

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**“EFECTO DEL RALEO EN LA PRODUCTIVIDAD DE DOS  
VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN EL  
VALLE DE CAJAMARCA”**

Para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Presentado por el Bachiller:

**ELÍ CUSQUISIBÁN HUARIPATA**

Asesores:

**ING. M. SC. JESÚS HIPÓLITO DE LA CRUZ ROJAS**

**DR. TORIBIO NOLBERTO TEJADA CAMPOS**

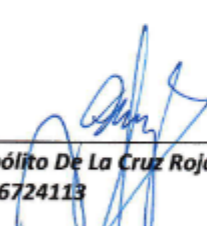
**CAJAMARCA – PERÚ**

**-2025-**

**CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

1. **Investigador:**  
Elí Cusquisibán Huaripata  
DNI: 73006077  
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía
2. **Asesor:**  
Ing.M.Sc. Jesús Hipólito De la Cruz Rojas.
3. **Facultad/Unidad UNC:** Ciencias Agrarias
4. **Grado académico o título profesional:**  
☐ Bachiller      ☒ Título profesional      ☐ Segunda especialidad  
☐ Maestro      ☐ Doctor
5. **Tipo de Investigación:**  
☒ Tesis      ☐ Trabajo de investigación      ☐ Trabajo de suficiencia profesional  
☐ Trabajo académico
6. **Título de Trabajo de Investigación:** "EFECTO DEL RALEO EN LA PRODUCTIVIDAD DE DOS VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN EL VALLE DE CAJAMARCA"
7. **Fecha de evaluación:** 19/12/2025
8. **Software antiplagio:** ☒ URNITIN    ☐ URKUND (OURIGINAL) (\*)
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 19%
10. **Código Documento:** oid: 3117:542325522
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** 19%  
☒ APROBADO      ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 23/12/2025

<div style="text-align: right;"><small>Firma y/o Sello Emisor Constancia</small></div> <div style="text-align: center;"> <hr/><b>M.Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas</b> 26724113</div>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**Secretaría Académica**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los cuatro días del mes de noviembre del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N°582-2025-FCA-UNC, de fecha 15 de octubre del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"EFECTO DEL RALEO EN LA PRODUCTIVIDAD DE DOS VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN EL VALLE DE CAJAMARCA"**, realizada por el Bachiller **ELÍ CUSQUISIBÁN HUARIPATA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diecisiete horas y quince minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las dieciocho horas y quince minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

**Dr. Wilfredo Poma Rojas**  
**PRESIDENTE**

**MBA. Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda**  
**SECRETARIO**

**Ing. José Lizandro Silva Mego**  
**VOCAL**

**Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas**  
**ASESOR**

**Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos**  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

Con mucho cariño para mis padres Feliciano (QEDDG) y María, por el apoyo incondicional y el sacrificio que mostraron por mi desarrollo como persona y como profesional.

A todos mis familiares, maestros, amigos, compañeros de estudio, a todos por su apoyo constante en ayudarme a lograr mis sueños y lograr mi meta de convertirme en un profesional.

**El autor**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todo poderoso, por darme la sabiduría y fortaleza para avanzar en cada segundo de mi vida. A mis padres, Feliciano (QEDDG) y María, un agradecimiento infinito por su apoyo constante para lograr mis metas. A mis hermanos por todo su apoyo en este trayecto de mi vida profesional.

A los Docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, quienes me brindaron sus sabias enseñanzas y sus experiencias e hicieron de mí una buena persona. A mis asesores de tesis Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos, investigador del INIA y al M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas, docente principal de la Escuela Profesional de Agronomía, por su apoyo incondicional, para la culminación de esta investigación.

**El autor**

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE GENERAL .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema de investigación .....	2
1.2 Formulación del problema .....	3
1.2.1 <i>Problema general</i> .....	3
1.2.2 <i>Problemas específicos</i> .....	3
1.3 Justificación del problema.....	3
1.4 Objetivos .....	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i> .....	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	4
1.5 Hipótesis.....	4
1.5.1 <i>Hipótesis general</i> .....	4

1.5.2	<i>Hipótesis específicas</i> .....	4
<b>CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....		6
2.1.	Antecedentes .....	6
2.2.	Bases teóricas .....	8
2.2.1.	<i>Taxonomía</i> .....	8
2.2.2.	<i>Importancia nutritiva de la quinua</i> .....	8
2.2.3.	<i>Morfología</i> .....	9
2.2.4.	<i>Fenología</i> .....	11
2.2.5.	<i>Variedades de quinua</i> .....	14
2.2.6.	<i>Requerimiento Agroclimático</i> .....	16
2.2.7.	<i>Labores culturales</i> .....	17
2.2.8.	<i>Definición de términos</i> .....	21
<b>CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....		23
3.1.	Ubicación .....	23
3.2.	Situación meteorológica .....	25
3.3.	Materiales y equipos .....	25
3.3.1.	<i>Material vegetal</i> .....	25
3.3.2.	<i>Fertilizantes (insumos)</i> .....	25
3.3.3.	<i>Herramientas de campo</i> .....	25
3.3.4.	<i>Maquinaria y equipos</i> .....	25
3.3.5.	<i>Material de escritorio</i> .....	26

3.3.6. Otros materiales .....	26
3.4. Metodología .....	26
3.4.1. <i>Diseño experimental, arreglo de tratamientos.</i> .....	26
3.4.2. <i>Tratamiento de estudios</i> .....	27
3.4.3. <i>Procedimiento</i> .....	29
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	35
4.1. Quinua INIA 437 “Roja del Norte” .....	35
4.1.1. <i>Número de plantas cosechadas/m<sup>2</sup></i> .....	35
4.1.2. <i>Altura de planta (m)</i> .....	37
4.1.3. <i>Longitud de panoja (cm)</i> .....	38
4.1.4. <i>Diámetro de panoja (cm)</i> .....	40
4.1.5. <i>Acame (%)</i> .....	42
4.1.6. <i>Diámetro de grano (mm)</i> .....	44
4.1.7. <i>Rendimiento de grano (kg/ha)</i> .....	46
4.1.8. <i>Análisis económico</i> .....	48
4.2. Variedad Experimental “Quinua Negra” .....	49
4.2.1. <i>Número de plantas cosechadas/m<sup>2</sup></i> .....	49
4.2.2. <i>Altura de planta (m)</i> .....	51
4.2.3. <i>Longitud de panoja (cm)</i> .....	53
4.2.4. <i>Diámetro panoja (cm)</i> .....	55
4.2.5. <i>Acame (%)</i> .....	57



4.2.6. <i>Diámetro de grano (mm)</i> .....	59
4.2.7. <i>Rendimiento de grano (kg/ha)</i> .....	61
4.2.8. <i>Análisis económico</i> .....	63
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	65
5.1. Conclusiones .....	65
5.2. Recomendaciones.....	66
<b>CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA</b> .....	67
<b>ANEXOS</b> .....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Valor nutricional de la quinua. ....	8
<b>Tabla 2</b> Condiciones climáticas promedio mensual de la campaña agrícola 2024-2025. .....	25
<b>Tabla 3</b> Tratamientos y randomización. ....	28
<b>Tabla 4</b> Características edáficas del área de evaluación.....	30
<b>Tabla 5</b> Análisis de varianza (ANVA), de número de plantas cosechadas/ $m^2$ .....	35
<b>Tabla 6</b> Promedio de número de plantas cosechadas/ $m^2$ y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.....	36
<b>Tabla 7</b> Análisis de varianza (ANVA), de altura de planta (m).....	37
<b>Tabla 8</b> Análisis de varianza (ANVA), de longitud de panoja (cm).....	39
<b>Tabla 9</b> Análisis de varianza (ANVA), diámetro de panoja (cm).....	41
<b>Tabla 10</b> Promedio de diámetro de panoja (cm) y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.....	42
<b>Tabla 11</b> Análisis de varianza (ANVA), acame (%). ....	43
<b>Tabla 12</b> Porcentaje de acame de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.....	44
<b>Tabla 13</b> Análisis de varianza (ANVA), de diámetro de grano (mm). ....	45
<b>Tabla 14</b> Datos de diámetro de grano (mm) de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.....	46
<b>Tabla 15</b> Análisis de varianza (ANVA), del rendimiento de grano (kg/ha). ....	47
<b>Tabla 16</b> Indicadores de rentabilidad de los tratamientos evaluados según datos promedio. ....	49
<b>Tabla 17</b> Análisis de varianza (ANVA), de número de plantas cosechadas/ $m^2$ .....	50

<b>Tabla 18</b> Promedio de número de plantas cosechadas/ $m^2$ y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.....	51
<b>Tabla 19</b> Análisis de varianza (ANVA), de altura de planta (m).....	52
<b>Tabla 20</b> Análisis de varianza (ANVA), de longitud de panoja (cm).....	54
<b>Tabla 21</b> Análisis de varianza (ANVA), diámetro de panoja (cm).....	56
<b>Tabla 22</b> Promedio de diámetro de panoja (cm) y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.....	57
<b>Tabla 23</b> Análisis de varianza (ANVA), acame (%).....	58
<b>Tabla 24</b> Porcentaje de acame de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.....	59
<b>Tabla 25</b> Análisis de varianza (ANVA), de diámetro de grano (mm). ....	60
<b>Tabla 26</b> Datos de diámetro de grano (mm) de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.....	61
<b>Tabla 27</b> Análisis de varianza (ANVA), del rendimiento de grano (kg/ha). ....	62
<b>Tabla 28</b> Indicadores de rentabilidad de los tratamientos evaluados según datos promedio. ....	64
<b>Tabla 29</b> Datos obtenidos en campo de estudio. ....	75
<b>Tabla 30</b> Datos obtenidos en campo de estudio. ....	76
<b>Tabla 31</b> Costos y rentabilidad estimados del tratamiento sin raleo, correspondiente a la campaña 2024-2025. ....	79
<b>Tabla 32</b> Costos y rentabilidad estimados del tratamiento raleo a 10 centímetros, correspondiente a la campaña 2024-2025. ....	80
<b>Tabla 33</b> Costos y rentabilidad estimados del tratamiento raleo a 15 centímetros, correspondiente a la campaña 2024-2025. ....	81

<b>Tabla 34</b> Costos y rentabilidad estimados del tratamiento raleo a 20 centímetros, correspondiente a la campaña 2024-2025. ....	83
<b>Tabla 35</b> Costos y rentabilidad estimados del tratamiento sin raleo, correspondiente a la campaña 2024-2025. ....	84
<b>Tabla 36</b> Costos y rentabilidad estimados del tratamiento raleo a 10 centímetros, correspondiente a la campaña 2024-2025. ....	85
<b>Tabla 37</b> Costos y rentabilidad estimados del tratamiento raleo a 15 centímetros, correspondiente a la campaña 2024-2025. ....	87
<b>Tabla 38</b> Costos y rentabilidad estimados del tratamiento raleo a 20 centímetros, correspondiente a la campaña 2024-2025. ....	88
<b>Tabla 39</b> Condición climática del mes de setiembre. ....	89
<b>Tabla 40</b> Condición climática del mes de octubre. ....	90
<b>Tabla 41</b> Condición climática del mes de noviembre. ....	92
<b>Tabla 42</b> Condición climática del mes de diciembre. ....	93
<b>Tabla 43</b> Condición climática del mes de enero. ....	94
<b>Tabla 44</b> Condición climática del mes de febrero. ....	95
<b>Tabla 45</b> Condición climática del mes de marzo. ....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ubicación del experimento.....	24
<b>Figura 2</b> Croquis del campo experimental.....	29
<b>Figura 3</b> Número de plantas cosechadas/ $m^2$ de los tratamientos.....	36
<b>Figura 4</b> Altura de planta (m) de los tratamientos.....	38
<b>Figura 5</b> Longitud de panoja (cm) de los tratamientos.....	40
<b>Figura 6</b> Diámetro de panoja (cm) de los tratamientos.....	42
<b>Figura 7</b> Porcentaje de acame de los tratamientos.....	44
<b>Figura 8</b> Diámetro de grano (mm) de los tratamientos.....	46
<b>Figura 9</b> Rendimiento de grano (kg/ha) de los tratamientos.....	48
<b>Figura 10</b> Número de plantas cosechadas/ $m^2$ de los tratamientos.....	51
<b>Figura 11</b> Altura de planta (m) de los tratamientos.....	53
<b>Figura 12</b> Longitud de panoja (cm) de los tratamientos.....	55
<b>Figura 13</b> Diámetro de panoja (cm) de los tratamientos.....	57
<b>Figura 14</b> Porcentaje de acame de los tratamientos.....	59
<b>Figura 15</b> Diámetro de grano (mm) de los tratamientos.....	61
<b>Figura 16</b> Rendimiento de grano (kg/ha) de los tratamientos.....	63
<b>Figura 17</b> Resultado del análisis de suelo.....	77
<b>Figura 18</b> Recomendaciones para la instalación del cultivo.....	78
<b>Figura 19</b> Limpieza y quema del área experimental.....	97
<b>Figura 20</b> Arada del terreno.....	97
<b>Figura 21</b> Mullido y nivelación del terreno.....	98
<b>Figura 22</b> Surcado del terreno.....	98
<b>Figura 23</b> Preparación de semillas de quinua negra y roja.....	99
<b>Figura 24</b> Semillas de quinua negra y roja.....	99

<b>Figura 25</b> Delimitación del área experimental.....	100
<b>Figura 26</b> Primer abonamiento. ....	100
<b>Figura 27</b> Siembra de quinua negra y roja. ....	101
<b>Figura 28</b> Riego de la siembra. ....	101
<b>Figura 29</b> Aparición de plántulas de quinuas.....	102
<b>Figura 30</b> Fumigación de las plantas de quinua.....	102
<b>Figura 31</b> Raleo de quinua cada 20 cm.....	103
<b>Figura 32</b> Raleo de quinua cada 15 cm.....	103
<b>Figura 33</b> Raleo de quinua cada 10 cm.....	104
<b>Figura 34</b> Plantas de quinuas raleadas. ....	104
<b>Figura 35</b> Segundo abonamiento. ....	105
<b>Figura 36</b> Aporque de la quinua.....	105
<b>Figura 37</b> Colocación de etiquetas para la identificación de parcelas. ....	106
<b>Figura 38</b> Colocación de la portada para identificación del área experimental.....	106
<b>Figura 39</b> Toma de datos del ensayo experimental. ....	107
<b>Figura 40</b> Siega de la quinua.....	107
<b>Figura 41</b> Emparve de panojas de quinua. ....	108
<b>Figura 42</b> Secado de la quinua aun con residuos. ....	108
<b>Figura 43</b> Venteo y limpieza de la quinua.....	109
<b>Figura 44</b> Secado de los granos de quinua.....	109
<b>Figura 45</b> Pesado de los granos de quinua.....	110
<b>Figura 46</b> Toma de datos del diámetro de grano.....	110

## RESUMEN

La investigación se condujo en el Valle de Cajamarca con la finalidad de analizar cómo influye el raleo en el rendimiento y la rentabilidad de dos variedades de quinua: INIA 437 “Roja del Norte” y Variedad Experimental “Quinua Negra”. Se estudiaron cuatro tratamientos de espaciamiento entre plantas (T1-Sin raleo, T2-Raleo a 10 cm, T3-Raleo a 15 cm y T4-Raleo a 20 cm), bajo un Diseño de Bloques Completamente Randomizados. Las variables evaluadas fueron número de plantas cosechadas, altura de planta, longitud y diámetro de panoja, diámetro de grano, rendimiento, porcentaje de acame y rentabilidad económica. Los resultados demostraron que, para las dos variedades de quinua en estudio, el raleo aumentó las variables de diámetro de panoja, diámetro de grano y rendimiento; asimismo, redujo significativamente el acame y produjo mayor rentabilidad económica. Para el caso de la variedad INIA 437 Roja del Norte, el mayor rendimiento y rentabilidad se obtuvo con el tratamiento T4-Raleo a 20 cm teniendo valores de 4589.03 kg/ha y 95.41 %, respectivamente; mientras que para la Variedad Experimental “Quinua Negra” el mayor rendimiento y rentabilidad se obtuvo con el tratamiento T3-Raleo a 15 cm teniendo valores de 2747.88 kg/ha y 30.31 %, respectivamente.

Palabras clave: raleo quinua, productividad, rentabilidad.

## **ABSTRACT**

This research was conducted in the Cajamarca Valley to analyze how thinning influences the yield and profitability of two quinoa varieties: INIA 437 "Roja del Norte" and the experimental variety "Quinoa Negra." Four plant spacing treatments were studied (T1 - No thinning, T2 - Thinning to 10 cm, T3 - Thinning to 15 cm, and T4 - Thinning to 20 cm) using a completely randomized block design. The variables evaluated were number of harvested plants, plant height, panicle length and diameter, grain diameter, yield, lodging percentage, and economic profitability. The results showed that, for the two quinoa varieties studied, thinning increased panicle diameter, grain diameter, and yield; it also significantly reduced lodging and resulted in greater economic profitability. For the INIA 437 Roja del Norte variety, the highest yield and profitability were obtained with the T4 treatment-thinning at 20 cm, with values of 4,589.03 kg/ha and 95.41%, respectively; while for the experimental variety "Quinoa Negra," the highest yield and profitability were obtained with the T3 treatment-thinning at 15 cm, with values of 2,747.88 kg/ha and 30.31%, respectively.

Keywords: quinoa thinning, productivity, profitability.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es una planta andina que se originó en los alrededores del Lago Titicaca de Perú y Bolivia que fue domesticada y cultivada desde épocas prehispánicas (de 3 a 5 mil años antes de cristo). A la llegada de los españoles, la quinua tenía un desarrollo tecnológico adecuado y una amplia distribución en el territorio Inca y fuera de él (MIDAGRI, 2020).

Campos et al. (2022) mencionan que este pseudocereal destaca por su excelente aporte nutricional, ya que contiene un alto contenido de proteínas, fibra y compuestos antioxidantes que benefician la salud. Además, es fuente de vitamina E, un nutriente esencial que contribuye al buen funcionamiento del organismo.

La quinua se cultiva en las zonas andinas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina, y países del hemisferio norte como Canadá, USA e Inglaterra refiere PERÚ ECOLÓGICO (2009).

De acuerdo a reportes de León (2021), en el año 2020, Perú produjo 100,096 toneladas de quinua, lo que fue 12% más que en 2019 (unas 10,000 toneladas adicionales). Este aumento se logró porque se sembraron 67,651 hectáreas de quinua en todo el país, con un rendimiento promedio de 1.48 t/ha. Las principales regiones productoras de quinua en 2020 fueron: Puno con 39,618 toneladas en 35,951 hectáreas (rendimiento 1.10 t/ha) representando el 39.58% del total, Ayacucho con 23,395 toneladas en 13,949 hectáreas (rendimiento de 1.68 t/ha) concentrando el 23.37% y Apurímac con 11,877 toneladas en 5,202 ha (rendimiento de 2.28 t/ha), que representa 11.87%. Le siguen Arequipa, Junín, La Libertad; y otras regiones, entre ellas Cajamarca que según SENASA (2021), menciona que solo representa el 1.3 % del total teniendo un menor rendimiento a nivel nacional.

Para el manejo del cultivo de quinua, el raleo es una práctica agronómica fundamental y muy necesaria en regiones como el Valle de Cajamarca, donde las condiciones agroecológicas varían considerablemente. Flores (2016) señala que, al eliminar plantas con altas densidades, se reduce la competencia intraespecífica por agua, luz y nutrientes; además, se favorece el desarrollo de plantas más vigorosas con mejores rendimientos. Sin embargo, esta práctica está ausente en el manejo de la quinua por parte de los agricultores de la región Cajamarca y de la sierra norte. Por eso, es necesario hacer investigaciones que ayuden a mejorar el manejo del cultivo, porque las limitaciones de recursos y falta de apoyo técnico hace que los productores no trabajen de forma eficiente; esto les dificulta obtener buenos resultados y competir en el mercado (Ataucusi et al., 2023).

En este sentido, este estudio se enfoca en averiguar el efecto del raleo en el cultivo quinua, en el cual se abarca dos variedades, con el propósito de contar con información de una población óptima para un buen rendimiento.

## **1.1 Problema de investigación**

Según Becerra (2022), el cultivo de quinua en el departamento de Cajamarca presenta un rendimiento muy bajo, ubicándolo dentro de los últimos lugares después de Huánuco y Moquegua a nivel nacional. Esta situación perjudica tanto la seguridad alimentaria como los ingresos económicos de los agricultores locales que dependen de este cultivo.

La ausencia de asistencia técnica especializada para los agricultores de quinua en la región ha generado diversas limitaciones en el proceso productivo. Entre las principales se encuentran: la siembra en parcelas de superficie reducida, el uso predominante de semillas locales con bajo rendimiento, la sobrepoblación de plantas que afecta su desarrollo, la implementación deficiente de planes de fertilización, y una limitada cultura de consumo del producto a nivel local.

Los productores se hallan afectados porque no tienen alimentos de buena calidad y la quinua es un grano que tiene alto contenido de nutrientes, pero no se cultiva en la zona. Al instalar este cultivo de quinua en el valle de Cajamarca no solo ampliará la producción agrícola, sino que también mejorará la nutrición local, generaría ingresos y fortalecería la sostenibilidad alimentaria.

