0
23	6/11/2024	23.6	7.2	46.2	0.0
24	7/11/2024	22.5	7.0	14.8	0.0
25	8/11/2024	23.3	6.2	28.1	0.0
26	9/11/2024	22.4	8.4	50.0	0.0
27	10/11/2024	20.9	7.3	78.0	0.0
28	11/11/2024	22.0	5.9	66.7	0.0
29	12/11/2024	20.9	5.0	72.1	0.0
30	13/11/2024	20.0	6.4	71.8	19.6
31	14/11/2024	21.1	6.3	67.4	5.8
32	15/11/2024	16.3	6.8	93.3	12.4
33	16/11/2024	18.7	6.3	77.3	0.0
34	17/11/2024	18.3	5.2	78.5	0.0
35	18/11/2024	17.5	5.9	67.7	0.0
36	19/11/2024	19.4	4.3	43.1	0.0
37	20/11/2024	21.8	5.7	48.7	0.0
38	21/11/2024	14.2	6.0	85.9	0.0
39	22/11/2024	19.3	6.6	71.2	0.0
40	23/11/2024	13.1	5.6	93.9	0.0
41	24/11/2024	17.8	6.4	80.3	22.6
42	25/11/2024	18.9	7.2	81.5	0.0
43	26/11/2024	19.4	5.6	63.9	0.0
44	27/11/2024	21.2	6.0	60.6	0.0
45	28/11/2024	20.3	5.6	83.2	1.0
46	29/11/2024	17.6	5.1	81.4	9.2
47	30/11/2024	19.1	8.6	75.2	0.8
PROMEDIO		20.0	6.0	61.2	71.4

PERIODO VEGETATIVO DIAS	DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA DEL AIRE HORARIA (°C)		HUMEDAD RELATIVA HORARIA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
		MAX	MIN		
48	1/12/2024	19.0	8.2	84.0	5.2
49	2/12/2024	20.8	6.4	78.8	15.2
50	3/12/2024	18.0	5.6	72.3	0.2
51	4/12/2024	17.2	6.9	75.3	1.6
52	5/12/2024	16.8	5.1	67.7	0.0
53	6/12/2024	20.8	6.9	45.7	0.0
54	7/12/2024	17.4	6.5	63.6	10.0
55	8/12/2024	19.5	6.3	78.4	3.0
56	9/12/2024	16.2	5.2	83.0	16.6
57	10/12/2024	18.6	5.9	78.8	3.0
58	11/12/2024	19.7	6.0	78.5	13.2
59	12/12/2024	16.9	5.3	81.0	11.2
60	13/12/2024	17.3	5.8	83.5	1.6
61	14/12/2024	19.2	4.4	83.4	11.2
62	15/12/2024	18.4	5.0	75.5	2.2
63	16/12/2024	17.7	6.1	75.1	4.4
64	17/12/2024	18.7	4.6	72.0	3.8
65	18/12/2024	18.3	6.0	75.8	3.2
66	19/12/2024	17.2	5.0	80.7	2.2
67	20/12/2024	19.0	6.1	79.5	3.0
68	21/12/2024	20.0	5.6	73.8	2.4
69	22/12/2024	18.7	5.9	78.6	4.0
70	23/12/2024	17.6	5.7	75.5	0.0
71	24/12/2024	21.8	3.0	42.8	0.0
72	25/12/2024	21.7	5.8	37.3	0.6
73	26/12/2024	21.0	4.8	46.9	0.0
74	27/12/2024	20.3	5.3	43.0	0.0
75	28/12/2024	20.0	7.1	58.9	0.0
76	29/12/2024	19.0	6.9	60.9	0.0
77	30/12/2024	19.8	5.5	62.0	0.0
78	31/12/2024	19.4	6.4	73.4	3.8
PROMEDIO		18.9	5.8	69.9	121.6