Dado lo anteriormente expuesto es importante seguir investigando para mejorar las técnicas agrícolas en el cultivo de la quinua. Aplicar prácticas basadas en estudios ayudará a obtener mejores rendimientos, granos de mayor calidad y un cultivo más sostenible. Además, esto permitirá que los agricultores mejoren su trabajo y puedan responder mejor a las exigencias del mercado, haciendo de la quinua sea un cultivo clave para el desarrollo agrícola en regiones como Cajamarca.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es el efecto del raleo en la productividad y rentabilidad del cultivo de quinua?

### **1.2.2 Problemas específicos**

¿Cuál es el efecto del raleo en el rendimiento del cultivo de quinua?

¿Cuál es el efecto del raleo en la rentabilidad del cultivo de quinua?

## **1.3 Justificación del problema**

La presente investigación se justifica por lo siguiente:

Porque la quinua se ha convertido en un cultivo clave para fortalecer la seguridad alimentaria y generar ingresos en el Valle de Cajamarca. Aunque las condiciones agroecológicas de la zona son favorables para su desarrollo, los rendimientos siguen siendo irregulares y, en muchos casos, bajos. Esto se debe principalmente a la escasa implementación de prácticas agronómicas como el raleo, lo que evidencia la necesidad de investigar nuevas estrategias de manejo adaptadas a la realidad local.

Porque cada variedad de quinua presenta diferencias en su estructura (como la altura, el grado de ramificación) y comportamiento fisiológico (la duración del ciclo vegetativo) por lo que es fundamental estudiar cómo responde cada una al raleo. Esta evaluación permitirá establecer recomendaciones específicas que optimicen la productividad según las características de cada variedad.

Porque a pesar de que el raleo es una técnica sencilla y de bajo costo, en Cajamarca no se ha investigado suficientemente su efecto en las variedades locales. La falta de información técnica limita la capacidad de los agricultores y técnicos para tomar decisiones agronómicas acertadas.

Porque la quinua tiene una alta demanda en mercados especializados, gracias a sus propiedades funcionales como antioxidante, antiinflamatoria y anticancerígena FAO (2025b). Por ello, mejorar su rendimiento mediante prácticas como el raleo no solo aumentaría la rentabilidad del cultivo, sino que también podría incentivar su aceptación en más comunidades del valle.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Identificar el efecto del raleo en la productividad y rentabilidad del cultivo de quinua

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

Identificar el efecto del raleo en el rendimiento del cultivo de quinua.

Identificar el efecto del raleo en la rentabilidad del cultivo de quinua.

## **1.5 Hipótesis**

### ***1.5.1 Hipótesis general***

El raleo tiene efecto favorable en la productividad y rentabilidad del cultivo de quinua.

### ***1.5.2 Hipótesis específicas***

El raleo tiene efecto favorable en el rendimiento del cultivo de quinua.

El raleo tiene efecto favorable en la rentabilidad del cultivo de quinua.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes

En Tucumán, Argentina, Erazzú et al. (2016) en su trabajo de investigación “Efectos de la densidad de siembra en *Chenopodium quinoa* (quinoa) e incidencia sobre variables morfológicas y rendimiento de grano en la variedad CICA cultivada en Amaicha del Valle Tucumán – Argentina”, evaluó dos métodos de siembra: manualmente, colocando entre 5 y 10 semillas cada 30 centímetros, y a chorrillo, usando una maquina sembradora. Esto generó densidades distintas de plantas por metro (4,2 en el manual y 27,9 en el mecánico). Los resultados mostraron que el método manual produjo plantas más altas, con mayor diámetro de tallo, mayor área foliar y mejor rendimiento total (5.389 kg/ha). Sin embargo, el método mecánico logró un mayor diámetro de grano, superando los 1,41 mm, aunque su rendimiento fue inferior (3.049 kg/ha) en comparación con el método manual (5,389 kg/ha).

En Tacna, Perú, Núñez et al. (2018), en su investigación titulada “Influencia del Distanciamiento y Número de Plantas por Golpe en el Rendimiento de Grano de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)”, evaluó el efecto de cuatro distancias entre golpes de siembra (20, 30, 40 y 50 cm) y cuatro densidades de plantas por golpe (1, 2, 3 y 4) en la variedad de quinua Salcedo INIA. Se encontró que, al aumentar el número de plantas por golpe, disminuyen progresivamente el número y peso de panojas secundarias, así como el peso de la panoja principal y el peso de grano. Por ejemplo, con una planta por golpe se registraron 13,69 panojas secundarias, mientras que, con cuatro plantas, este número se redujo a 10,35. El peso total de panojas secundarias pasó de 130,32 g (una planta) a 68 g (cuatro plantas), y el peso de grano de estas bajó de 46,78 g a 23,63 g. La panoja principal también presentó una reducción, pasando de 72,54 g a 43,29 g, y su peso en grano de 32,55 g a 19,52 g. El espaciamiento entre golpes no tuvo efecto positivo en estas variables. El rendimiento máximo de grano (3706,80 kg/ha) se

obtuvo con tres plantas por golpe, mientras que con cuatro plantas el rendimiento se redujo a 3219,12 kg/ha.

En un estudio realizado por Cruz et al. (2021), titulado “Efecto de la densidad de siembra sobre el comportamiento agronómico del cultivar Quinoa Nariño y la transmisividad de la radiación fotosintéticamente activa en el trópico alto de Colombia”, se investigó cómo el espacio entre plantas influye en el desarrollo y productividad de la quinua. Para ello, se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado con tres densidades de siembra (D1: 20 cm x 80 cm, D2: 15 cm x 80 cm y D3: 8 cm x 80 cm), cada una con tres repeticiones. Los resultados mostraron que las siembras con mayor separación entre plantas favorecieron la formación de panículas más pesadas, granos de mayor tamaño y mejores rendimientos. El tratamiento D1 obtuvo el rendimiento más alto con 5.28 t/ha, seguido por D2 con 4.41 t/ha, mientras que D3 presentó el valor más bajo con 3.26 t/ha. En conclusión, el espaciamiento entre plantas tiene un efecto directo sobre varios componentes del rendimiento, lo que permite que el cultivo de quinua se desarrolle de forma más eficiente durante su ciclo productivo

En el departamento de Ayacucho, Morote (2014), en su investigación titulada “Rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)”, el objetivo fue identificar la variedad de quinua con mayor rendimiento, determinar la densidad poblacional más adecuada y evaluar la rentabilidad económica de cada tratamiento. Se trabajó con cuatro densidades (sin raleo, 20, 15 y 10 plantas por metro lineal) bajo un diseño de parcelas divididas, con tres repeticiones y doce tratamientos. La variedad Choclito presentó el mejor rendimiento con 10 plantas por metro lineal, alcanzando 3973,7 kg/ha. En contraste, el menor rendimiento se dio en el tratamiento sin raleo (2744,7 kg/ha). Además, esta misma combinación (Choclito con 10 plantas/metro lineal) generó la mayor rentabilidad económica, con una ganancia final de S/. 51,815.42.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Taxonomía

Según Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2025a), la clasificación taxonómica de la quinua es:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Caryophyllales
Familia	:	Amaranthaceae
Género	:	<i>Chenopodium</i>
Especie	:	<i>C. quinoa</i> Willdenow

### 2.2.2. Importancia nutritiva de la quinua

**Tabla 1**

*Valor nutricional de la quinua.*

Nutriente	Unidad	Valor por 100 g
Energía	kcal	368
Proteína	g	14,12
Lípidos totales (grasa)	g	6,07
Carbohidratos	g	64,16
Fibra total dietaria	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

*Nota.* Elaborada por Barrientos (2023).



Patrón (2019) señala que la quinua es una semilla rica en almidón y nutrientes. Tiene más proteínas y grasas saludables (omega 6 y omega 3) que otros cereales como el arroz, el trigo o el maíz. Contiene todos los aminoácidos esenciales y fibra insoluble. Además, se consume de forma integral, sin procesar; eso sí, antes de cocinarla, hay que lavarla bien para quitarle la “saponina”, una sustancia natural que le da sabor amargo.

### **2.2.3. Morfología**

#### **a) Planta**

Según Patti (2010), se indica que es una planta herbácea que se cultiva una vez al año. Crece de forma recta y puede alcanzar entre 30 cm y 2.5 metros de altura.

#### **b) Raíz**

Según Gómez & Aguilar (2016), la raíz es pivotante, lo que significa que tiene una raíz principal de la que nacen muchas raíces laterales. Estas pueden medir entre 0.8 y 1.5 metros, y su crecimiento depende de factores como el tipo de planta, el suelo, los nutrientes y la humedad.

#### **c) Tallo**

Es cilíndrico en el cuello de la planta y anguloso a partir de las ramificaciones. La coloración va desde el verde al rojo, muchas veces presenta estrías y también axilas pigmentadas de color verde, rojo o púrpura. Cuando los tallos son jóvenes la médula es suave, cuando los tallos maduran la médula es esponjosa y seca y en la cosecha se cae y el tallo queda hueco o vacío. (Murillo et al., 2023)

#### **d) Hoja**

Según Patti (2010), las hojas son simples y alternas, según su disposición en el tallo. Son pecioladas, carecen de estípulas y presentan formas variadas en una misma planta (polimorfismo). En la parte inferior, tienen una forma romboidal, mientras que en la parte superior adoptan una forma lanceolada o triangular. Además, contienen oxalatos de calcio, que

permiten absorber la humedad del aire durante la noche y ayuda a controlar la pérdida de agua en condiciones de sequía.

#### **e) Inflorescencia**

Es la parte de la planta donde nacen las semillas. Tiene un eje central del que se ramifican partes secundarias y pequeñas estructuras que sostienen los glomérulos (grupos de flores). Puede ser laxa (más abierta) o compacta, con formas intermedias. Mide entre 30 y 80 cm de largo y de 5 a 30 cm de diámetro, según el tipo de planta, la zona de cultivo y la fertilidad del suelo. Cada panoja tiene entre 80 y 120 glomérulos, con 100 a 3000 semillas. Las más grandes pueden producir hasta 500 gramos de semillas (Rosas, 2019).

#### **f) Flor**

Las flores de quinua son muy pequeñas, de hasta 3 mm, sin pétalos, y se agrupan directamente en la planta (sésiles). Algunas pueden ser hermafroditas, con pistilo (femeninas), mientras que otras no producen anteras. Pueden tener hasta un 10 % de polinización cruzada (Rosas, 2019).

#### **g) Fruto**

Es pequeño, seco y no se abre al madurar (aquenio). Tiene forma cilíndrica y algo achatada, con un leve ensanche en el centro del grano. Los frutos contienen una sola semilla y están formados por el perigonio, que envuelve completamente la semilla. La coloración del fruto varía según el cultivar. Cuando está maduro, el fruto se desprende con facilidad (Rosas, 2019).

#### **h) Semilla**

Patti (2010) señala que el fruto maduro, una vez que ha perdido su envoltura externa (perigonio), adopta una forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal. Presenta tres partes bien definidas: episperma (cubierta externa), embrión (parte que da origen a una nueva planta) y perisperma (reserva de nutrientes).

#### **2.2.4. Fenología**

Según Patti (2010), la quinua presenta 12 fases fenológicas bien diferenciadas, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta. Según Barrientos (2023), su ciclo de crecimiento dura entre 150 a 180 días, dependiendo del clima y del tipo de cultivo y estas son:

##### **a) Emergencia**

Patti (2010) detalla que la plántula sale del suelo y extiende las hojas cotiledonales entre los 7 a 10 días después de la siembra, siendo este periodo muy susceptible al ataque de aves, pues las dos hojas cotiledonales emergen protegidas por la episperma.

Barrientos (2023) expone que, si el suelo tiene buena humedad, la semilla aparecerá entre el cuarto y el sexto día después de la siembra.

##### **b) Dos hojas verdaderas**

Patti (2010) menciona que esta fase corresponde a la aparición de dos hojas verdaderas, extendidas de forma lanceolada, fuera de las hojas cotiledonales, lo cual ocurre entre los 15 y 20 días después de la siembra.

Barrientos (2023) expresa que, en esta etapa, se observa un rápido crecimiento de las raíces. Las plantas también muestran resistencia a la escasez de agua y pueden sobrevivir entre 10 y 14 días sin necesidad de riego.

##### **c) Cuatro hojas verdaderas**

Patti (2010) anuncia que, cuando se observan dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, las siguientes hojas del ápice se encuentran en botón foliar. Esta fase ocurre entre los 25 y 30 días después de la siembra, y es una etapa en la que la plántula muestra buena resistencia al frío y a la sequía.

#### **d) Seis hojas verdaderas**

Patti (2010) sostiene que, en esta fase, se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento. Esta fase ocurre entre los 35 y 45 días después de la siembra.

#### **e) Ramificación**

Según Patti (2010), esta fase se caracteriza por la presencia de ocho hojas verdaderas extendidas, con hojas axilares visibles hasta el tercer nudo. Las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo. También se observa la inflorescencia, aún protegida por las hojas, sin dejar al descubierto la panoja. Esta etapa ocurre entre los 45 y 50 días después de la siembra.

#### **f) Inicio de panojamiento**

Patti (2010) menciona que esta fase ocurre cuando la inflorescencia comienza a emerger del ápice de la planta, acompañada por una aglomeración de hojas pequeñas que cubren aproximadamente tres cuartas partes de la panoja. Esta etapa se presenta entre los 55 y 60 días después de la siembra. Asimismo, se aprecia el amarillamiento del primer par de hojas verdaderas y se produce elongación y engrosamiento del tallo.

#### **g) Panojamiento**

Según Patti (2010), esta fase se caracteriza por la inflorescencia que sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman. Esta etapa ocurre entre los 65 y 70 días después de la siembra. A partir de esta fase, y hasta el inicio del grano lechoso, las inflorescencias pueden consumirse como reemplazo de las hortalizas de inflorescencia.

#### **h) Inicio de floración**

Patti (2010) indica que esta fase corresponde a la apertura de la flor hermafrodita apical, mostrando los estambres separados. Esto ocurre entre los 75 y 80 días después de la siembra, y en esta etapa la planta es bastante sensible a la sequía y a las heladas.

Barrientos (2023) sostiene que la floración comienza en la parte superior de la panícula y se extiende hasta la base.

#### **i) Floración o antesis**

Patti (2010) anuncia que esta fase se da entre los 90 y 100 días después de la siembra, cuando cerca del 50 % de las flores están abiertas, principalmente al mediodía. Esta etapa es clave para la formación de semillas; además, es sensible al clima, ya que puede resistir hasta -2 °C, pero temperaturas superiores a 38 °C pueden afectar la floración.

Barrientos (2023) menciona que esta es una etapa crítica por el ataque de moho; la presencia de heladas prolongadas y granizo puede provocar esterilidad del polen. Es necesario realizar una evaluación de la incidencia de mildiu.

#### **j) Grano lechoso**

Según Patti (2010), esta fase ocurre entre los 100 y 130 días después de la siembra. Los frutos, ubicados en los glomérulos de la panoja, liberan un líquido lechoso al ser presionados, lo que indica una etapa clave del desarrollo. En este periodo, la falta de agua afecta gravemente el rendimiento, reduciéndolo de forma significativa.

#### **k) Grano pastoso**

Según Patti (2010), esta fase ocurre entre los 130 y 160 días después de la siembra, cuando los frutos, al ser presionados, presentan una consistencia pastosa de color blanco. En esta etapa, el ataque de aves (como gorriones y palomas) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano.

#### **l) Madurez fisiológica**

Patti (2010) menciona que esta fase ocurre entre los 160 y 180 días después de la siembra. El grano alcanza una consistencia firme, ofreciendo resistencia al ser presionado con las uñas. En esta etapa, la humedad interna del grano se sitúa entre el 14 % y el 16 %, mientras la planta muestra un amarillamiento total y una marcada pérdida de hojas.

### 2.2.5. Variedades de quinua

Principales variedades comerciales en el Perú:

#### a) INIA 427 – Amarilla Sacaca

Según Estrada et al. (2011), este material fue colectado en la comunidad de Sacaca, distrito de Pisac, provincia de Calca, departamento de Cusco. Se adapta a los pisos de valles interandinos de las regiones Cusco y Apurímac, entre los 2750 y 3650 m s. n. m. Es de crecimiento tipo herbáceo, con un ciclo vegetativo de 160 a 170 días. La planta puede alcanzar una altura de 1,60 a 2,0 m, y el rendimiento promedio de grano es de 2,3 t/ha.

#### b) INIA 420 – Negra Collana

Gómez & Aguilar (2016) mencionan que es una combinación de 13 accesiones provenientes de 12 zonas distintas. Su desarrollo óptimo ocurre en la región agroecológica Suni del Altiplano, entre los 3815 y 3900 m s. n. m., caracterizada por clima frío y seco, lluvias entre 400 y 550 mm, y temperaturas que oscilan entre 4 °C y 15 °C. La planta alcanza un ciclo vegetativo de 136 a 140 días. Las semillas presentan pericarpio de tono gris y epispermo de color negro. El rendimiento promedio reportado es de 3000 kg por hectárea.

Entre sus características se describen: altura de planta de 1,20 a 1,30 m; longitud de panoja de 30 a 35 cm; diámetro de panoja de 5 a 7 cm; diámetro de grano de 1,6 mm; y peso de 1000 granos de 2,03 g. Es tolerante al hongo mildiu (*Peronospora farinosa* f. sp. *chenopodii*) (Apaza et al., 2013).

#### c) INIA 437 – Roja del Norte

Es una variedad desarrollada en la región Cajamarca y registrada en el año 2019 por el Instituto Nacional de Innovación Agraria, a través de la EEA Baños del Inca (INIA). Su proceso de mejoramiento incluyó etapas de introducción y análisis de germoplasma, selección genética y evaluación avanzada de materiales con alto potencial. Se adapta favorablemente a las condiciones agroclimáticas de la sierra norte del Perú, entre los 2642 y 3360 m de altitud; no

obstante, puede cultivarse también en otras zonas de la sierra y la costa gracias a su versatilidad. En los campos de productores cajamarquinos, alcanza un rendimiento promedio de 1463,27 kg/ha. Su ciclo vegetativo varía entre 145 y 150 días, con una altura media de planta de 145 cm y panojas de aproximadamente 45 cm de longitud. Presenta una respuesta moderada frente al mildiu (Tejada, 2020).

#### **d) Salcedo INIA**

Gómez & Aguilar (2016) exponen que esta variedad fue seleccionada en la estación experimental de Patacamaya, presenta grano de gran tamaño, con un diámetro entre 1.8 y 2 mm, de color blanco. Tiene un periodo vegetativo de 160 días, considerado precoz. El rendimiento promedio alcanza los 2500 kg/ha. Muestra tolerancia frente al mildiu.

#### **e) INIA 415 – Pasankalla**

Según Gómez & Aguilar (2016), esta variedad fue presentada por el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA) en el año 2006. Destaca por su elevado contenido nutricional y por la calidad del grano, ideal para procesos agroindustriales. Su rendimiento supera los 3000 kg/ha. Es una variedad de ciclo corto, con un periodo vegetativo de apenas 140 días. El grano presenta pericarpio de tonalidad plomo y epispermo castaño rojizo.

La planta alcanza entre 1,30 y 1,40 m de altura, con panojas de 30–35 cm de largo y 5–7 cm de diámetro, además rinde hasta 3,54 t/ha, con granos de 2,10 mm de diámetro y peso de mil granos entre 3,52 y 3,72 g. Es resistente al mildiu y tolerante a la sequía (Apaza et al., 2013).

#### **f) Blanca de Junín**

Fue liberada en la región Junín por la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP). Se adapta a los pisos de valles interandinos, hasta los 3,500 m s. n. m. Presenta un ciclo vegetativo de 160 a 180 días, con altura de planta entre 1.50 y 1.70 m. Su rendimiento promedio es de 2.50 t/ha. Las panojas miden entre 33.4 y 48.5 cm de largo, con diámetros de

7.8 a 9.3 cm. El peso de mil semillas varía de 2.10 a 3.80 g, con un diámetro de 2.20 mm. Es vulnerable al mildiu y muestra tolerancia moderada a la sequía (Apaza et al., 2013).

## **2.2.6. Requerimiento Agroclimático**

### **a) Región**

La quinua se desarrolla desde el nivel del mar o costa (0 a 500 m s. n. m.), la yunga (500 hasta 2,500 m s. n. m.), la sierra media o valles interandinos (2,500 a 3,500 m s. n. m.) y hasta la sierra alta, Suni o Altiplano (3,500 a 4,000 m s. n. m.), dando lugar al surgimiento de diversos tipos de quinuas llamados ecotipos (Gómez & Aguilar, 2016).

### **b) Temperatura**

La quinua muestra amplia adaptabilidad climática, desde zonas cálidas y secas de la costa, hasta regiones frías o templadas de los valles y el altiplano. Su desarrollo óptimo ocurre entre 15 y 25 °C, según la variedad. Tolera heladas y calor durante el crecimiento vegetativo e inicio de la inflorescencia, pero es sensible a extremos térmicos desde la floración hasta la fase de grano pastoso (Gómez & Aguilar, 2016).

### **c) Humedad – Precipitación**

Los momentos clave en los que la escasez de humedad impacta el rendimiento son: germinación-emergencia, etapa que define el establecimiento del cultivo; y el periodo de crecimiento y llenado del fruto, que influye directamente en la productividad. En la región andina, las lluvias ocurren principalmente entre septiembre a octubre y mayo a junio. El cultivo crece con precipitaciones de 300 a 1,000 mm, siendo óptimo el rango de 500 a 800 mm (Gómez & Aguilar, 2016).

### **d) Fotoperiodo**

Presenta genotipos de días cortos y días largos, se adecua a condiciones de luminosidad de 12 horas diarias (Cadena, 2021).



### **e) Suelo**

Requiere de suelo franco, con buen drenaje y buen contenido de materia orgánica; con pendientes moderadas, no superiores al 10 %, y un contenido medio de nutrientes. Prefiere suelos neutros, aunque suele cultivarse en suelos alcalinos (hasta pH 9) y ácidos (hasta pH 4.5). Es eficiente en el uso de agua, a pesar de ser una planta C3 (Romero, 2019).

### **2.2.7. Labores culturales**

#### **a. Preparación de terreno**

En las zonas donde se cultiva quinua, es fundamental preparar bien el terreno. Frecuentemente se emplea maquinaria agrícola para realizar el roturado, rastreado y nivelado, con el objetivo de formar una cama adecuada para la semilla. Además, el uso de maquinaria permite acondicionar terrenos difíciles o poco aprovechados para el cultivo (Barrizueta & Delgado, 2014).

#### **b. Siembra**

La siembra de quinua debe hacerse justo después de preparar el suelo, aprovechando la humedad y reduciendo la competencia con malezas. Las semillas, por ser pequeñas, requieren colocación cuidadosa para asegurar buena germinación. Puede sembrarse directamente o por trasplante. En siembra manual, se recomienda el surcado con pendiente adecuada y distancias de 40 a 80 cm; la ubicación de las semillas varía según el tipo de riego o lluvia. Se colocan en chorro continuo con dosificador artesanal o máquina pequeña. En siembra mecanizada, se usan sembradoras ajustadas al tamaño del grano, cuidando la profundidad y el espaciamiento de los surcos (Gómez & Aguilar, 2016).

La profundidad de siembra no excede los 2 cm, y se emplean entre 7 y 12 kg/ha (Barrizueta & Delgado, 2014).

### **c. Abonamiento**

Antes de sembrar, se recomienda realizar un análisis de suelo para conocer su nivel de fertilidad. En suelos pobres, se sugiere aplicar la fórmula 240-200-80 (N-P-K), fraccionando el nitrógeno en tres momentos: siembra, deshierbo y floración. Además, se incorporan abonos orgánicos como estiércol (10 t/ha), gallinaza (6 t/ha), compost (5 t/ha), guano de islas (0.5 t/ha) o humus de lombriz (2 t/ha), junto con tres aplicaciones de biol (1.5 L/ha cada una) (Chavez, 2018).

### **d. Desahíje o raleo**

Las altas densidades generan plantas pequeñas, débiles y con menor rendimiento por planta. En cambio, una baja cantidad de plantas por área favorece la ramificación, alarga el ciclo vegetativo, facilita el crecimiento de malezas y complica la cosecha. Se considera adecuada una densidad de 50 plantas por metro lineal, lo que equivale a cerca de 500,000 plantas por hectárea. Esta práctica se realiza junto al deshierbo, cuando las plantas de quinua tienen entre 15 y 20 cm de altura y el suelo presenta buena humedad. Se sugiere conservar las plantas vigorosas y eliminar aquellas débiles, enfermas, pequeñas o que no correspondan al tipo (Gómez & Aguilar, 2016).

### **e. Deshierba**

Se debe realizar como mínimo dos deshierbas, el primer deshierbo cuando tienen de 8 a 10 pares de hojas verdadera o cuando han alcanzado de 15 a 20 cm de altura, el segundo deshierbo, que sería a modo de aporque, se realiza en la etapa de floración; ya sea manualmente o mecánicamente (Gómez & Aguilar, 2016).

### **f. Aporque**

El aporque permite la fijación de las raíces y protege las plantas del tumbado, como las variedades de quinua de mayor altura de planta. Se realiza justo después del deshierbo y el raleo, aprovechando la humedad óptima del suelo. Esta labor también permite incorporar el

abono nitrogenado aplicado entre hileras. Puede ejecutarse manualmente con herramientas simples, mediante yunta o con maquinaria adaptada al terreno (Gómez & Aguilar, 2016).

#### **g. Riego**

Se recomienda un riego inicial antes de preparar el terreno, para asegurar humedad en la siembra. Si es necesario, puede repetirse tras la siembra para apoyar la germinación. Los riegos posteriores se aplican cada 10 a 20 días, según el tipo de suelo y clima, evitando la saturación hídrica (Gómez & Aguilar, 2016).

#### **h. Plagas y enfermedades**

La presencia de insectos plaga en el cultivo de quinua incluye principalmente a los minadores foliares (*Liriomyza* spp.) y pulgones (*Myzus* sp.), que afectan todo el ciclo del cultivo, según mencionan Veas & Cortés (2016).

El mildiu (*Peronospora* spp.) es la enfermedad que afecta hojas, tallos, ramas e inflorescencias en cualquier etapa del cultivo. El daño es más severo en plantas jóvenes, desde la ramificación hasta el panojamiento. Provoca caída de hojas, lo que interfiere con el crecimiento normal y la producción de quinua (Cervantes, 2016).

Un daño económico importante también es causado por el ataque de aves (palomas, jilgueros y gorriones), tanto en la fase de emergencia como en la madurez fisiológica de la quinua, provocando una disminución del rendimiento de grano de hasta un 60%. Asimismo, existe la posibilidad de ataque de roedores, los cuales afectan el porcentaje de emergencia y también pueden atacar en la madurez fisiológica, disminuyendo la producción (Loza et al., 2016).

#### **i. Manejo de plagas y enfermedades**

Para controlar insectos, se recomienda aplicar insecticidas orgánicos o químicos con moderación, para evitar resistencia y daños al entorno. En el caso de enfermedades como el mildiu, es clave intervenir cuando la humedad supera el 80 % y la temperatura oscila entre

20 °C y 25 °C. Complementar con labores culturales, como el deshierbo, aporque y rotación de cultivos, permite romper el ciclo biológico de las plagas (Veas & Cortés, 2016).

#### **j. Cosecha**

Se realiza entre los 160 y 180 días después de la siembra, cuando las plantas pierden sus hojas y los granos están firmes al tacto, con humedad entre 14 % y 16 % (Arapa, 2020).

Etapas del proceso:

Siega: Se cortan manualmente o con maquinaria las panojas a 40 a 50 cm desde el suelo, evitando arrancarlas para no contaminar el grano con tierra (Bernal et al., 2016).

Emparvado y secado: Las panojas se agrupan en arcos con las flores hacia arriba para facilitar el secado y liberación natural del grano (Gómez & Aguilar, 2016).

Trilla: Las plantas cosechadas se colocan sobre mantas y se golpean o frotan con palos para desprender los granos. Luego, se separan de las envolturas florales usando viento, tamices o equipos manuales o mecánicos, con el fin de conservar únicamente los granos de quinua (Gómez & Aguilar, 2016).

Aventado y limpieza de granos: Se emplea aire para separar impurezas como hojas, pedicelos y ramitas (Nieto & Vimos, 1992).

Secado de grano: Se exponen los granos al sol entre 6 y 8 horas, hasta reducir la humedad al 12–14 %, según lo mencionado por Nieto & Vimos (1992); idealmente, no debe superar el 12.5 %, conforme a la norma peruana (FAO, 2023).

Clasificación de granos: Una vez secos, los granos se clasifican por tamaños ya sea grandes, medianos y pequeños. (Nieto & Vimos, 1992).

#### **k. Almacenamiento**

Los granos limpios deben guardarse en recipientes adecuados y ubicarse sobre tarimas, dentro de un almacén limpio y bien ventilado (Gómez & Aguilar, 2016).

### **2.2.8. Definición de términos**

#### **a. Cultivar**

Es una variedad que ha sido desarrollado por la intervención del ser humano, mediante selección y mejoramiento genético, para mantener características uniformes como productividad, resistencia, calidad y atributos específicos como sabor, tamaño o tiempo de cosecha (Pringle, 1975).

#### **b. Variedad**

Conjunto de plantas de una misma especie, que ha evolucionado naturalmente o por selección tradicional, conservando rasgos visibles y constantes que permiten su identificación y diferenciación en el campo (FAO & AfricaSeeds, 2019).

#### **c. Raleo**

El raleo consiste en eliminar plantas que están demasiado juntas, son débiles o no son de la variedad deseada, para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes (Chuquimarca, 2019).

#### **d. Productividad**

Es una medida que compara lo que se obtiene (como cosechas) con lo que se invierte (como tierra, trabajo, insumos y servicios) (Allerton, 2024).

Mide el rendimiento de un cultivo en kilogramos por hectárea (Agro tecnología tropical, 2024).

#### **e. Rendimiento**

Es la cantidad de producto que se obtiene por cada hectárea cultivada en un periodo determinado. Esta medida refleja el equilibrio entre lo que se invierte y lo que se cosecha. Además, suele expresarse en kilos o toneladas métricas por hectárea (Agrotecnologíatropical.com, s. f.).

#### **f. Rentabilidad**

Es el beneficio económico que se obtiene al desarrollar actividades productivas en el campo (Vallejo, 2021).

Se calcula según el ingreso generado por cada hectárea cultivada o unidad de terreno, y permite evaluar si una inversión agrícola resulta financieramente favorable (Agrotecnologíatropical.com, s. f.).

## **CAPÍTULO III**

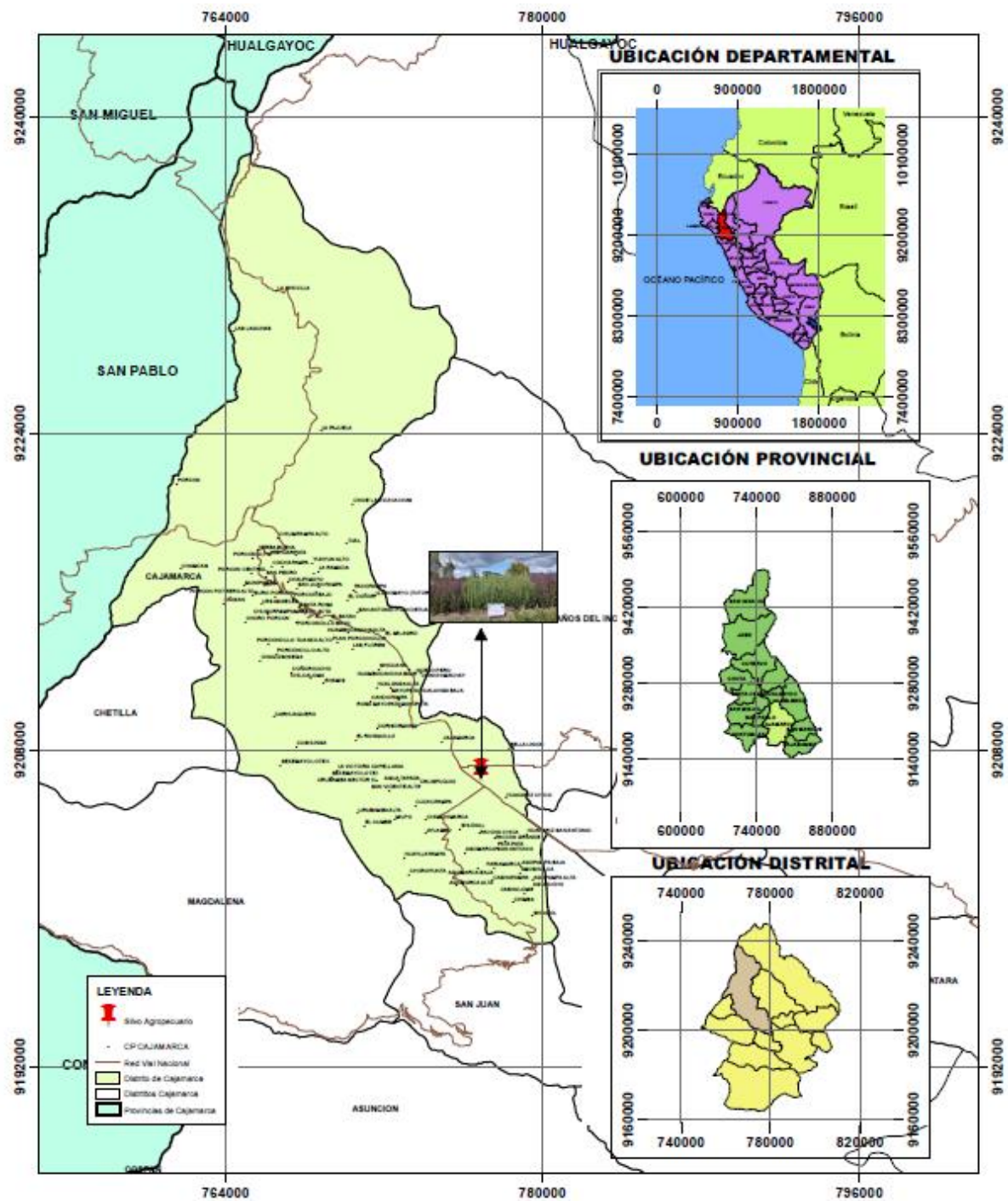
### **MATERIALES Y MÉTODOS**


#### **3.1. Ubicación**

El experimento se realizó en el campo experimental del Servicio Silvo Agropecuario (SESA) de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicada políticamente en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca, entre las coordenadas UTM 776895 mE y 9206954 mN, a una altitud de 2677 m s. n. m.

**Figura 1**

*Ubicación del experimento.*



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA			
<b>"EFECTO DEL RALEO EN LA PRODUCTIVIDAD DE DOS VARIEDADES DE QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) EN EL VALLE DE CAJAMARCA"</b>			
<b>MAPA DE UBICACIÓN CAJAMARCA- SILVO AGROPECUARIO UNC</b>			
<b>BACHILLER:</b> Eli Cuequiciban Huaripata			
<b>ASESORES:</b> M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos			
<b>ESCALA:</b> 1:250,000		<b>UTM</b> WGS: 1984 ZONA: 17 SUR	<b>LÁMINA</b> <b>01</b>
<b>FECHA:</b> noviembre 2025			



### 3.2.Situación meteorológica

**Tabla 2**

*Condiciones climáticas promedio mensual de la campaña agrícola 2024-2025.*

Meses	Temperatura (°C)			Humedad	Precipitación total
	Máxima	Mínima	Media	relativa (%)	(mm/mes)
<b>Setiembre</b>	23.46	7.51	15.49	53.79	24.5
<b>Octubre</b>	23.42	9.55	16.48	60.11	60.7
<b>Noviembre</b>	23.24	8.56	15.9	56.24	41.8
<b>Diciembre</b>	22.15	11.07	16.61	69.98	129.6
<b>Enero</b>	21.19	10.19	15.69	65.63	126.3
<b>Febrero</b>	20.89	11.4	16.14	70.28	189.5
<b>Marzo</b>	21.26	10.24	15.75	65.98	175.8

*Nota.* Datos de la Estación Meteorológica Agrícola Augusto Weberbauer. (SENAMHI, 2025).

### 3.3.Materiales y equipos

#### 3.3.1. *Material vegetal*

Se usarán semillas de dos variedades de quinua procedentes del programa de granos andinos y leguminosas del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. Como son Variedad Experimental “Quinua Negra” y la INIA 437 “Roja del Norte”.

#### 3.3.2. **Fertilizantes (insumos)**

Fertilizantes sintéticos (Urea, Fosfato di amónico, Cloruro de potasio), plaguicida (Gorplus), fungicida (Sulfato de cobre).

#### 3.3.3. *Herramientas de campo*

Palanas, pico, lampa, rastrillo, hoz, lampas.

#### 3.3.4. *Maquinaria y equipos*

Tractor agrícola, mochila de fumigar, cámara fotográfica, laptop, vernier digital, balanza electrónica.

### **3.3.5. *Material de escritorio***

Papel bong, lápiz, lapiceros, cartulina, libreta de apuntes.

### **3.3.6. *Otros materiales***

Estacas, costales, rafia, wincha, cordel.

## **3.4. Metodología**

Esta investigación es de tipo experimental, donde se ha previsto la variable independiente que hace referencia a las variedades: Variedad Experimental “Quinua Negra” y INIA 437 “Roja del Norte”, que serán estudiadas cada una en cuatro condiciones: sin raleo, raleo a 10 cm, raleo a 15 cm y raleo a 20 cm; conjuntamente se presenta la variable dependiente relacionada a las evaluaciones realizadas. El experimento en campo se llevó a cabo en el periodo comprendido entre el mes de setiembre del 2024 hasta marzo del 2025.

### **3.4.1. *Diseño experimental, arreglo de tratamientos.***

Se usó el Diseño de Bloques Completos Randomizados (DBCR) con tres repeticiones y cuatro tratamientos. El campo experimental presenta las siguientes características:

#### **a) Parcelas**

- Número de parcelas por bloque: 08.
- Largo de las parcelas de las parcelas: 2,4 m.
- Ancho de las parcelas: 3 m.
- Área total de las parcelas: 7,2 m<sup>2</sup>.
- Distancia entre surcos: 0,80 m.
- Número de surcos por parcela: 03.
- Total, de surcos: 24 surcos.

#### **b) Bloques**

- Número de bloques: 03.
- Ancho de los bloques: 3 m.

- Largo de los bloques: 19.20 m.
- Área total de cada bloque: 57.6 m<sup>2</sup>.
- Largo de las calles entre los bloques: 19.20 m.
- Ancho de las calles entre los bloques: 1,0 m.

#### **c) Experimento**

- Largo: 19.20 m.
- Ancho: 11,0 m.
- Área neta del experimento: 211.20 m<sup>2</sup>.
- Área perimetral de calles (25 %): 52.8 m<sup>2</sup>.
- Área total del experimento: 264.0 m<sup>2</sup>.

#### **3.4.2. Tratamiento de estudios**

Los tratamientos de estudio son los siguientes:

**T1, sin raleo:** En este tratamiento no se realizó la extracción de plantas, y viene a ser la práctica que todos los agricultores de la zona lo practican, es decir es la práctica local.

**T2, raleo a 10 cm entre plantas:** en este tratamiento se realizó la extracción de plantas dejando aquellas que se hallan distanciadas a 10 cm entre ellas, lo cual, se realizó en la población de plantas existentes en el surco que ha sido sembrado bajo la forma de chorro continuo; sin ser posible calcular, previamente, el número de plantas que quedarían a 1 metro lineal o por hectárea.

**T3, raleo a 15 cm entre plantas:** en este tratamiento se realizó la extracción de plantas dejando aquellas que se hallan distanciadas a 15 cm entre ellas, lo cual, se realizó en la población de plantas existentes en el surco que ha sido sembrado bajo la forma de chorro continuo; sin ser posible calcular, previamente, el número de plantas que quedarían a 1 metro lineal o por hectárea.

**T4, raleo a 20 cm entre plantas:** en este tratamiento se realizó la extracción de plantas dejando aquellas que se hallan distanciadas a 20 cm entre ellas, lo cual, se realizó en la población de plantas existentes en el surco que ha sido sembrado bajo la forma de chorro continuo; sin ser posible calcular, previamente, el número de plantas que quedarían a 1 metro lineal o por hectárea.