PERIODO VEGETATIVO DIAS	DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA DEL AIRE HORARIA (°C)		HUMEDAD RELATIVA HORARIA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
		MAX	MIN		
79	1/01/2025	19.0	6.8	74.1	10.2
80	2/01/2025	15.5	4.0	87.8	18.0
81	3/01/2025	13.1	7.1	92.8	4.8
82	4/01/2025	17.1	7.2	80.9	2.8
83	5/01/2025	17.8	6.4	87.0	3.6
84	6/01/2025	17.9	5.7	78.4	6.4
85	7/01/2025	19.4	7.0	75.3	0.2
86	8/01/2025	15.8	7.3	70.0	2.6
87	9/01/2025	17.5	5.5	82.6	11.2
88	10/01/2025	17.0	6.5	84.1	17.4
89	11/01/2025	18.7	6.6	82.1	6.2
90	12/01/2025	18.3	7.7	77.3	0.2
91	13/01/2025	19.0	3.2	64.0	0.0
92	14/01/2025	18.5	4.3	44.6	0.0
93	15/01/2025	19.9	4.0	42.0	0.0
94	16/01/2025	19.6	6.3	51.8	1.4
95	17/01/2025	17.6	6.1	76.9	12.4
96	18/01/2025	16.5	5.9	88.0	20.8
97	19/01/2025	17.3	6.6	82.8	0.8
98	20/01/2025	16.4	6.2	85.0	18.6
99	21/01/2025	17.0	5.6	87.2	23.8
100	22/01/2025	16.2	4.4	88.7	9.2
101	23/01/2025	14.1	5.5	94.0	23.4
102	24/01/2025	15.5	4.0	88.2	8.4
103	25/01/2025	18.5	7.2	76.2	0.4
104	26/01/2025	16.0	7.2	83.8	13.4
105	27/01/2025	16.7	6.1	85.0	6.8
106	28/01/2025	17.7	7.1	82.1	4.6
107	29/01/2025	16.8	6.8	80.6	4.4
108	30/01/2025	16.6	6.3	89.5	10.8
109	31/01/2025	17.8	6.2	80.7	7.2
PROMEDIO		17.3	6.0	78.8	250.0

PERIODO VEGETATIVO DIAS	DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA DEL AIRE HORARIA (°C)		HUMEDAD RELATIVA HORARIA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
		MAX	MIN		
110	1/02/2025	13.5	4.6	90.6	13.4
111	2/02/2025	18.2	4.7	68.8	1.8
112	3/02/2025	18.7	4.3	73.6	1.4
113	4/02/2025	18.3	4.5	72.5	0.0
114	5/02/2025	18.2	5.8	68.0	0.0
115	6/02/2025	18.2	5.7	73.5	0.6
116	7/02/2025	17.7	6.3	74.8	4.6
117	8/02/2025	16.8	6.5	77.8	1.0
118	9/02/2025	17.9	5.9	84.8	7.2
119	10/02/2025	16.5	7.0	82.6	7.4
120	11/02/2025	17.1	3.9	86.3	15.0
121	12/02/2025	17.1	6.1	85.7	7.2
122	13/02/2025	18.2	3.8	79.5	12.6
123	14/02/2025	15.7	5.0	92.5	26.0
124	15/02/2025	16.7	6.5	86.7	2.0
125	16/02/2025	17.0	6.4	88.8	13.8
126	17/02/2025	17.6	5.5	85.1	9.6
127	18/02/2025	14.8	6.6	91.1	7.8
128	19/02/2025	16.5	5.2	86.2	16.0
129	20/02/2025	17.0	6.0	87.0	22.0
130	21/02/2025	17.8	4.4	82.2	2.0
131	22/02/2025	16.7	6.7	90.0	12.6
132	23/02/2025	18.3	6.4	79.9	1.8
133	24/02/2025	17.9	6.2	73.3	0.0
134	25/02/2025	17.4	5.4	0.0	2.6
135	26/02/2025	16.6	6.3	76.2	3.2
136	27/02/2025	19.0	6.5	76.7	0.6
137	28/02/2025	18.0	4.2	78.3	9.6
PROMEDIO		17.3	5.6	78.3	201.8