**Tabla 3**

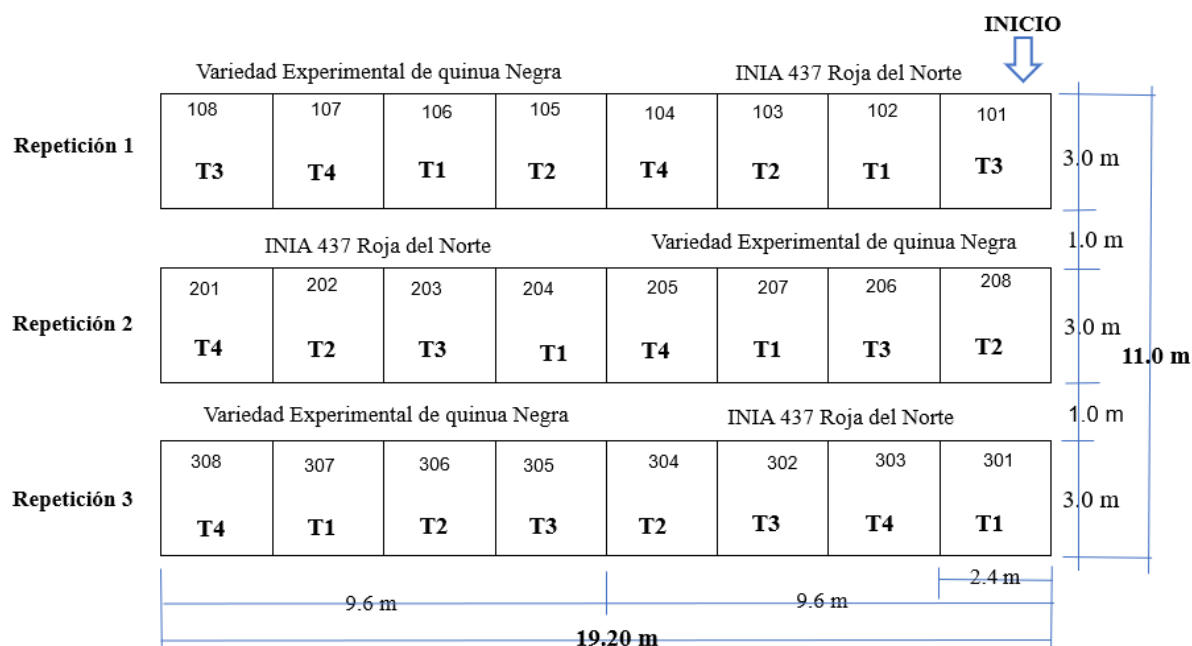
*Tratamientos y randomización.*

Clave	de	Nombre del tratamiento:	Randomización		
Tratamiento		Variedad quinua	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3
T1		Variedad Experimental “Quinua Negra”	106	206	307
T2		Variedad Experimental “Quinua Negra”	105	208	306
T3		Variedad Experimental “Quinua Negra”	108	207	305
T4		Variedad Experimental “Quinua Negra”	107	205	308
T1		INIA 437 “Roja del Norte”	102	204	301
T2		INIA 437 “Roja del Norte”	103	202	304
T3		INIA 437 “Roja del Norte”	101	203	303
T4		INIA 437 “Roja del Norte”	104	201	302

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 2**

*Croquis del campo experimental.*



### 3.4.3. Procedimiento

#### a. Fase inicial de oficina y gabinete

Se preparo la semilla proporcionada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), EEA Baños del Inca, a través del Programa Nacional de Cereales, Granos Andinos y Leguminosas, 150 gramos de la quinua “INIA 437 Roja del Norte” y 150 gramos de quinua “Variedad Experimental de quinua Negra”. Además, se preparó 4 kilogramos de fertilizante NPK con tara de 50 gramos (frasco que ayudara a esparcir el fertilizante de manera equitativa en cada surco surco).

#### b. Análisis de suelo

Para realizar el análisis de suelos, se obtuvo submuestras en 5 puntos distribuidos en forma de zigzag, se cavaron hoyos de 30 cm de profundidad utilizando una palana; estas submuestras fueron luego mezcladas hasta obtener un kilogramo de muestra compuesta para posteriormente ser enviada al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación

Agraria (INIA) – Estación Experimental Agraria Baños del Inca, con el objeto de conocer e interpretar las condiciones nutricionales del suelo del área de investigación.

**Tabla 4**

*Características edáficas del área de evaluación.*

Parámetro	Unidad	Valores	Interpretación
pH	-	7,3	Neutro, efectos tóxicos mínimos.
Carbonato de calcio equivalente	%	5,8	Contiene alto nivel de calcio.
Materia orgánica	%	3,4	Contiene materia orgánica de nivel medio.
Fosforo disponible	mg/kg	20,7	Contiene fosforo de nivel alto.
Potasio disponible	mg/kg	364.9	Contiene potasio de nivel alto.
Conductividad eléctrica	mS/m	17,3	Normal
Textura	%	Arena: 37	Suelo arcilloso.
		Limo: 20	
		Arcila: 43	
Clase textural		Arcilloso	

*Nota.* Laboratorio de suelos de la estación experimental INIA, EEA Baños del Inca (2024).

De acuerdo con los resultados del análisis de suelos, la dosis de fertilizantes recomendada para la instalación de quinua fue de 100-40-30 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O y estiércol 2,6 tn/ha.

### **c. Fase de campo**

En esta fase se realizaron diversas actividades como son las siguientes:

#### **Preparación del terreno**

En primer lugar, se realizó una limpieza manual del área extrayendo las malezas y residuos de campañas anteriores. Luego se procedió a la aradura del terreno con tractor agrícola, se realizó dos cruas. Seguidamente para mullir los terrones de tierra se utilizó picos y rastrillos para nivelar el terreno.

#### **Delimitación del campo experimental**

Utilizando el croquis del diseño experimental, se demarcó el terreno usando estacas, cordel y Wincha. Luego se procedió a dividir los bloques, calles y parcelas. Finalmente se procedió a la identificación y etiquetado correspondiente. La distancia entre surcos fue de 0.80 centímetros, para lo cual se usó picos.

#### **Abonamiento y siembra**

La dosis de fertilización fue de 100-40-30 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, el nitrógeno fue fraccionado en dos partes (50 % a la siembra y 50 % al aporque). En esta labor se dispuso manualmente y parejo el abono en el fondo del surco, inmediatamente después se cubrió con suelo agrícola, sobre el cual se arrojó la semilla en chorro continuo de manera uniforme y artesanal, para luego ser tapada con una capa de suelo con orquetas o palos de madera, quedando a una profundidad de 2 a 3 cm.

#### **Riego por aspersión**

Después de sembrar se regó de manera uniforme mediante riego por aspersión con el uso de aspersores conectados a mangueras. La aplicación de los riegos se realizó en un periodo de tiempo de 2 a 3 horas Inter diarios.

### **Raleo**

Esta labor se realizó cuando las plantas tenían entre 15-20 cm de altura, se eliminó las más pequeñas y débiles, raleando a distancias de 10 cm, 15 cm y 20 cm; que fueron descritos anteriormente para cada tratamiento, dejando sin ralear los surcos testigos.

### **Deshierbo**

Se realizó de manera artesanal con ayuda de lampas y palas, se eliminó las malezas de entre las plantas de quinua y a lo largo de las calles, con el objetivo de evitar competencia por nutrientes, agua, luz solar y espacio.

### **Aporque**

Se realizó manualmente con el uso de lampas y picos, se distribuyó abono en forma equitativa a lo largo de los surcos. Se hizo con el fin de incorporar más tierra a las raíces de las plantas para mejor desarrollo de las raíces y evitar el acame por fuertes vientos.

### **Control fitosanitario**

Se realizó monitoreos constantes del cultivo revisando plantas al azar. Se aplicó un insecticida con el uso de una mochila fumigadora, de manera oportuna, a base de Gorplus para controlar insectos masticadores de hojas como diabroticas, epitrix, cuando la planta tenía de 2 a 4 pares de hojas; Sulfato de cobre para controlar babosas, cuando la planta tenía de 4 a 6 pares de hojas. Para el caso de enfermedades se hizo evaluaciones bajo infestación biológica de los agentes patógenos.

### **Cosecha**

Se realizó de manera manual y oportuna, considerando que los granos hayan alcanzado la madurez fisiológica y además adquirieron una consistencia resistente a la presión con las uñas. Con ayuda de una hoz se cortaron las panojas, luego se colocó en costales de acuerdo a los bloques, tratamientos y variedades, para luego ser llevados a un ambiente seco para su posterior trillado, venteado, secado y finalmente pesado.



#### **d. Variables evaluadas**

Para esta actividad se seleccionaron plantas en estado de madurez fisiológica.

##### **Número de plantas**

Se contó el número total de plantas del surco central de cada parcela experimental.

##### **Altura de planta**

Se selecciono diez plantas al azar del surco central de cada parcela experimental, luego con una vara de medir de 3 metros se determinó la medida desde la base de hasta el ápice del tallo principal, obteniendo un promedio expresado en (m).

##### **Longitud de panoja**

Se selecciono diez plantas al azar del surco central de cada parcela experimental, luego con una vara de medir de 3 metros se determinó la medida desde la base hasta la parte terminal de la panoja, obteniendo el resultado en centímetros (m).

##### **Diámetro de panoja**

Se seleccionó diez plantas al azar del surco central de cada parcela experimental, luego con una wincha se midió el punto más ancho de la panoja, el resultado se expresó en centímetros (cm).

##### **Rendimiento**

Se determinó el peso total de los granos cosechados del surco central de cada parcela experimental, se usó una balanza de precisión, el resultado se expresó en gramos (g) o kg/ha.

##### **Diámetro de grano**

Se seleccionaron 20 granos de quinua al azar de cada parcela experimental, se usó un vernier digital, el resultado del diámetro promedio de cada parcela se expresó en milímetros (mm).

### **Rentabilidad económica**

La rentabilidad económica se calculó utilizando la siguiente relación:  $IR = (\text{Beneficio bruto} - \text{Costo total} / \text{Costo total}) \times 100$ .

### **e. Procesamiento y análisis de datos**

#### **Técnicas de evaluación**

Para la evaluación de las diferentes variables se tuvo en cuenta la observación de los surcos centrales de cada parcela experimental, con la finalidad de eliminar el efecto de borde; para lo cual, cada parcela fue identificada por su número correspondiente.

#### **Instrumentos de evaluación**

Se usarán diversos instrumentos, como vara de medir, wincha (para medir altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja), balanza electrónica (para obtener el rendimiento de las parcelas experimentales), etc.

#### **Técnicas de procesamiento y análisis de la información**

Los datos cuantitativos serán procesados usando las técnicas de la Estadística, con la finalidad de observar las diferencias entre los tratamientos de estudio; para lo cual, se empleará el Programa SAS (Statistical Analysis Software); haciendo para cada variable el Análisis de Varianzas y de ser necesaria la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Quinoa INIA 437 “Roja del Norte”

##### 4.1.1. Número de plantas cosechadas

De acuerdo a la tabla 5 donde se muestra el cuadro de Análisis de Varianza (ANVA) de la variable, número de plantas cosechadas por metro cuadrado, se tiene que en repeticiones no hay significación estadística. Es decir, que los promedios de las repeticiones son iguales estadísticamente; dado que la Fc (F calculada) es menor a la Ft (F tabular) al nivel de 0.05 y 0.01. Además, en los tratamientos hay una alta significación estadística, dado que la Fc es superior Ft a nivel de 0.05 y 0.01. Luego se observa que el coeficiente de variación es 8.66 % siendo aceptable; el promedio general es de 32.19 plantas cosechadas por metro cuadrado del experimento.

**Tabla 5**

*Análisis de varianza (ANVA), de número de plantas cosechadas/m<sup>2</sup>.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	2	13.1236	6.5618	0.8439NS	5.14	10.92
Tratamientos	3	16952.7969	5650.9323	626.785**	4.76	9.78
Error	6	46.6514	7.7752			
Total	11	17012.5720				

NS: no significativo \*\*: Altamente significativo

$$C.V = 8.66 \%$$

$$\text{Promedio} = 32.19 \text{ plantas cosechadas/m}^2$$

Entonces al observar alta significación estadística en el ANVA para la fuente de variación de tratamientos se justificó aplicar la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05, cuyos datos se presentan en la Tabla 6 y Figura 3; donde se observa que el T1-Sin raleo (96.94) tuvo mayor número de plantas cosechadas, siguiéndole el T2-Raleo a 10 cm (16.66), el T4-

Raleo a 20 cm (6.11) es estadísticamente similar a T3-Raleo a 15 cm (9.02) ambos tratamientos mostraron baja densidad de plantas cosechadas.

El tratamiento T1, al no recibir raleo, presentó la mayor densidad de plantas cosechadas por metro cuadrado, lo cual concuerda con lo señalado por Núñez et al. (2018), quien menciona que cuando el raleo es menos intenso y las plantas están más juntas, la densidad de cosecha aumenta; pero hay que tener en presente que una mayor densidad de plantas cosechadas no garantiza que se obtenga mayor productividad.

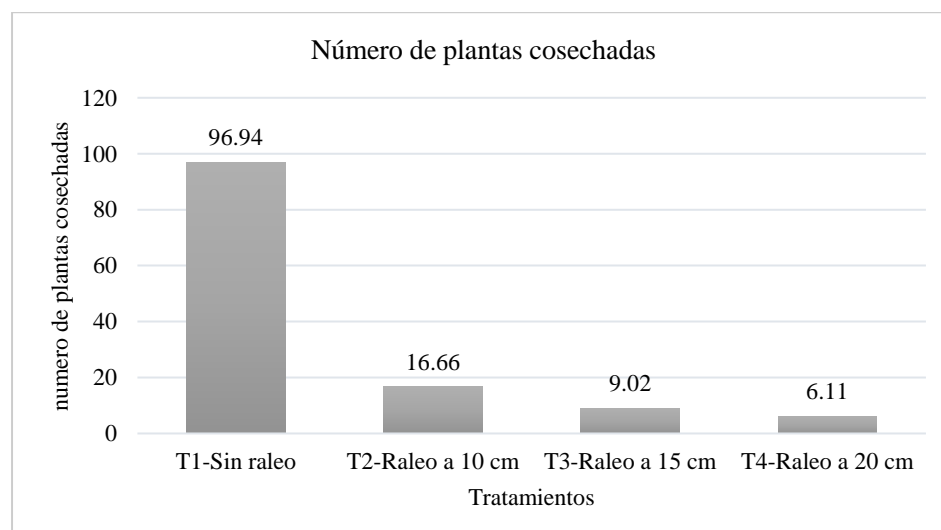
**Tabla 6**

*Promedio de número de plantas cosechadas/m<sup>2</sup> y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.*

Tratamientos	Número de plantas cosechadas/m <sup>2</sup>	Significación estadística al 0.05
T1-Sin raleo	96.94	A
T2-Raleo a 10 cm	16.66	B
T3-Raleo a 15 cm	9.02	C
T4-Raleo a 20 cm	6.11	C

**Figura 3**

*Número de plantas cosechadas/m<sup>2</sup> de los tratamientos.*



#### 4.1.2. Altura de planta (m)

Según lo presentado en la Tabla 7, correspondiente al Análisis de Varianza (ANVA) para la variable altura de planta, se observa que tanto las repeticiones como los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas. Esto se debe a que el valor de F calculada ( $F_c$ ) es menor que el valor de F tabular ( $F_t$ ), tanto al nivel de significancia del 0.05 como del 0.01, lo que indica que los promedios son estadísticamente similares. Además, el análisis muestra un coeficiente de variación (CV) de 6.99 %, lo cual se considera aceptable, ya que refleja una buena precisión en los datos; el promedio general de altura de planta 2.13 metros.

**Tabla 7**

*Análisis de varianza (ANVA), de altura de planta (m).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de Cuadrado medio</b>	<b><math>F_c</math></b>	<b><math>F_t</math></b> <b>0.05</b> <b>0.01</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>2</b>	0.0006	0.0003	1.810NS	5.14 10.92
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	0.2009	0.0670	3.007NS	4.76 9.78
<b>Error</b>	<b>6</b>	0.1326	0.0223		
<b>Total</b>	<b>11</b>	0.3351			

NS: no significativo

C.V = 6.99 %

Promedio = 2.13 metros

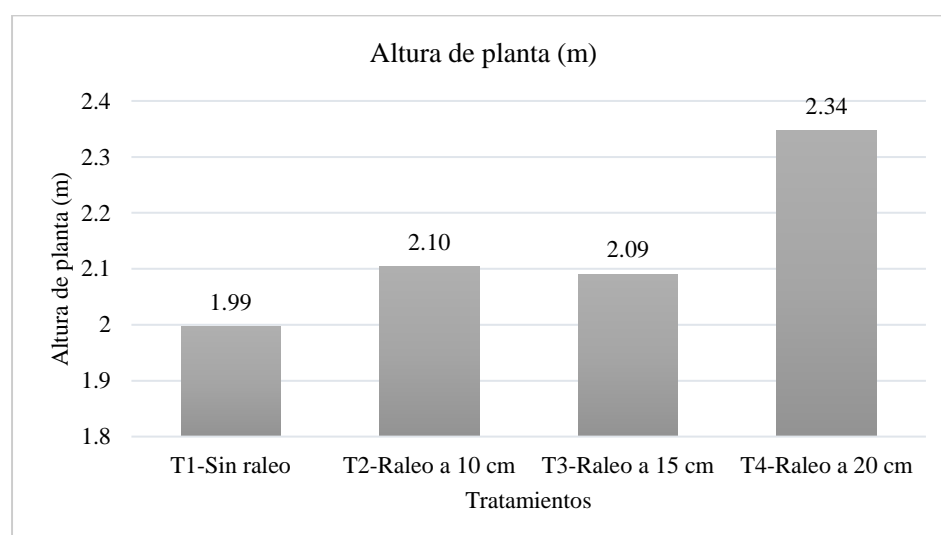
Entonces al observar que no es significativo estadísticamente el ANVA para la fuente de variación de tratamientos, no se realizó la prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05 porque son iguales estadísticamente, pero si se elaboró el diseño gráfico cuyos datos se presentan en la Figura 4; donde se observa que el T1-Sin raleo (1.99 metros), T2-Raleo a 10 cm (2.10 metros), el T3-Raleo a 15 cm (2.09 metros) y T4-Raleo a 20 cm (2.34 metros) lo cual presentó el valor más alto, superando a los demás tratamientos.

Los resultados obtenidos se diferencian en la altura de planta con respecto a lo reportado por Tejada (2020), en su investigación realizada en Cajamarca, señala que la variedad INIA 43

“Roja del Norte” alcanza una altura promedio de 1.45 metros. Sin embargo, los tratamientos evaluados en el presente estudio registraron una altura promedio de 2.13 metros, superando ampliamente el valor citado. Esta diferencia puede atribuirse principalmente a las propiedades físicas del suelo en el valle de Cajamarca, donde se desarrolló el experimento. Es probable que los suelos de esta zona, caracterizados por un buen contenido de materia orgánica, hayan favorecido un crecimiento más vigoroso de las plantas de quinua, dado que este cultivo responde positivamente a condiciones edáficas óptimas.

**Figura 4**

*Altura de planta (m) de los tratamientos.*



#### **4.1.3. Longitud de panoja (cm)**

De acuerdo a la Tabla 8, donde se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para la variable longitud de panoja expresado en centímetros, se obtiene que las repeticiones y los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas. Esto se debe a que el valor de F calculada ( $F_c$ ) es menor que el valor de F tabular ( $F_t$ ), tanto al nivel de significancia del 0.05 como del 0.01, lo que indica que los promedios son estadísticamente similares. De otro lado, el análisis muestra un coeficiente de variación (CV) de 21.16 %, lo cual se considera aceptable; el promedio general de longitud de panoja es de 53.75 centímetros.

**Tabla 8***Análisis de varianza (ANVA), de longitud de panoja (cm).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>2</b>	166.5000	83.2500	0.6430NS	5.14	10.92	
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	472.9167	157.6387	1.2175NS	4.76	9.78	
<b>Error</b>	<b>6</b>	776.8333	129.4722				
<b>Total</b>	<b>11</b>	1416.2500					

NS: no significativo

C.V = 21.16 %

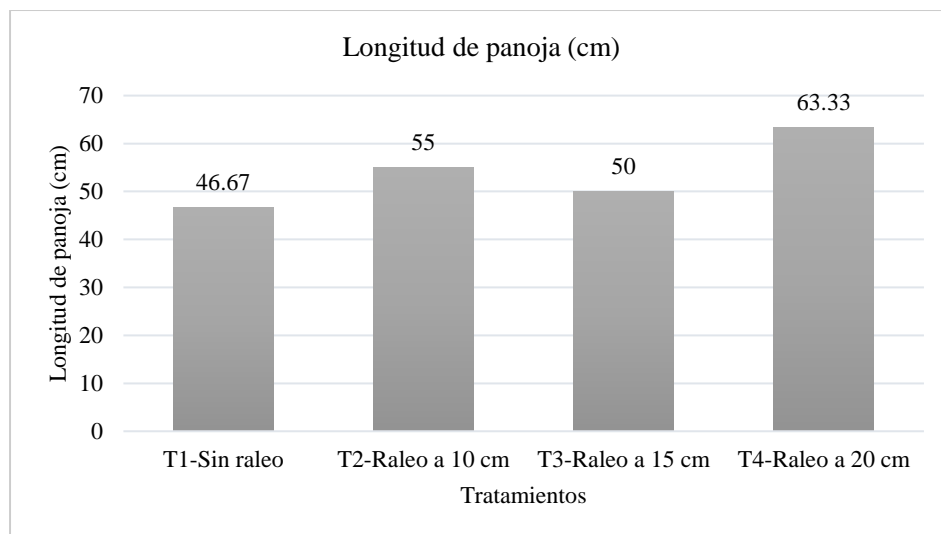
Promedio = 53.75 centímetros

Entonces al observar que no es significativo estadísticamente el ANVA para la fuente de variación de tratamientos, no se realizó la prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05 porque son iguales estadísticamente, pero si se elaboró el diseño gráfico cuyos datos se presentan en la Figura 5; donde se observa que el T1-Sin raleo (46.67 centímetros), T2-Raleo a 10 cm (55.0 centímetros), el T3-Raleo a 15 cm (50.00 centímetros) y T4-Raleo a 20 cm (63.33 centímetros) lo cual presentó el valor más alto, superando a los demás tratamientos.

Los resultados obtenidos evidencian diferencias significativas en la longitud de panoja en comparación con lo reportado por Tejada (2020), en su investigación realizada en Cajamarca, quien indica que la variedad INIA 437 “Roja del Norte” presenta una longitud promedio de 45 cm. En el presente estudio, los tratamientos que incluyeron prácticas de raleo superaron dicho valor, lo que sugiere que las prácticas de raleo aplicadas influyen positivamente en el desarrollo de la panoja.

**Figura 5**

*Longitud de panoja (cm) de los tratamientos.*



#### **4.1.4. Diámetro de panoja (cm)**

De acuerdo a la Tabla 9 donde se muestra el cuadro de Análisis de Varianza (ANVA) de la variable diámetro de panoja expresada en centímetros, se tiene que en repeticiones no hay significación estadística. Es decir, que los promedios de las repeticiones son iguales estadísticamente; dado que la  $F_c$  (F calculada) es menor a la  $F_t$  (F tabular) al nivel de 0.05 y 0.01. Además, en los tratamientos hay una alta significación estadístico, dado que la  $F_c$  es superior  $F_t$  a nivel de 0.05 y 0.01. Luego se observa que el coeficiente de variación es 11.47 % lo cual es aceptable; el promedio general del diámetro de panoja es de 9.27 centímetros.



**Tabla 9***Análisis de varianza (ANVA), diámetro de panoja (cm).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
					<b>0.05</b> <b>0.01</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>2</b>	0.4054	0.2027	0.1792NS	5.14 10.92
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	33.3850	11.1283	9.8390**	4.76 9.78
<b>Error</b>	<b>6</b>	6.7863	1.1310		
<b>Total</b>	<b>11</b>	40.5767			

NS: no significativo

\*\*: alta significación

C.V = 11.47 %

Promedio = 9.27 centímetros

Entonces al observar alta significación estadística en el ANVA para la fuente de variación de tratamientos se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05, cuyos datos se presentan en la Tabla 10 y Figura 6; donde se observa que el T3-Raleo a 15 cm (8.93 centímetros), T2-Raleo a 10 cm (9.28 centímetros) y T1-Sin raleo (7.08 centímetros) son estadísticamente similares pero los diámetros son inferiores al T4-Raleo a 20 cm (11.76 centímetros).

Los resultados del efecto del raleo confirman que esta práctica tiene un efecto positivo sobre el diámetro de la panoja en quinua, lo cual coincide con lo reportado por Álvarez (2019), quien señala que una menor densidad de siembra favorece el desarrollo de estructuras reproductivas como la panoja. En el presente estudio, el tratamiento con mayor espaciamiento entre plantas mostró un incremento significativo en el diámetro de la panoja.

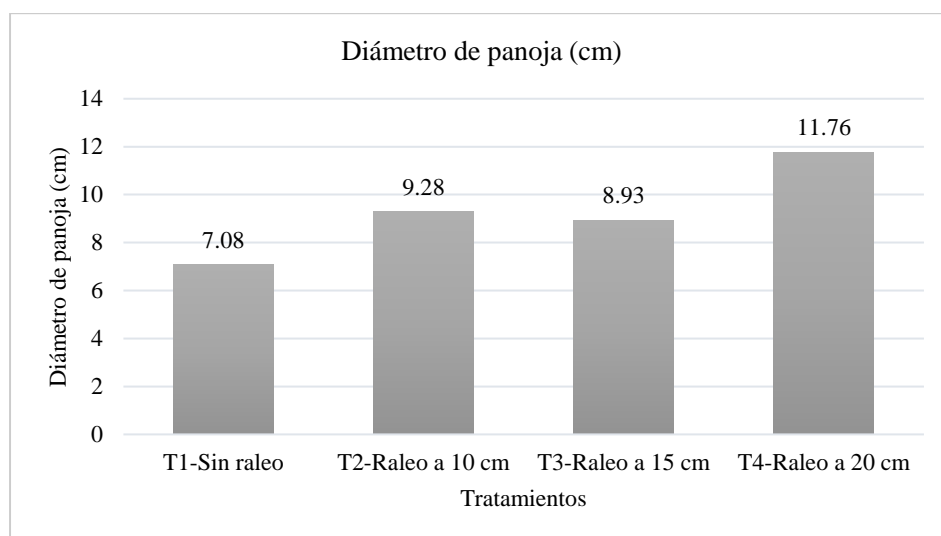
**Tabla 10**

*Promedio de diámetro de panoja (cm) y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.*

Tratamientos	Diámetro de panoja (cm)	Significación estadística al 0.05
T4-Raleo a 20 cm	11.76	A
T2-Raleo a 10 cm	9.28	B
T3-Raleo a 15 cm	8.93	B
T1-Sin raleo	7.08	B

**Figura 6**

*Diámetro de panoja (cm) de los tratamientos.*



#### **4.1.5. Acame (%)**

Según la Tabla 11 donde se muestra el cuadro de Análisis de Variancia (ANVA) de la variable porcentaje de acame, se tiene que en repeticiones es no significativo estadísticamente. Es decir, que los promedios de las repeticiones son semejantes estadísticamente; dado que la  $F_c$  ( $F$  calculada) es menor que la  $F_t$  ( $F$  tabular) al nivel de 0.05 y 0.01. Asimismo, en los tratamientos es significativo estadísticamente, dado que el  $F_c$  es mayor que el  $F_t$  al nivel de 0.05 y menor al nivel de 0.01. De otro lado para esta variable se observa un coeficiente de

variación de 28.26 % lo cual es aceptable; el promedio general del porcentaje de acame es de 35 %.

**Tabla 11**

*Análisis de varianza (ANVA), acame (%).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
					<b>0.05 0.01</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>2</b>	0.0800	0.0400	1.7143NS	5.14 10.92
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	0.4700	0.1567	6.7143*	4.76 9.78
<b>Error</b>	<b>6</b>	0.1400	0.0233		
<b>Total</b>	<b>11</b>	0.6900			

NS: no significativo

\*: con significación estadística.

C.V = 28,26 %

Promedio = 35 %

Entonces al mirar significación estadística en el ANVA para la fuente de variación de Tratamientos, se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05, cuyos datos se presentan en la Tabla 12 y Figura 7; donde se observa que el T4-Raleo a 20 cm (13.33 %), seguido el T3-Raleo a 15 cm (20 %) y T2-Raleo a 10 cm (43.33 %) muestran mayor resistencia frente a la inclinación del tallo ya que son estadísticamente similares, mientras que el T1-Sin raleo (63.33 %) ha sido más vulnerable a la inclinación del tallo comparándose estadísticamente al T2.

Los resultados obtenidos se relacionan con lo expuesto por Mujica et al. (2004), quienes mencionan la importancia del manejo adecuado de la densidad de plantas en el cultivo de quinua. Si bien el documento no aborda de forma directa el raleo como método para reducir el acame, se reconoce que una estructura vegetal más equilibrada resultado de prácticas como el raleo favorece el desarrollo de tallos robustos, lo cual ayuda a reducir el acame. Los resultados obtenidos en el presente estudio confirman esta afirmación, ya que el T4 presentó el menor

porcentaje de acame, evidenciando que la baja densidad de plantas refuerza la estructura frente al doblamiento de la planta. Entonces al realizar el raleo, se observa una reducción del acame.

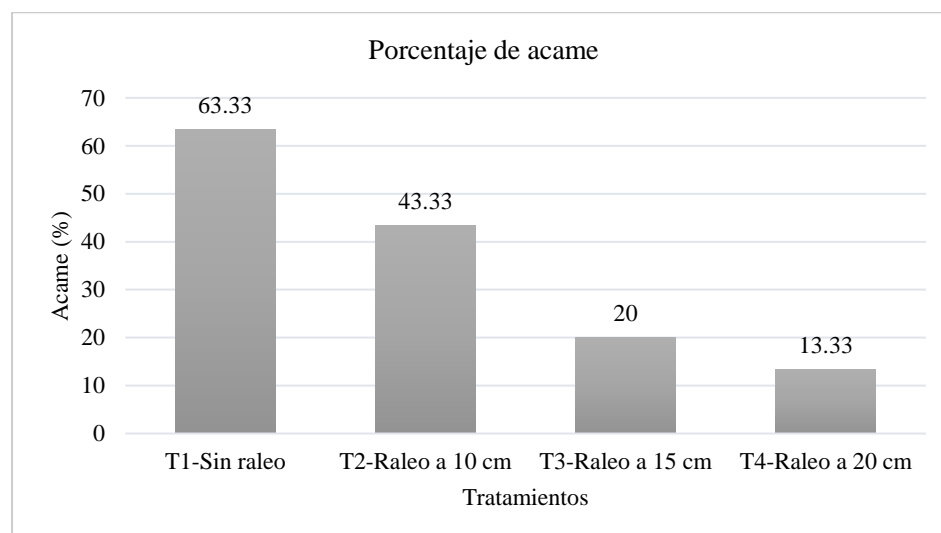
**Tabla 12**

*Porcentaje de acame de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.*

Tratamientos	Acame (%)	Significación estadística al 0.05
T1-Sin raleo	63.33	A
T2-Raleo a 10 cm	43.33	AB
T3-Raleo a 15 cm	20.00	B
T4-Raleo a 20 cm	13.33	B

**Figura 7**

*Porcentaje de acame de los tratamientos.*



#### 4.1.6. Diámetro de grano (mm)

Según la Tabla 13 donde se muestra el cuadro de Análisis de Variancia (ANVA) de la variable diámetro de grano expresado en milímetros, se tiene que en repeticiones no es significativo estadísticamente. Es decir, que los promedios de las repeticiones son semejantes estadísticamente; dado que la  $F_c$  (F calculada) es menor que la  $F_t$  (F tabular) al nivel de 0.05 y

0.01. Asimismo, en los tratamientos es significativo estadísticamente, dado que el Fc es mayor que el Ft al nivel de 0.05 y menor al nivel de 0.01. De otro lado para esta variable se observa un coeficiente de variación de 2.37 % lo cual es aceptable; el promedio general del diámetro de grano es de 1.85 milímetros.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza (ANVA), de diámetro de grano (mm).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
					<b>0.05      0.01</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>2</b>	0.0081	0.0041	2.1082 NS	5.14      10.92
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	0.0374	0.0125	6.4805*	4.76      9.78
<b>Error</b>	<b>6</b>	0.0116	0.0019		
<b>Total</b>	<b>11</b>	0.0571			

NS: no significativo

\*: Con significación estadística.

C.V = 2.37 %

Promedio = 1.85 milímetros

Entonces al mirar significación estadística en el ANVA para la fuente de variación de Tratamientos, se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05, cuyos datos se presentan en la Tabla 14 y Figura 8; donde se observa que el T4-Raleo a 20 cm (1.90 milímetros), seguido del T3-Raleo a 15 cm (1.86 milímetros) y T2-Raleo a 10 cm (1.86 milímetros) son estadísticamente iguales y superiores a la T1-Sin raleo (1.75 milímetros).

Los datos obtenidos demuestran una relación directa entre la distancia de raleo y el diámetro del grano, es decir, a mayor distancia se logrará mayor diámetro. En el presente estudio, el tratamiento T4 obtuvo el mayor diámetro de grano, superando numérica y estadísticamente al tratamiento T1, quien presentó el valor más bajo. Estos resultados coinciden con lo mencionado por Palma (2007) quien concluyó que el raleo mejora los componentes del rendimiento en quinua, especialmente el diámetro del grano, al disminuir la densidad entre plantas.

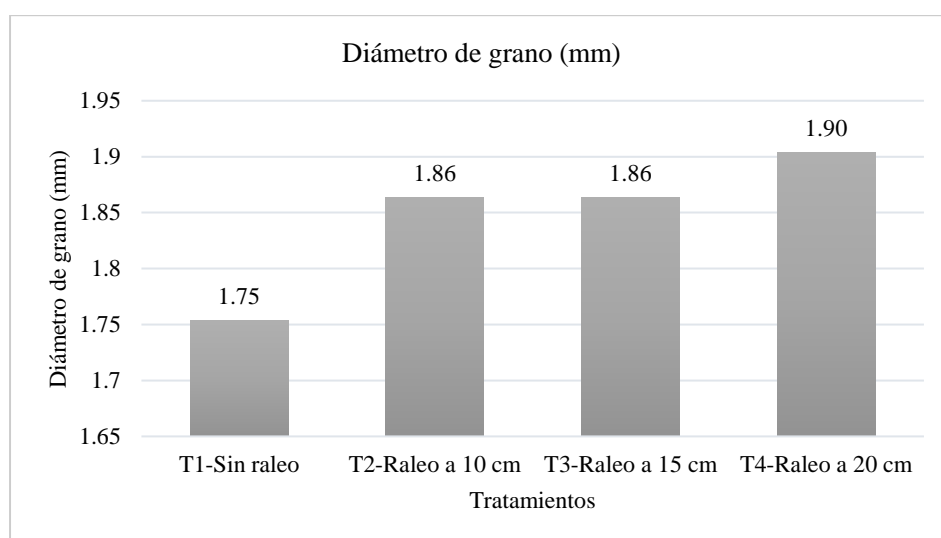
**Tabla 14**

*Datos de diámetro de grano (mm) de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Diámetro de grano (mm)</b>	<b>Significación estadística al 0.05</b>
T4-Raleo a 20 cm	1.90	A
T3-Raleo a 15 cm	1.86	A
T2-Raleo a 10 cm	1.86	A
T1-Sin raleo	1.75	B

**Figura 8**

*Diámetro de grano (mm) de los tratamientos.*



#### **4.1.7. Rendimiento de grano (kg/ha)**

De acuerdo a la Tabla 15, donde se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para la variable rendimiento de grano expresado en kilogramos por hectárea, se obtiene que las repeticiones y los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas. Esto se debe a que el valor de F calculada ( $F_c$ ) es menor que el valor de F tabular ( $F_t$ ), tanto al nivel de significancia del 0.05 como del 0.01, lo que indica que los promedios son estadísticamente similares. De otro lado, el análisis muestra un coeficiente de variación (CV) de 19.06 %, lo

cual se considera aceptable y sugiere una buena precisión en los datos registrados; el promedio general del rendimiento del grano es de 3999.33 kg/ha.

**Tabla 15**

*Análisis de varianza (ANVA), del rendimiento de grano (kg/ha).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
					<b>0.05      0.01</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>2</b>	2233457.63	1116728.8	1.92 NS	5.14      10.92
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	5095866.67	1698622.2	2.92 NS	4.76      9.78
<b>Error</b>	<b>6</b>	3487387.45	581231.24		
<b>Total</b>	<b>11</b>	10816711.7			

NS: no significativo

C.V = 19.06 %

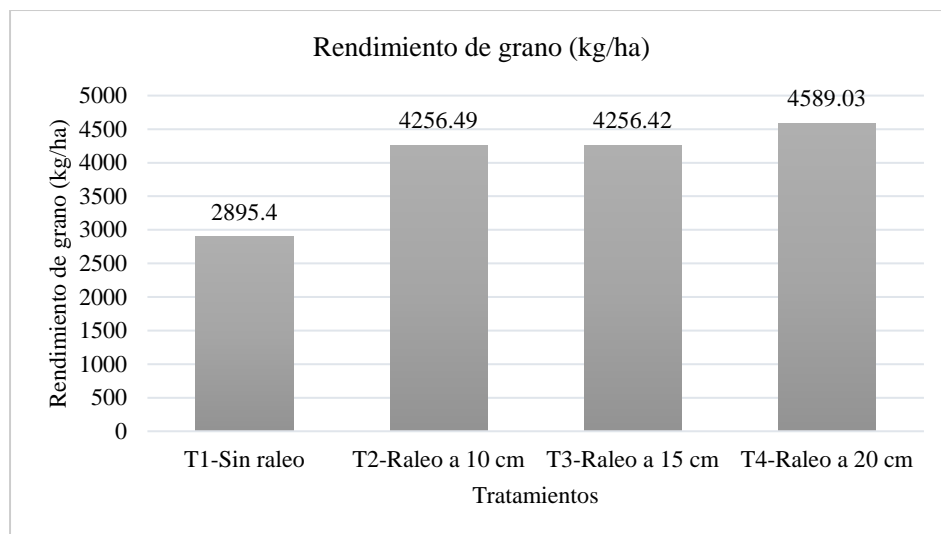
Promedio = 3999.33 kg/ha

Entonces al observar que no es significativo estadísticamente el ANVA para la fuente de variación de tratamientos, no se realizó la prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05 porque son iguales estadísticamente, pero si se elaboró el diseño gráfico cuyos datos se presentan en la Figura 9; donde se observa que el T4-Raleo a 20 cm (4589.03 kg/ha) seguido el T2-Raleo a 10 cm (4256.49 kg/ha), T3-Raleo a 15 cm (4256.42 kg/ha) y T1-Sin raleo (2895.40 kg/ha) lo cual presentó el rendimiento más bajo.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se diferencian en el rendimiento de grano con respecto a lo reportado por Tejada (2020), quien, en su estudio realizada en Cajamarca, señala que, la variedad INIA 437 “Roja del Norte” alcanza un rendimiento promedio de 1463.27 kg/ha. En la presente investigación mediante el efecto del raleo mostro rendimientos de 3999.33 kg/ha, valor numéricamente superior al del autor mencionado. Esta diferencia es consecuencia del efecto positivo del raleo, a las condiciones climáticas favorables y la calidad del suelo ya que se caracteriza por una buena disponibilidad de materia orgánica en el área de estudio.

**Figura 9**

*Rendimiento de grano (kg/ha) de los tratamientos.*



#### **4.1.8. Análisis económico**

De acuerdo al análisis económico en las Tablas 31, 32, 33 y 34 de anexos se manifiestan los resultados de costos y rentabilidad estimados de los cuatro tratamientos: T1 - sin raleo, T2 - Raleo a 10 cm, T3 - Raleo a 15 cm y T4 - Raleo a 20 cm.

Al analizar las tablas se muestra lo siguiente:

El T1-Sin raleo, presenta un costo de producción total de 10084.60 soles y un beneficio bruto de 14477.00 con una rentabilidad de 43.56 lo que significa que por cada sol que se invierte se saca ese sol y se gana 0.4356 soles. El T2-Raleo a 10 cm, presenta un costo de producción total de 11930.80 soles y un beneficio bruto de 21282.45 con una rentabilidad de 78.38 lo que significa que por cada sol que se invierte se saca ese sol y se gana 0.7838 soles. El T3-Raleo a 15 cm, presenta un costo total de 11777.80 soles y un beneficio bruto de 21282.10 con una rentabilidad de 80.70 lo que significa que por cada sol que se invierte se saca ese sol y se gana 0.8070 soles. El T4-Raleo a 20 cm, presenta un costo total de 11742.10 soles y un beneficio bruto de 22945.15 con una rentabilidad de 95.41 lo que significa que por cada sol que se invierte se saca ese sol y se gana 0.9541 soles.



**Tabla 16**

*Indicadores de rentabilidad de los tratamientos evaluados según datos promedio.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Costo total (S/)</b>	<b>Ingreso total (S/)</b>	<b>Ingreso neto o ganancias (S/)</b>	<b>Relación Beneficio /Costo</b>	<b>Índice de rentabilidad (%)</b>
<b>T1-Sin raleo</b>	10084.60	14477.00	4392.40	1.44	43.56
<b>T2-Raleo a 10 cm</b>	11930.80	21282.45	9351.65	1.78	78.38
<b>T3-Raleo a 15 cm</b>	11777.80	21282.10	9504.30	1.81	80.70
<b>T4-Raleo a 20 cm</b>	11742.10	22945.15	11203.05	1.95	95.41

Según los resultados de rentabilidad de la Tabla 16, se demuestra que, todos los tratamientos son rentables, pero en particular el T4-Raleo a 20 centímetros es el que logró mayor índice de rentabilidad (95.41 %) y el T1-Sin raleo obtuvo menor índice de rentabilidad (43.56 %).

## **4.2.Variedad Experimental “Quinua Negra”**

### **4.2.1. Número de plantas cosechadas**

De acuerdo a la Tabla 17 donde se muestra el cuadro de Análisis de Varianza (ANVA) de la variable número de plantas cosechadas por metro cuadrado, se tiene que en repeticiones no hay significación estadística. Es decir, que los promedios de las repeticiones son iguales estadísticamente; dado que la Fc (F calculada) es menor a la Ft (F tabular) al nivel de 0.05 y 0.01. Además, en los tratamientos hay una alta significación estadístico, dado que la Fc es superior Ft a nivel de 0.05 y 0.01. Luego se observa que el coeficiente de variación es 4.57 % siendo aceptable; el promedio general es de 34.93 plantas cosechadas por metro cuadrado del experimento.