PERIODO VEGETATIVO DIAS	DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA DEL AIRE HORARIA (°C)		HUMEDAD RELATIVA HORARIA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
		MAX	MIN		
138	1/03/2025	16.7	6.3	84.6	12.0
139	2/03/2025	17.3	5.5	86.5	12.2
140	3/03/2025	14.5	3.5	86.5	23.2
141	4/03/2025	13.2	7.7	96.1	6.6
142	5/03/2025	16.5	7.0	89.3	4.0
143	6/03/2025	17.3	5.3	86.5	37.2
144	7/03/2025	17.0	4.6	80.0	8.0
145	8/03/2025	14.8	7.0	91.2	8.6
146	9/03/2025	16.1	4.7	87.5	24.8
147	10/03/2025	14.2	6.5	91.1	2.8
148	11/03/2025	16.6	4.6	79.8	2.6
149	12/03/2025	15.5	7.0	92.1	5.2
150	13/03/2025	16.6	5.6	84.7	19.8
151	14/03/2025	16.2	4.2	85.4	12.0
152	15/03/2025	17.5	4.8	84.5	29.4
153	16/03/2025	14.3	6.6	88.9	0.6
154	17/03/2025	17.8	7.2	82.8	9.0
155	18/03/2025	17.8	5.4	80.5	6.2
156	19/03/2025	18.6	6.0	72.8	0.6
157	20/03/2025	17.1	8.0	81.0	3.8
158	21/03/2025	18.2	6.8	76.8	3.6
159	22/03/2025	19.3	5.4	67.3	0.0
160	23/03/2025	19.4	4.9	66.0	0.0
161	24/03/2025	18.3	4.8	70.0	0.0
162	25/03/2025	18.8	5.7	62.8	0.0
163	26/03/2025	19.9	0.0	64.5	0.2
164	27/03/2025	19.0	5.7	83.5	30.8
165	28/03/2025	16.4	5.5	83.6	1.0
166	29/03/2025	16.4	6.0	78.1	0.0
167	30/03/2025	18.3	7.9	80.6	3.4
168	31/03/2025	18.9	5.1	76.8	0.0
PROMEDIO		17.0	5.7	81.4	267.6

PERIODO VEGETATIVO DIAS	DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA DEL AIRE HORARIA (°C)		HUMEDAD RELATIVA HORARIA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
		MAX	MIN		
169	1/04/2025	16.6	7.3	79.6	6.6
170	2/04/2025	11.5	5.1	94.6	13.8
171	3/04/2025	16.6	6.4	80.7	0.0
172	4/04/2025	17.4	7.4	79.8	2.4
173	5/04/2025	16.1	5.9	85.3	18.4
174	6/04/2025	16.0	5.3	80.2	2.6
175	7/04/2025	18.1	7.4	78.6	0.4
176	8/04/2025	16.3	5.8	81.5	0.2
177	9/04/2025	17.1	3.5	76.6	0.4
178	10/04/2025	17.4	3.6	78.8	2.4
179	11/04/2025	15.2	5.4	81.9	0.0
180	12/04/2025	16.2	5.8	72.0	0.0
181	13/04/2025	17.0	7.4	70.1	0.4
182	14/04/2025	17.9	5.6	76.6	2.0
183	15/04/2025	18.9	4.3	64.3	0.0
184	16/04/2025	19.2	2.8	55.8	0.0
185	17/04/2025	18.3	4.2	64.5	0.0
186	18/04/2025	19.6	4.3	61.6	0.0
187	19/04/2025	17.8	4.8	71.6	11.6
188	20/04/2025	13.8	7.2	77.9	0.4
189	21/04/2025	15.0	7.1	84.7	5.8
190	22/04/2025	18.2	3.9	69.4	0.0
191	23/04/2025	18.5	2.7	66.3	0.0
192	24/04/2025	18.4	2.3	51.1	0.0
193	25/04/2025	18.2	3.3	49.3	0.0
194	26/04/2025	18.7	3.1	48.8	0.0
195	27/04/2025	17.6	5.2	59.3	0.2
196	28/04/2025	18.0	7.3	60.8	0.0
197	29/04/2025	18.7	7.1	68.7	0.0
198	30/04/2025	18.0	6.1	71.2	2.2
PROMEDIO		17.2	5.3	71.4	69.8