**Tabla 17**

*Análisis de varianza (ANVA), de número de plantas cosechadas/m<sup>2</sup>.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>2</b>	16.5148	8.2574	3.2304 NS	5.14	10.92	
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	18179.5908	6059.8636	2370.6 **	4.76	9.78	
<b>Error</b>	<b>6</b>	15.3371	2.5562				
<b>Total</b>	<b>11</b>	18211.4427					

NS: no significativo

\*\*: Altamente significativo

C.V = 4.57 %

Promedio = 34.93 plantas cosechadas/m<sup>2</sup>

Entonces al observar alta significación estadística en el ANVA para la fuente de variación de tratamientos se justificó aplicar la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05, cuyos datos se presentan en la Tabla 18 y Figura 10; donde se observa que el T4-Raleo a 20 cm (6.66) es estadísticamente similar a T3-Raleo a 15 cm (9.02) ambos tratamientos mostraron baja densidad de plantas cosechadas, el T2-Raleo a 10 cm (22.50) es significativamente superior a T3 y T4, por último el T1-Sin raleo (101.53) tuvo mayor número de plantas cosechadas.

Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento T1, al no realizar raleo, presentó mayor cantidad de plantas por metro cuadrado, mientras que al aplicar raleo se observó una menor densidad de plantas. Esta observación puede compararse con el estudio realizado por Álvarez (2019), quien detalla en su investigación, que una mayor densidad de plantas por metro cuadrado se asocia con un menor rendimiento, además indica que, a menor densidad de plantas, la quinua aprovecha mejor el agua disponible y logra producir una mayor cantidad de grano por planta.

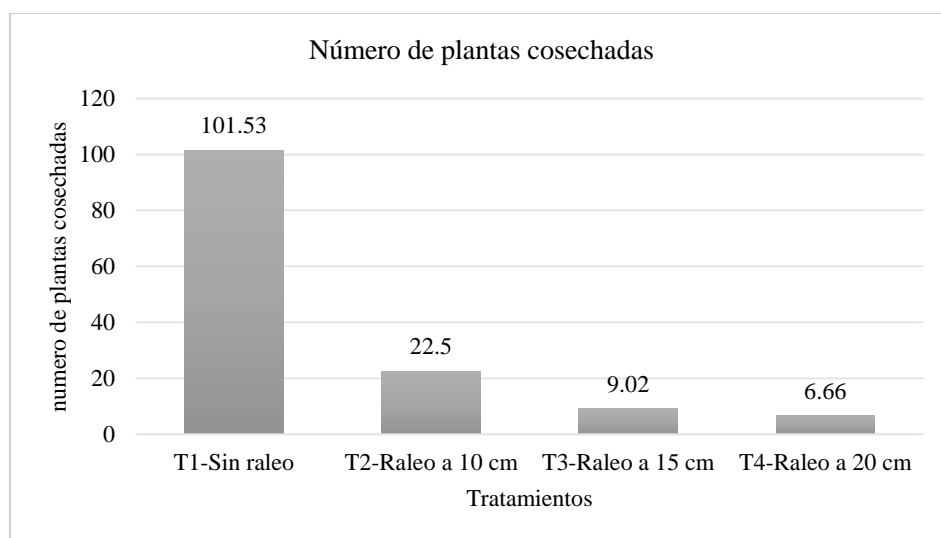
**Tabla 18**

*Promedio de número de plantas cosechadas/m<sup>2</sup> y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.*

Tratamientos	Número de plantas cosechadas/m <sup>2</sup> al 0.05	Significación estadística
T1-Sin raleo	101.53	A
T2-Raleo a 10 cm	22.50	B
T3-Raleo a 15 cm	9.02	C
T4-Raleo a 20 cm	6.66	C

**Figura 10**

*Número de plantas cosechadas/m<sup>2</sup> de los tratamientos.*



#### **4.2.2. Altura de planta (m)**

Según lo presentado en la Tabla 19, correspondiente al Análisis de Varianza (ANVA) para la variable altura de planta expresado en metros, se observa que tanto las repeticiones como los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas. Esto se debe a que el valor de F calculada (Fc) es menor que el valor de F tabular (Ft), tanto al nivel de significancia del 0.05 como del 0.01, lo que indica que los promedios son estadísticamente

similares. Además, el análisis muestra un coeficiente de variación (CV) de 6.26 %, lo cual se considera aceptable, ya que refleja una buena precisión en los datos; el promedio general de altura de planta es de 2.27 metros.

**Tabla 19**

*Análisis de varianza (ANVA), de altura de planta (m).*

<b>Fuente</b>	<b>de</b>	<b>Grados de</b>	<b>Suma</b>	<b>de</b>	<b>Cuadrado</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>variación</b>		<b>libertad</b>	<b>cuadrados</b>		<b>medio</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>2</b>		0.18		0.09	4.47NS	5.14
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>		0.16		0.05	2.647NS	4.76
<b>Error</b>	<b>6</b>		0.12		0.02		9.78
<b>Total</b>	<b>11</b>		0.47				

NS: no significativo

C.V = 6.26 %

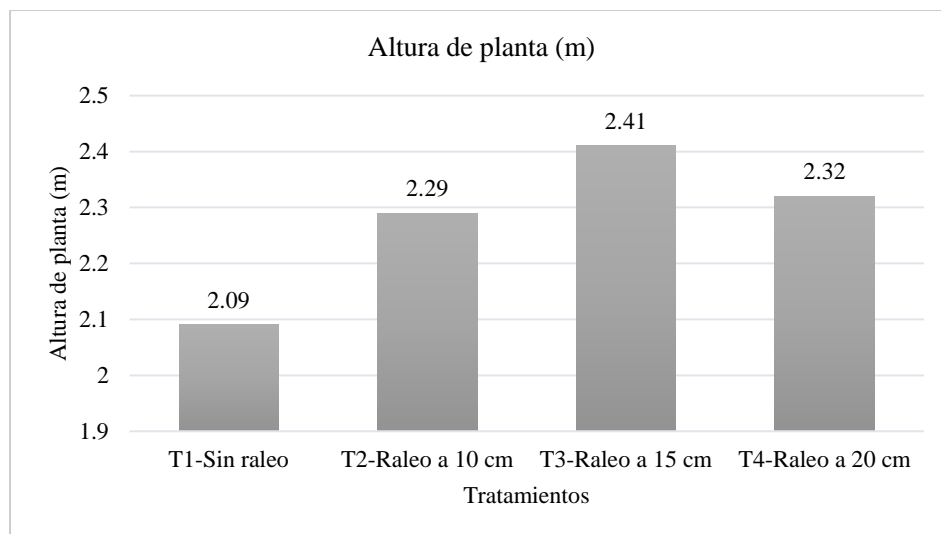
Promedio = 2.27 metros

Entonces al observar que no es significativo estadísticamente el ANVA para la fuente de variación de tratamientos, no se realizó la prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05 porque son iguales estadísticamente, pero si se elaboró el diseño gráfico cuyos datos se presentan en la Figura 11; donde se observa que el T3-Raleo a 15 cm (2.41 metros), T4-Raleo a 20 cm (2.32 metros), T2-Raleo a 10 cm (2.29 metros) y T1-Sin raleo (2.09 metros) siendo este el que presentó menor altura.

La altura promedia de planta obtenida en esta investigación (2.27 m) supera los registrados en quinua negra en Cajamarca por Valenzuela (2024), que obtuvo un promedio de 96.37 cm de altura. Estas diferencias se deben principalmente al buen manejo agronómico del cultivo y a las condiciones climáticas favorables del área de estudio.

**Figura 11**

*Altura de planta (m) de los tratamientos.*



#### **4.2.3. Longitud de panoja (cm)**

De acuerdo a la Tabla 20, donde se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para la variable longitud de panoja expresado en centímetros, se obtiene que las repeticiones y los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas. Esto se debe a que el valor de F calculada ( $F_c$ ) es menor que el valor de F tabular ( $F_t$ ), tanto al nivel de significancia del 0.05 como del 0.01, lo que indica que los promedios son estadísticamente similares. De otro lado, el análisis muestra un coeficiente de variación (CV) de 21.16%, lo cual se considera aceptable ya que refleja una buena precisión en los datos registrados; el promedio general de longitud de panoja es de 56.08 centímetros.

**Tabla 20**

*Análisis de varianza (ANVA), de longitud de panoja (cm).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>2</b>	429.1667	214.5833	1.9905NS	5.14	10.92	
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	478.9167	159.6389	1.4808NS	4.76	9.78	
<b>Error</b>	<b>6</b>	646.8333	107.8056				
<b>Total</b>	<b>11</b>	1554.9167					

NS: no significativo

C.V = 21.16 %

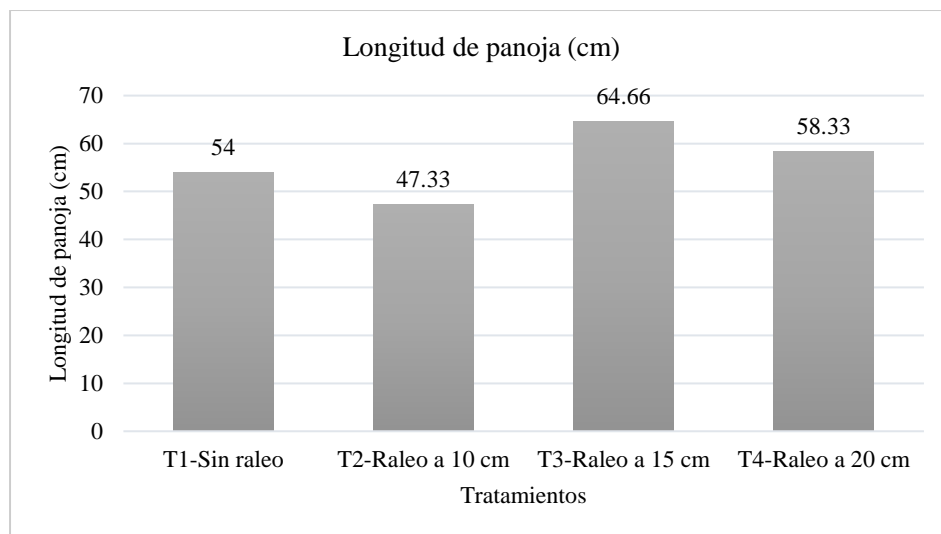
Promedio = 56.08 centímetros

Entonces al observar que no es significativo estadísticamente el ANVA para la fuente de variación de tratamientos, no se realizó la prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05 porque son iguales estadísticamente, pero si se elaboró el diseño gráfico cuyos datos se presentan en la Figura 12; donde se observa los siguientes datos: el T3-Raleo a 15 cm (64.66 centímetros), seguido el T4-Raleo a 20 cm (58.33 centímetros), luego el T2-Raleo a 10 cm (47.33 centímetros) y por último el T1-Sin raleo (54.00 centímetros).

Los resultados obtenidos en este estudio muestran diferencias significativas en comparación con investigaciones previas a la quinua negra. Valenzuela (2024) registró una longitud promedio de panoja de 45.56 cm en la provincia de Cajamarca. Sin embargo, bajo condiciones de raleo, el presente estudio reporta una longitud promedio de 56.08 cm, superando ampliamente el valor registrado por dicho autor. Esto sugiere que el raleo tiene un efecto positivo en el desarrollo de la panoja, favoreciendo una mayor longitud.

**Figura 12**

*Longitud de panoja (cm) de los tratamientos.*



#### **4.2.4. Diámetro panoja (cm)**

De acuerdo a la Tabla 21, donde se muestra el cuadro de Análisis de Varianza (ANVA) de la variable diámetro de panoja expresada en centímetros, se tiene que en repeticiones no hay significación estadística. Es decir, que los promedios de las repeticiones son iguales estadísticamente; dado que la  $F_c$  (F calculada) es menor a la  $F_t$  (F tabular) al nivel de 0.05 y 0.01. Además, en los tratamientos hay una alta significación estadístico, dado que la  $F_c$  es superior al  $F_t$  a nivel de 0.05 y 0.01. Luego se observa que el coeficiente de variación es 12.69 % lo cual es aceptable; el promedio general del diámetro de panoja es de 9.31 centímetros.

**Tabla 21**

*Análisis de varianza (ANVA), diámetro de panoja (cm).*

Fuente	de	Grados de	Suma	de	Cuadrado	Fc	Ft	
variación		libertad	cuadrados		medio		0.05	0.01
Repeticiones	2		5.0454		2.5227	1.83NS	5.14	10.92
Tratamientos	3		82.4050		27.4683	19.9256**	4.76	9.78
Error	6		8.2712		1.3785			
Total	11		95.7217					

NS: no significativo

\*\* : alta significación

C.V = 12.69 %

Promedio = 9.31 centímetros

Entonces al observar alta significación estadística en el ANVA para la fuente de variación de tratamientos se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05, cuyos datos se presentan en la Tabla 22 y Figura 13; donde se observa que el T1-Sin raleo (5.10 centímetros) y T2-Raleo a 10 cm (9.21 centímetros) mostraron mayor diámetro, a la vez fueron estadísticamente similares, mientras que el T2 fue inferior a la T4-Raleo a 20 cm (11.90 centímetros) y superior a la T1 pero semejante a la T3-Raleo a 15 cm (11.05 centímetros).

Los resultados obtenidos en este estudio muestran diámetros de panoja significativamente superiores (9.21 a 11.90 cm) en comparación con los reportes en quinua negra por Valenzuela (2024), con diámetros de 3.58 y 4.46 cm en la provincia de Cajamarca. Lo que indica que el raleo tiene efecto positivo en el incremento del diámetro de panoja. Este resultado apoya a la hipótesis de que el raleo mejora el desarrollo de la panoja al reducir la competencia entre plantas.



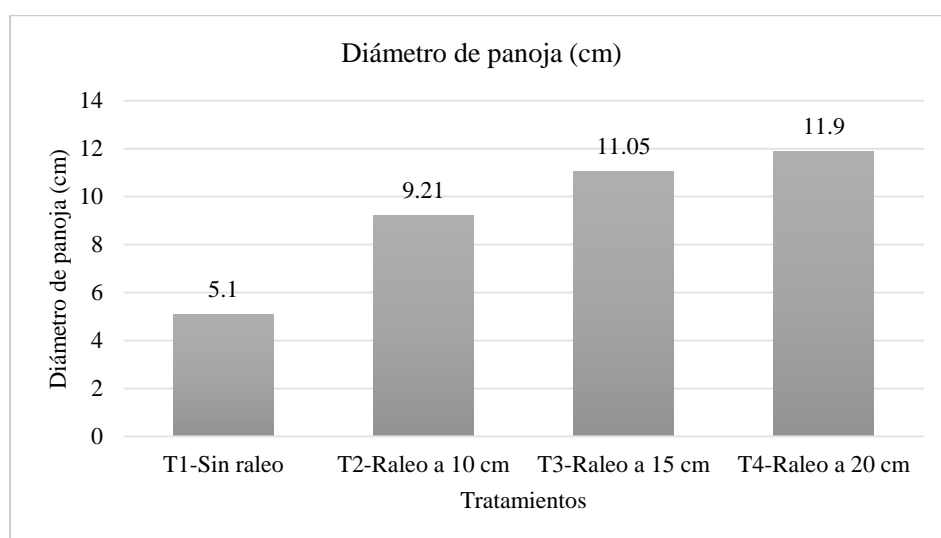
**Tabla 22**

*Promedio de diámetro de panoja (cm) y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.*

Tratamientos	Diámetro de panoja (cm)	Significación estadística al 0.05
T4-Raleo a 20 cm	11.90	A
T3-Raleo a 15 cm	11.05	AB
T2-Raleo a 10 cm	9.21	B
T1-Sin raleo	5.10	C

**Figura 13**

*Diámetro de panoja (cm) de los tratamientos.*



#### 4.2.5. Acame (%)

Según la Tabla 23 donde se muestra el cuadro de Análisis de Variancia (ANVA) de la variable porcentaje de acame, se tiene que en repeticiones es no significativo estadísticamente. Es decir, que los promedios de las repeticiones son semejantes estadísticamente; dado que la  $F_c$  ( $F$  calculada) es menor que la  $F_t$  ( $F$  tabular) al nivel de 0.05 y 0.01. Asimismo, en los tratamientos es significativo estadísticamente, dado que el  $F_c$  es mayor que el  $F_t$  al nivel de 0.05 y menor al nivel de 0.01. De otro lado para esta variable se observa un coeficiente de

variación de 28.26 % lo cual es aceptable; el promedio general del porcentaje de acame es de 35 %.

**Tabla 23**

*Análisis de varianza (ANVA), acame (%).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>2</b>	0.0179	0.0090	0.3282NS	5.14
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	1.2656	0.4219	15.4580**	4.76
<b>Error</b>	<b>6</b>	0.1638	0.0273		10.92
<b>Total</b>	<b>11</b>	1.4473			9.78

NS: no significativo

\*\*: Altamente significativo.

C.V = 28.26 %

Promedio = 35 %

Entonces al mirar alta significación estadística en el ANVA para la fuente de variación de Tratamientos, se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05, cuyos datos se presentan en la Tabla 24 y Figura 14; donde se observa que el T1-Sin raleo (93.33 %) muestra mayor vulnerabilidad al acame, mientras que el T4-Raleo a 20 cm (13.33 %), el T3-Raleo a 15 cm (16.67 %) y T2-Raleo a 10 cm (28.33 %) son más resistentes frente a la inclinación del tallo ya que son estadísticamente similares.

Integrando los hallazgos de la tesis de Palma (2007) con los datos experimentales sobre tratamientos de raleo, se confirma que esta práctica del raleo es eficaz para reducir el acame en la quinua. En el tratamiento T1, que presenta una alta densidad de plantas, se observó debilidad en los tallos, lo que favorece el acame, esto coincide con lo señalado por el autor quien indica que la falta de espaciamiento entre plantas afecta negativamente la estructura vegetal. Por otro lado, el tratamiento T4, con mayor espaciamiento entre plantas, muestra una clara reducción del acame, este resultado valida los hallazgos de la tesis, ya que el raleo permite un mejor

desarrollo estructural de la planta, fortaleciendo sus tallos y haciéndola más resistente a factores climáticos como el viento y la lluvia.

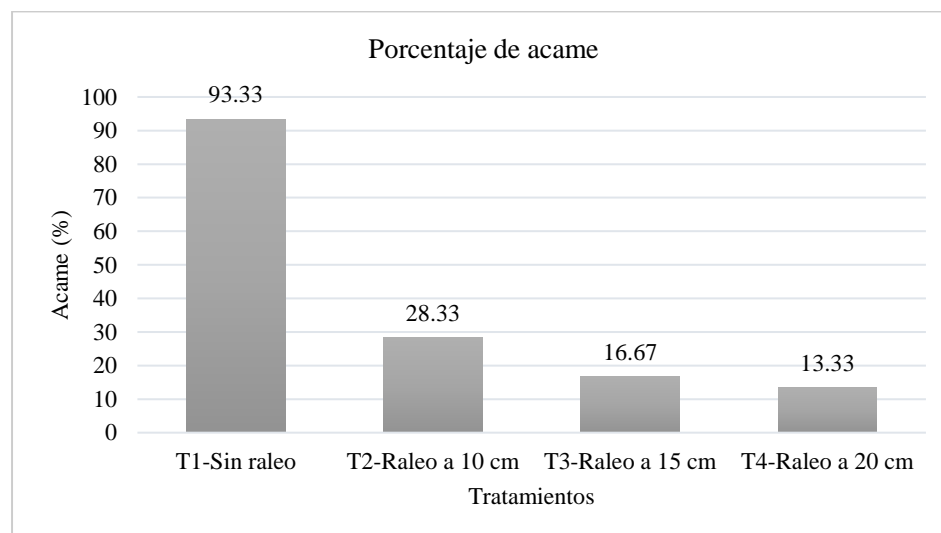
**Tabla 24**

*Porcentaje de acame de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.*

Tratamientos	Acame (%)	Significación estadística al 0.05
T1-Sin raleo	93.33	A
T2-Raleo a 10 cm	28.33	B
T3-Raleo a 15 cm	16.67	B
T4-Raleo a 20 cm	13.33	B

**Figura 14**

*Porcentaje de acame de los tratamientos.*



#### 4.2.6. Diámetro de grano (mm).

Según la Tabla 25 donde se muestra el cuadro de Análisis de Variancia (ANVA) de la variable diámetro de grano expresado en milímetros, se tiene que en repeticiones y tratamientos son altamente significativo. Es decir, que los promedios son estadísticamente diferentes; dado que la  $F_c$  (F calculada) es mayor que la  $F_t$  (F tabular) de ambas fuentes de variación al nivel de

0.05 y 0.01. De otro lado para esta variable se observa un coeficiente de variación es de 0.91% lo cual es aceptable; el promedio general del diámetro de grano es de 1.82 milímetros.

**Tabla 25**

*Análisis de varianza (ANVA), de diámetro de grano (mm).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft 0.05</b>	<b>Ft 0.01</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>2</b>	0.0101	0.0051	18.0297**	5.14	10.92
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	0.0185	0.0062	21.9703**	4.76	9.78
<b>Error</b>	<b>6</b>	0.0017	0.0003			
<b>Total</b>	<b>11</b>	0.0303				

\*\*: Altamente significativo.

C.V = 0.91 %

Promedio = 1.82 milímetros

Entonces al observar alta significación estadística en el ANVA para la fuente de variación de Tratamientos, se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05, cuyos datos se presentan en la Tabla 26 y Figura 15; donde se observa que T4-Raleo a 20 cm (1.88 milímetros) es superior a los demás tratamientos; en tanto el T3-Raleo a 15 cm (1.82 milímetros) y el T2-Raleo a 10 cm (1.80 milímetros) son estadísticamente iguales pero superiores al T1-Sin raleo (1.78 milímetros).

Estos resultados se diferencian significativamente superior al valor reportado en quinua negra por Valenzuela (2024) en su estudio desarrollado en Cajamarca encontró un diámetro de grano de 1.81 milímetros, en comparación con el presente estudio es superior al T1, pero inferior al T3 y T4. La consecuencia de la práctica del raleo permite que los granos aumenten de diámetro.

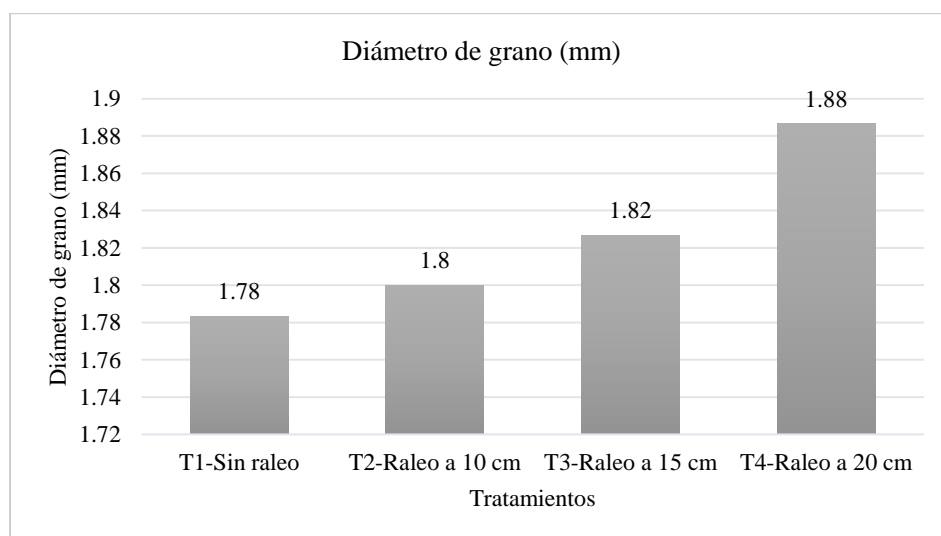
**Tabla 26**

*Datos de diámetro de grano (mm) de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Diámetro de grano (mm)</b>	<b>Significación estadística al 0.05</b>
T4-Raleo a 20 cm	1.88	A
T3-Raleo a 15 cm	1.82	B
T2-Raleo a 10 cm	1.80	BC
T1-Sin raleo	1.78	C

**Figura 15**

*Diámetro de grano (mm) de los tratamientos.*



#### **4.2.7. Rendimiento de grano (kg/ha)**

De acuerdo a la Tabla 27, donde se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para la variable rendimiento de grano expresado en kilogramos por hectárea, se obtiene que las repeticiones y los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas. Esto se debe a que el valor de F calculada ( $F_c$ ) es menor que el valor de F tabular ( $F_t$ ), tanto al nivel de significancia del 0.05 como del 0.01, lo que indica que los promedios son estadísticamente similares. De otro lado, el análisis muestra un coeficiente de variación (CV) de 27.15 %, lo

cual se considera aceptable y sugiere una buena precisión en los datos registrados; el promedio general del rendimiento del grano es de 2355.92 kg/ha.

**Tabla 27**

*Análisis de varianza (ANVA), del rendimiento de grano (kg/ha).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>2</b>	275159.805	137579.90	0.3360NS	5.14	10.92	
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	2285893.61	761964.53	1.8612NS	4.76	9.78	
<b>Error</b>	<b>6</b>	245630.887	409405.14				
<b>Total</b>	<b>11</b>	5017484.30					

NS: no significativo

C.V = 27.15 %

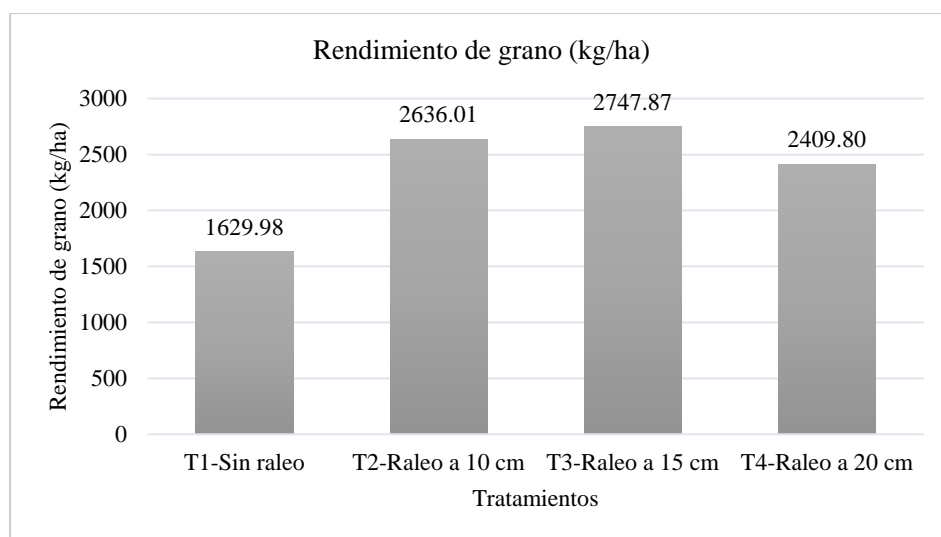
Promedio = 2355.92 kg/ha

Entonces al observar que no es significativo estadísticamente el ANVA para la fuente de variación de tratamientos, no se realizó la prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05 porque son estadísticamente similares, pero si se elaboró el diseño gráfico cuyos datos se presentan en la Figura 16; donde se observa que el mayor rendimiento se tiene en el T3-Raleo a 15 cm (2747.87 kg/ha), seguido del T2-Raleo a 10 cm (2636.01 kg/ha), luego el T4-Raleo a 20 cm (2409.80 kg/ha) y por último el T1-Sin raleo (1629.98 kg/ha).

Los resultados obtenidos son relativamente superiores en comparación con los valores obtenidos en quinua negra por Valenzuela (2024) quien registro un rendimiento de 673.3 kg/ha. En la investigación en quinua negra realizado por Mendoza & Guivar (2017) en Cajamarca, se obtuvo un promedio de 2371.7 kg/ha, comparando el presente estudio con este valor, el rendimiento del T1 es inferior, pero los datos de los tratamientos sometidos a la práctica con raleo son superiores al valor del autor.

**Figura 16**

*Rendimiento de grano (kg/ha) de los tratamientos.*



#### **4.2.8. Análisis económico**

De acuerdo al análisis económico en las tablas 35, 36, 37, 38 de anexos se manifiestan los resultados de costos y rentabilidad estimados de los cuatro tratamientos: T1 - sin raleo, T2 – Raleo a 10 cm, T3 – Raleo a 15 cm y T4 – Raleo a 20 cm.

Al analizar las tablas se muestra lo siguiente:

El T1-Sin raleo, presenta un costo de producción total de 9069.70 soles y un beneficio bruto de 8149.93 con una rentabilidad de -10.14 lo que significa que por cada sol que se invierte no se saca ese sol y se pierde 0.1014 soles. El T2-Raleo a 10 cm, presenta un costo de producción total de 10426.30 soles y un beneficio bruto de 13180.07 con una rentabilidad de 26.41 lo que significa que por cada sol que se invierte se saca ese sol y se gana 0.2641 soles. El T3- Raleo a 15 cm, presenta un costo total de 10543.60 soles y un beneficio bruto de 13739.38 con una rentabilidad de 30.31 lo que significa que por cada sol que se invierte se saca ese sol y se gana 0.3031 soles. El T4-Raleo a 20 cm, presenta un costo total de 9850.00 soles y un beneficio bruto de 12049.03 con una rentabilidad de 22.33 lo que significa que por cada sol que se invierte se saca ese sol y se gana 0.2233 soles.

**Tabla 28**

*Indicadores de rentabilidad de los tratamientos evaluados según datos promedio.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Costo total (S/)</b>	<b>Ingreso total (S/)</b>	<b>Ingreso neto o ganancias (S/)</b>	<b>Relación Beneficio /Costo</b>	<b>Índice de rentabilidad (%)</b>
<b>T1-Sin raleo</b>	9069.70	8149.93	-919.77	0.90	-10.14
<b>T2-Raleo a 10 cm</b>	10426.30	13180.07	2753.77	1.26	26.41
<b>T3-Raleo a 15 cm</b>	10543.60	13739.38	3195.78	1.30	30.31
<b>T4-Raleo a 20 cm</b>	9850.00	12049.03	2199.03	1.22	22.33

Según los resultados de rentabilidad de la Tabla 28, se demuestra que, el T1 – Sin raleo no es rentable, en cambio los tratamientos (T2, T3 y T4) si son rentables; el mayor índice rentabilidad obtuvo el T3 (30.31%), seguido del T2 (26.41%) y finalmente el T4 (22.33).



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- El raleo tuvo un efecto positivo en la productividad de las dos variedades del cultivo de quinua, ya que mejoró estadísticamente las variables de diámetro de panoja, diámetro de grano y la reducción del acame; asimismo, mostró numéricamente mayor rendimiento en comparación con la técnica ancestral sin raleo. En la variedad INIA 437 “Roja de Norte”, el tratamiento T4-Raleo a 20 cm mostró mejores resultados frente al T1-Sin raleo: se logró un diámetro de panoja de 11.77 cm frente a 7.08 cm; el diámetro de grano fue de 1.9 mm frente a 1.75 mm; el porcentaje de acame se redujo a 13.33 % frente a 63.33 %; y el rendimiento fue de 4589.03 kg/ha frente a 2895 kg/ha. En la variedad experimental “Quinua Negra”, el tratamiento T4-Raleo a 20 cm mostró mejores resultados frente al T1-Sin raleo: se logró un diámetro de panoja de 11.90 cm frente a 5.10 cm; el diámetro de grano fue de 1.88 mm frente a 1.78 mm; el porcentaje de acame se redujo a 13.33 % frente a 93.33 %; y el mejor rendimiento lo obtuvo el tratamiento T3-Raleo a 15 cm con 2747.875 kg/ha frente a 1629.98 kg/ha del tratamiento T1-Sin raleo.
- El raleo elevó la rentabilidad de las dos variedades de quinua en estudio; en la variedad INIA 437 “Roja del Norte” el tratamiento de mayor rentabilidad fue T4-Raleo a 20 cm, que dio un índice de rentabilidad de 95.41 %, mientras que el T1-Sin raleo tuvo un índice de 43.56 %; de otro lado, en la variedad experimental “Quinua Negra” el tratamiento de mayor rentabilidad fue T3-Raleo a 15 cm, que dio un índice de rentabilidad de 30.31 %, mientras que con el T1-Sin raleo se tuvo pérdida económica, habiéndose obtenido un índice de rentabilidad de -10.14 %.

## **5.2.Recomendaciones**

- Aplicar la práctica de raleo en el manejo del cultivo de quinua en zonas altoandinas, especialmente en Cajamarca donde el cultivo aún se realiza con alta densidad de plantas y escasa asistencia técnica. Esta actividad podría contribuir a mejorar la estructura de la planta, disminuye el acame y favorece el desarrollo de panojas más productivas.
- Aplicar el espaciamiento adecuado entre plantas según la variedad utilizada, ya que cada variedad responde de manera distinta. Lo cual se sugiere emplear el raleo a 20 cm para la variedad INIA 437 “Roja del Norte” y a 15 cm para la Variedad Experimental “Quinua Negra”, ya que estos tratamientos lograron mayor rentabilidad y numéricamente mejor rendimiento.
- Anunciar los beneficios agroeconómicos del raleo entre productores locales, mediante materiales educativos, demostraciones en campo y asesoría técnica a los productores. Esto permitirá mejorar la toma de decisiones en el manejo del cultivo y aumentar productividad.

## CAPÍTULO VI

### BIBLIOGRAFÍA

- Agrotecnologiatropical.com. (s. f.). *Productividad en la Agricultura*. Recuperado 11 de julio de 2025, de [https://www.agro-tecnologia-tropical.com/productividad\\_agricultura.php](https://www.agro-tecnologia-tropical.com/productividad_agricultura.php)
- Allerton, A. (2024). *Introducción a la productividad*. Departamento de Agricultura, Pesca y Silvicultura (DAFF). <https://www.agriculture.gov.au/abares/research-topics/productivity/productivity-introduction#:~:text=Generalmente%20se%20define%20como%20una,a%20lo%20largo%20del%20tiempo%20>.
- Álvarez, C. (2019). “*RENDIMIENTO Y CRECIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd.) BAJO TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN RIEGO POR GOTEÓ*”. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/82e0900e-a709-4c32-9013-7546eda7ee8b/content>
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, R. (2013). *CATÁLOGO DE VARIEDADES DE QUINUA EN EL PERÚ* (Primera edición). <https://doi.org/https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/06b66d94-b8d6-432c-b29c-42b5db9de9fb/content>
- Arapa, P. (2020). Estudio del contenido de humedad y el color de panoja como indicador del tiempo adecuado de cosecha de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Revista científica Aswan Science*, *I*(1), 1. <https://revistascience.enterprisesadeg.org.pe/index.php/sciencie/article/view/1/2>
- Ataucusi, Y., Mercado, W., Ponce, R., Orihuela, C., Luna, H., Ortiz, H., & Mogollón, R. (2023). Vista de La Eficiencia de la producción de quinua en zonas altoandinas: el caso de Puno-

- Perú. *Revista Iberoamericana de Estudios Municipales*, 1-20.  
<https://revistas.uautonoma.cl/index.php/riem/article/view/2047/1614>
- Barrientos, W. (2023). *Formas de siembra y variedades en el rendimiento de quinua (Chenopodium quinoa Willd). Canaán, 2750 msnm - Ayacucho*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH.  
<https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4cbdd67b-7392-41ac-af92-834cd49b3965/content>
- Barrizuela, L., & Delgado, L. (2014). “*ANÁLISIS DE LA CADENA PRODUCTIVA Y SU IMPACTO EN LA EXPORTACIÓN DE QUINUA EN EL DISTRITO DE MAJES, PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA PARA EL PERÍODO 2009 - 2014*”. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional UCSM.  
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c3717179-8086-4804-bf5e-bee7743e40b1/content>
- Becerra, J. (2022). *Siembras y Perspectivas de la Producción* (1).  
<https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1383/1/Observatorio%20de%20las%20siembras%20y%20perspectivas%20de%20la%20producci%C3%B3n%20de%20Quinoa%20%20.pdf>
- Bernal, A., Maximiliano, A., García, S., & Nicolás, A. (2016). *Planta de producción de barras de quínoa*. [Universidad Católica de Salta]. Repositorio Institucional UCASAL.  
[https://bibliotecas.ucasal.edu.ar/opac\\_css/index.php?lvl=cmspage&pageid=24&id\\_noticie=61333](https://bibliotecas.ucasal.edu.ar/opac_css/index.php?lvl=cmspage&pageid=24&id_noticie=61333)
- Cadena, F. (2021). *Análisis del impacto económico del cambio climático en cultivos de quinua (Chenopodium quinoa), en la provincia de Chimborazo*. [Universidad Andina Simón Bolívar]. Repositorio Institucional UASB.

<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8067/1/T3513-MCCNA-Cadena-Analisis.pdf>

Campos, J., Acosta, K., & Paucar, L. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Composición nutricional y Componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209-220. <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v13n3/2077-9917-agro-13-03-209.pdf>

Cervantes. (2016). *EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willdenow), EN EL SECTOR DE PUMARANRA, ANEXO KERAPATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio Institucional UTEA. <https://repositorio.utea.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c574f40c-fbf9-4579-967f-6cd2ccec52b/content>

Chavez, J. (2018). *DOSIS DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE LA QUINUA EN ACOPALCA – HUARI*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/2079/CHAVEZ%20MELGAREJO%20JHON%20BEKER.pdf;jsessionid=76D0F887C91863D280FDDC2A0BB553F8?sequence=1>

Chuquimarca, J. (2019). *“EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE DIEZ LÍNEAS DE QUINUA (Chenopodium quinoa W), EN LA PARROQUIA CALPI CANTÓN RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/ee007872-7a65-425f-8ce5-4910f1e3c571/content>

- Cruz, I., Chaparro, H., Díaz, L., & Romero, G. (2021). Efecto de la densidad de siembra sobre el comportamiento agronómico del cultivar Quinoa Nariño y la transmisividad de la radiación fotosintéticamente activa en el trópico alto de Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(2), 91-97. <https://doi.org/10.15446/RFNAM.V74N2.90040>
- Erazzú, L., Gonzáles, J., Buedo, S., & Prado, F. (2016). Efectos de la densidad de siembra sobre *Chenopodium quinoa* (quinoa). Incidencia sobre variables morfológicas y rendimiento de grano en la variedad CICA cultivada en Amaicha del Valle (Tucumán, Argentina). *Lilloa*, 53(1), 12-22. <https://www.scielo.org.ar/pdf/lilo/v53n1/v53n1a02.pdf>
- Estrada, R., Gonza, V., Altamirano, H., & Arana, J. (2011). *Quinua INIA 427 Amarilla Sacaca: variedad con buena productividad, sanidad y adaptación*. <https://repebis.upch.edu.pe/articulos/agroinnova/v2n11/a6.pdf>
- FAO. (2023). *DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE LA ASIGNACIÓN DE CATEGORÍAS DE ALIMENTOS DE LA NORMA GENERAL SOBRE ADITIVOS ALIMENTARIOS (NGAA) A LA BASE DE DATOS FOODEX2*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4461577>
- FAO. (2025a). *Biodiversidad de la Quinua*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/biodiversidad-de-la-quinua/es/>
- FAO. (2025b). *Propiedades nutricionales de la quinua*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/ar/>
- FAO, & AfricaSeeds. (2019). *Control de calidad y certificación de semillas* (3.<sup>a</sup> ed.). <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/df331df4-4abd-4174-a496-ba40649eddf/content>

- Flores, R. (2016). *COMPORTAMIENTO AGRNÓMICO DE NUEVE VARIEDADES DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd.) BAJO CONDICIONES DE ZONA ARIDAS EN LA IRRIGACIÓN MAJES*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. [https://es.scribd.com/document/468393303/Tesis-Guia-de-Riegos-Quinoa?utm\\_source=chatgpt.com](https://es.scribd.com/document/468393303/Tesis-Guia-de-Riegos-Quinoa?utm_source=chatgpt.com)
- Gómez, L., & Aguilar, E. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/76594aca-c6a8-45e0-97db-39905cd72575/content>
- León, J. (2021). *Puno, Ayacucho y Apurímac concentran el 75% de la producción nacional de quinua*. Agencia Agraria de Noticias. [https://agraria.pe/noticias/puno-ayacucho-y-apurimac-concentran-el-75-de-la-produccion-n-24763?utm\\_source=chatgpt.com](https://agraria.pe/noticias/puno-ayacucho-y-apurimac-concentran-el-75-de-la-produccion-n-24763?utm_source=chatgpt.com)
- Loza, A., 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. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612016000300001](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612016000300001)
- Mendoza, O., & Guivar, N. (2017). *Evaluación del comportamiento de seis variedades de Quinua (Chenopodium quinoa), en dos localidades, Cutervo, Región – Cajamarca - 2015*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/2498>
- MIDAGRI. (2020). *Análisis de Mercado de la Quinua (2015-2020)*. Repsoitorio Midagri. <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1261/1/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20-%20Quinoa%202015%20-%202020%20%281%29.pdf>
- Morote, M. (2014). *«RENDIMIENTO DE TRES VARIEDADES DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd) EN TRES DENSIDADES DE PLANTAS BAJO SISTEMA DE LABRANZA MÍNIMA. CANAÁN 2750 msnm AYACUCHO»*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional

- de San Cristobal de Humanga]. Repositorio Institucional UNSCH.  
[https://doi.org/C:/Users/DELL/Downloads/TESIS%20AG1099\\_Mor%20\(3\).pdf](https://doi.org/C:/Users/DELL/Downloads/TESIS%20AG1099_Mor%20(3).pdf)
- Mujica, A., Jacobsen, S., Izquierdo, J., & Marathee, J. (2004). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.); Ancestral cultivo andino; alimento del presente y futuro. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.  
[https://doi.org/https://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and-history/es/?no\\_mobile=1](https://doi.org/https://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and-history/es/?no_mobile=1)
- Murillo, A., Vega, L., Rodríguez, D., & Yumisaca, F. (2023). *MANUAL DEL CULTIVO DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd.) EN ECUADOR*.  
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/6054/1/Manual%20de%20quinua.pdf>
- Nieto, C., & Vimos, C. (1992). *LA QUINUA, COSECHA Y POSCOSECHA ALGUNAS EXPERIENCIAS EN ECUADOR*.  
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/140/1/iniapscb224.pdf>
- Núñez, N., Robles, M., & Alvarez, M. (2018). INFLUENCIA DEL DISTANCIAMIENTO Y NÚMERO DE PLANTAS POR GOLPE EN EL RENDIMIENTO DE GRANO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd). *Ciencia & Desarrollo*, 17(22), 58-65.  
<https://doi.org/10.33326/26176033.2018.22.746>
- Palma, G. (2007). *Comparacion agrofisiologica de diez variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y las consecuencias del raleo en los componentes del rendimiento y la calidad del grano, en el Altiplano Norte de Bolivia* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://ask.orkg.org/item/39840343>
- Patrón, M. (2019). *La Quinoa y sus propiedades nutricionales*.  
<https://doi.org/https://www.aadynd.org.ar/descargas/prensa/gacetilla-quinoa-julio-2019.pdf>



- Patti, A. (2010). *COPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y EVALUACIÓN DEL PERIODO DE MADURACION DE GRANOS EN DIEZ VARIEDADES DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd.), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA*. [Tesis de posgrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional UMSA. [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers20-12/010047364.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers20-12/010047364.pdf)
- PERÚ ECOLÓGICO. (2009). *QUINUA (Chenopodium quinoa)*. [peruecologico.com. https://www.peruecologico.com.pe/flo\\_quinoa\\_1.htm](https://www.peruecologico.com.pe/flo_quinoa_1.htm)
- Pringle, J. (1975). El concepto de cultivar. *Arboriculture & Urban Forestry (AUF)*, 1(2), 30-34. <https://doi.org/10.48044/JAUF.1975.008>
- Romero, I. (2019). *Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de Quinoa*. <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/236/1/ficha-tecnica-10-cultivo-quinoa.pdf>
- Rosas, G. (2019). *Rendimiento del cultivo de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) (Amaranthaceae), desarrollado en cuatro densidades de siembra bajo condiciones de suelo arenoso*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio UPAO]. <https://repositorio.upao.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/8f02e9ce-ba8c-4922-914b-e95805476e7e/content>
- SENAMHI. (2025). *Datos Hidrometeorológicos en Cajamarca*. [Senamhi.gob.pe. https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=estaciones](https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=estaciones)
- SENASA. (2021). *Puno: Producción de quinoa sigue posicionándose en principales mercados internacionales - SENASA al día. SENASA contigo*. [https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/puno-produccion-de-quinoa-sigue-posicionandose-en-principales-mercados-internacionales/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/puno-produccion-de-quinoa-sigue-posicionandose-en-principales-mercados-internacionales/?utm_source=chatgpt.com)

- Tejada. (2020). Nueva variedad de “quinua” *Chenopodium quinoa* Willd. (Chenopodiaceae) para la sierra norte del Perú con características agronómicas y comerciales sobresalientes. *Arnaldoa*, 27(3), 751-768. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.273.27306>
- Valenzuela, L. (2024). “*ENSAYO DE ADAPTACIÓN Y EFICIENCIA DE LÍNEAS PROMISORIAS DE QUINUA NEGRA (Chenopodium quinoa Willd.) EN TRES LOCALIDADES DE CAJAMARCA*”. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/7377/TESIS%20LUSMER%20VALENZUELA%20CALVAY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vallejo, S. (2021). *Mejorando la rentabilidad de la producción agrícola*. Mi cultivo con Bayer. <https://www.micultivo.bayer.com.mx/es-mx/novedades/articulos/mejorando-la-rentabilidad-de-la-produccion-agricola.html>
- Veas, E., & Cortés, H. (2016). *MANUAL DEL CULTIVO DE QUINUA* (P. Jofré, L. Cifuentes, P. Molina, & C. Vásquez, Eds.; Primera). Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA). [https://ceaza.cl/wp-content/uploads/2019/04/Libro-de-la-quinoa\\_FINAL.pdf](https://ceaza.cl/wp-content/uploads/2019/04/Libro-de-la-quinoa_FINAL.pdf)

## ANEXOS

### **Anexos 1 Registros de campo para el procesamiento de resultados**

#### **1.1. Quinua INIA 437 “Roja del norte”**

**Tabla 29**

*Datos obtenidos en campo de estudio.*

<b>Parcela</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Repetición</b>	<b>Acame (%)</b>	<b>Npc/m2</b>	<b>Ap (m)</b>	<b>Lp (cm)</b>	<b>Dp (cm)</b>	<b>Rdto (kg/ha)</b>	<b>Dg (mm)</b>
<b>101</b>	T3 (Raleo 15 cm)	1	0.200	10.83	2.20	50.00	9.10	4457.958	1.85
<b>102</b>	T1 (Sin raleo)	1	0.900	97.92	1.87	42.00	5.75	3029.000	1.72
<b>103</b>	T2 (Raleo 10 cm)	1	0.600	20.42	2.20	60.00	8.80	5919.375	1.86
<b>104</b>	T4 (Raleo 20 cm)	1	0.100	5.42	2.23	54.00	12.80	4548.875	1.89
<b>201</b>	T4 (Raleo 20 cm)	2	0.100	7.50	2.54	71.00	11.85	3982.542	1.91
<b>202</b>	T2 (Raleo 10 cm)	2	0.500	17.50	2.03	53.00	9.10	3457.542	1.84
<b>203</b>	T3 (Raleo 15 cm)	2	0.200	7.92	1.94	31.00	8.80	3571.875	1.87
<b>204</b>	T1 (Sin raleo)	2	0.600	93.75	2.03	48.00	6.90	2744.708	1.68
<b>301</b>	T1 (Sin raleo)	3	0.400	99.17	2.09	50.00	8.60	2912.500	1.86
<b>302</b>	T4 (Raleo 20 cm)	3	0.200	5.42	2.27	65.00	10.65	5235.667	1.91
<b>303</b>	T3 (Raleo 15 cm)	3	0.200	8.33	2.13	69.00	8.90	4739.417	1.87
<b>304</b>	T2 (Raleo 10 cm)	3	0.200	12.08	2.08	52.00	9.95	3392.542	1.89

Npc: Número de plantas cosechadas, Ap: Altura de planta, Lp: Longitud de panoja, Dp: Diámetro de panoja, Dg:

Diámetro de grano y Rdto: Rendimiento.

## 1.2. Variedad Experimental “Quinua negra”

**Tabla 30**

*Datos obtenidos en campo de estudio.*

Parcela	Tratamiento	Repetición	Acame (%)	Npc/m2	Ap (m)	Lp (cm)	Dp (cm)	Rdto (kg/ha)	Dg (mm)
105	T2 (Raleo 10 cm)	1	0.45	22.50	2.30	46.00	9.50	2305.708	1.79
106	T1 (Sin raleo)	1	1.00	99.17	2.10	57.00	5.25	969.667	1.77
107	T4 (Raleo 20 cm)	1	0.10	6.25	2.60	78.00	11.65	2737.125	1.86
108	T3 (Raleo 15 cm)	1	0.10	9.58	2.40	65.00	10.75	3428.250	1.78
205	T4 (Raleo 20 cm)	2	0.40	7.08	2.37	63.00	9.90	2269.292	1.92
206	T1 (sin raleo)	2	1.00	104.17	2.29	57.00	5.60	2139.875	1.82
207	T3 (Raleo 15 cm)	2	0.10	9.58	2.44	65.00	10.00	2257.917	1.89
208	T2 (Raleo 10 cm)	2	0.10	25.42	2.42	51.00	8.65	3489.750	1.83
305	T3 (Raleo 15 cm)	3	0.20	7.92	2.39	64.00	12.40	2557.458	1.81
306	T2 (Raleo 10 cm)	3	0.30	19.58	2.14	45.00	9.50	2112.583	1.78
307	T1 (Sin raleo)	3	0.80	101.25	1.89	48.00	4.45	1780.417	1.76
308	T4 (Raleo 20 cm)	3	0.00	6.67	2.00	34.00	14.15	2223.000	1.88

Npc: Número de plantas cosechadas, Ap: Altura de planta, Lp: Longitud de panoja, Dp: Diámetro de panoja, Dg:

Diámetro de grano y Rdto: Rendimiento.

## Anexo 2 Datos y recomendaciones del análisis de suelo realizado en el área experimental

Figura 17

Resultado del análisis de suelo.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 200



### INFORME DE ENSAYO

N° 101055-24 / SU / LABSAF - BAÑOS DEL INCA

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : ELI CUSQUISIBAN HUARIPATA  
Propietario / Productor : UNC  
Dirección del cliente : JR. MORALES A 18 - BARRIO MOLLEPAMPA ALTA - CAJAMARCA  
Solicitado por : CLIENTE  
Muestreado por : CLIENTE  
Número de muestra(s) : 1  
Producto declarado : Suelo  
Presentación de las muestras(s) : BOLSA DE PLÁSTICO  
Referencia del muestreo : RESERVADO POR EL CLIENTE  
Procedencia de muestra(s) : CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA  
Fecha(s) de muestreo : 2024-09-09 (\*\*\*)  
Fecha de recepción de muestra(s) : 2024-09-11  
Lugar de ensayo : LABSAF BAÑOS DEL INCA  
Fecha(s) de análisis : Del 2024-09-12 al 2024-10-14  
Cotización del servicio : 401-24-BI  
Fecha de emisión : 2024-10-16

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1					
Código de Laboratorio	SU2244-BI-24	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2024-09-09	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	11:00	-	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	No Indica	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0,10	7,3	-	-	-
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	--	-	-	-
Aluminio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	--	-	-	-
Carbonato De Calcio Equivalente	%	0,50	5,8	-	-	-
Materia Organica	%	0,10	3,4	-	-	-
Fósforo Disponible	mg/kg	0,50	20,7	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,00	17,3	-	-	-
Arena	%	-	37	-	-	-
Arcilla	%	-	43	-	-	-
Limo	%	-	20	-	-	-
Clase Textural	-	-	Arcilloso	-	-	-
Potasio disponible (*)	mg/kg	0,50	364,9	-	-	-



Firmado digitalmente por:  
CABRERA HOYOS Hector  
Antonio FAU 20131365994 soft  
Motivo: Soy el autor del  
documento  
Fecha: 16/10/2024 16:10:26-0500



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliaves  
Acreditado con la Norma  
NTP-ISO/IEC 17025:2017  
LABSAF (Nombre)  
Dirección: (Dirección del laboratorio)  
Email: (correo de contacto del laboratorio)

Figura 18

Recomendaciones para la instalación del cultivo.



RECOMENDACIONES						
Código de Muestra	Cultivo a Instalar	Cantidades de Nutriente Kg/Ha			Cantidades en Tn/Ha	
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	ESTIERCOL
SU2244-BI-24	QUINUA	100	40	30	—	2,60

PLAN DE FERTILIZACION QUIMICA						
Primera Fertilización Kg/Ha - Siembra		Programa de Fertilización	Siembra	Aporque		
Urea		N				
Fosfato Diamonico		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
Sulfato de Potasio		K <sub>2</sub> O				
Segunda Fertilización Kg/Ha - Aporque		Fuente	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Azufre
Urea		Urea				

PLAN DE ABONO ORGANICO	
Abonamiento Kg/Ha - Siembra	

**COMENTARIOS:**


Firmado digitalmente por:  
CABRERA HOYOS Hector  
Antonio FAU 20131385994 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 16/10/2024 10:11:01-0500

## Anexos 3 Datos recopilados para diagnóstico económico

### 3.1 Tablas de análisis financiero proyectado en la productividad de quinua INIA 437

“Roja del Norte”.

**Tabla 31**

*Costos y rentabilidad estimados del tratamiento sin raleo, correspondiente a la campaña 2024-2025.*

- Cultivo: Quinua INIA 437 “Roja del Norte”  
(*Chenopodium quinoa* W.)
- Abonamiento: 100-40-30 NPK/ha
- Época de siembra: Setiembre
- Extensión: 1 ha
- Época de cosecha: Febrero

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
<b>a) COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>a.1. Insumos</b>				
- Semilla	kg.	10	12	120
- Fosfato Diamónico	kg.	86.95	3.2	278.24
- Urea	kg.	183.37	2.5	458.425
- Cloruro de potasio	kg.	50	2.6	130
<b>a.2. Preparación de terreno</b>				
- Análisis de suelo	Servicio	1	50	50
- Limpieza y quema	Jornal	5	50	250
- Roturación: dos veces (uso tractor)	Hora tractor	8	80	640
- Surcado	Hora tractor	2	80	160
<b>a.3. Siembra y primer abonamiento</b>				
- Primer abonamiento	Jornal	4	50	200
- Siembra y tapado	Jornal	2	50	100
<b>a.4. Labores culturales</b>				
- Deshierbo manual	Jornal	18	50	900
- Aporque y segundo abonamiento	Jornal	20	50	1000
- Control fitosanitario	Jornal	6	50	300
<b>a.5. Cosecha</b>				
- Siega manual	Jornal	22	50	1100
- Emparve y secado	Jornal	12	50	600
<b>a.6. Postcosecha</b>				
- Trilla (trabajo con máquina trilladora)	Hora tractor	8	50	400
- Alquiler de trilladora	Global	1	1500	1500
- Secado de grano	Jornal	3	50	150
- Vento y limpieza de grano	Jornal	15	50	750
- Envasado y pesado	Jornal	3	50	150
<b>a.6. Otros materiales</b>				
- Sacos de polipropileno de 50 kg	Unidad	100	1.5	150
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
<b>TOTAL, COSTOS DIRECTOS</b>				<b>9396.665</b>

<b>b. COSTOS INDIRECTOS</b>			
b.1. C. Administrativos (*)			187.9333
b.2. C. Generales (costo de tierra)			500
<b>TOTAL, COSTOS INDIRECTOS</b>			<b>687.9333</b>
<b>TOTAL DE COSTOS (S/.)</b>			<b>10084.5983</b>
<b>BENEFICIO BRUTO (S/.)</b>	Producción (kg/ha)	Precio de venta en chacra por 1 kg	
	2895.4	5	<b>14477</b>
<b>INDICE DE RENTABILIDAD (%)</b>			<b>43.56</b>

(\*): Al calcular el 2% de los costos directos

**Tabla 32**

*Costos y rentabilidad estimados del tratamiento raleo a 10 centímetros, correspondiente a la campaña 2024-2025.*

- Cultivo: Quinoa INIA 437 “Roja del Norte”  
(*Chenopodium quinoa* W.)
- Abonamiento: 100-40-30 NPK/ha
- Época de siembra: Setiembre
- Extensión: 1 ha
- Época de cosecha: Febrero

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
<b>a) COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>a.1. Insumos</b>				
- Semilla	kg.	10	12	120
- Fosfato Diamónico	kg.	86.95	3.2	278.24
- Urea	kg.	183.37	2.5	458.425
- Cloruro de potasio	kg.	50	2.6	130
<b>a.2. Preparación de terreno</b>				
- Análisis de suelo	Servicio	1	50	50
- Limpieza y quema	Jornal	5	50	250
- Roturación: dos veces (uso tractor)	Hora tractor	8	80	640
- Surcado	Hora tractor	2	80	160
<b>a.3. Siembra y primer abonamiento</b>				
- Primer abonamiento	Jornal	4	50	200
- Siembra y tapado	Jornal	2	50	100
<b>a.4. Labores culturales</b>				
- Raleo a 10 cm	Jornal	14	50	700
- Deshierbo manual	Jornal	18	50	900
- Aporque y segundo abonamiento	Jornal	20	50	1000
- Control fitosanitario	Jornal	6	50	300
<b>a.5. Cosecha</b>				
- Siega manual	Jornal	19	50	950
- Emparve y secado	Jornal	11	50	550
<b>a.6. Postcosecha</b>				



- Trilla (trabajo con máquina trilladora)	Hora tractor	12	50	600
- Alquiler de trilladora	Global	1	2200	2200
- Secado de grano	Jornal	3	50	150
- Viento y limpieza de grano	Jornal	22	50	1100
- Envasado y pesado	Jornal	3	50	150
<b>a.6. Otros materiales</b>				
- Sacos de polipropileno de 50 kg	Unidad	140	1.5	210
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
<b>TOTAL, COSTOS DIRECTOS</b>				<b>11206.665</b>
<b>b. COSTOS INDIRECTOS</b>				
b.1. C. Administrativos (*)				224.1333
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
<b>TOTAL, COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>724.1333</b>
<b>TOTAL DE COSTOS (S/.)</b>				<b>11930.7983</b>
<b>BENEFICIO BRUTO</b>	Producción (kg/ha)	Precio de venta en chacra por 1 kg		
(S/.)	4256.49	5		<b>21282.45</b>
<b>INDICE DE RENTABILIDAD (%)</b>				<b>78.38</b>

(\*): Al calcular el 2% de los costos directos

**Tabla 33**

*Costos y rentabilidad estimados del tratamiento raleo a 15 centímetros, correspondiente a la campaña 2024-2025.*

- Cultivo: Quinoa INIA 437 “Roja del Norte” (Chenopodium quinoa W.)
- Abonamiento: 100-40-30 NPK/ha
- Época de siembra: Setiembre
- Extensión: 1 ha
- Época de cosecha: Febrero

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
<b>a) COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>a.1. Insumos</b>				
- Semilla	kg.	10	12	120
- Fosfato Diamónico	kg.	86.95	3.2	278.24
- Urea	kg.	183.37	2.5	458.425
- Cloruro de potasio	kg.	50	2.6	130
<b>a.2. Preparación de terreno</b>				
- Análisis de suelo	Servicio	1	50	50
- Limpieza y quema	Jornal	5	50	250

- Roturación: dos veces (uso tractor)	Hora tractor	8	80	640
- Surcado	Hora tractor	2	80	160
<b>a.3. Siembra y primer abonamiento</b>				
- Primer abonamiento	Jornal	4	50	200
- Siembra y tapado	Jornal	2	50	100
<b>a.4. Labores culturales</b>				
- Raleo a 15 cm	Jornal	12	50	600
- Deshierbo manual	Jornal	18	50	900
- Aporque y segundo abonamiento	Jornal	20	50	1000
- Control fitosanitario	Jornal	6	50	300
<b>a.5. Cosecha</b>				
- Siega manual	Jornal	18	50	900
- Emparve y secado	Jornal	10	50	500
<b>a.6. Postcosecha</b>				
- Trilla (trabajo con máquina trilladora)	Hora tractor	12	50	600
- Alquiler de trilladora	Global	1	2200	2200
- Secado de grano	Jornal	3	50	150
- Venteo y limpieza de grano	Jornal	23	50	1150
- Envasado y pesado	Jornal	3	50	150
<b>a.6. Otros materiales</b>				
- Sacos de polipropileno de 50 kg	Unidad	140	1.5	210
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
<b>TOTAL, COSTOS DIRECTOS</b>				<b>11056.665</b>
<b>b. COSTOS INDIRECTOS</b>				
b.1. C. Administrativos (*)				221.1333
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
<b>TOTAL, COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>721.1333</b>
<b>TOTAL DE COSTOS (S/.)</b>				<b>11777.7983</b>
<b>BENEFICIO BRUTO</b>	Producción (kg/ha)	Precio de venta en chacra por 1 kg		
(S/.)	4256.42	5		<b>21282.1</b>
<b>INDICE DE RENTABILIDAD (%)</b>				<b>80.70</b>

(\*): Al calcular el 2% de los costos directos

**Tabla 34**

*Costos y rentabilidad estimados del tratamiento raleo a 20 centímetros, correspondiente a la campaña 2024-2025.*

- Cultivo: Quinua INIA 437 “Roja del Norte”  
(*Chenopodium quinoa* W.)

- Abonamiento: 100-40-30 NPK/ha

- Época de siembra: Setiembre

- Extensión: 1 ha

- Época de cosecha: Febrero

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
<b>a) COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>a.1. Insumos</b>				
- Semilla	kg.	10	12	120
- Fosfato Diamónico	kg.	86.95	3.2	278.24
- Urea	kg.	183.37	2.5	458.425
- Cloruro de potasio	kg.	50	2.6	130
<b>a.2. Preparación de terreno</b>				
- Análisis de suelo	Servicio	1	50	50
- Limpieza y quema	Jornal	5	50	250
- Roturación: dos veces (uso tractor)	Hora tractor	8	80	640
- Surcado	Hora tractor	2	80	160
<b>a.3. Siembra y primer abonamiento</b>				
- Primer abonamiento	Jornal	4	50	200
- Siembra y tapado	Jornal	2	50	100
<b>a.4. Labores culturales</b>				
- Raleo a 20 cm	Jornal	10	50	500
- Deshierbo manual	Jornal	18	50	900
- Aporque y segundo abonamiento	Jornal	20	50	1000
- Control fitosanitario	Jornal	6	50	300
<b>a.5. Cosecha</b>				
- Siega manual	Jornal	16	50	800
- Emparve y secado	Jornal	9	50	450
<b>a.6. Postcosecha</b>				
- Trilla (trabajo con máquina trilladora)	Hora tractor	13	50	650
- Alquiler de trilladora	Global	1	2300	2300
- Secado de grano	Jornal	3	50	150
- Venteo y limpieza de grano	Jornal	24	50	1200
- Envasado y pesado	Jornal	3	50	150
<b>a.6. Otros materiales</b>				
- Sacos de polipropileno de 50 kg	Unidad	150	1.5	225
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
<b>TOTAL, COSTOS DIRECTOS</b>				<b>11021.665</b>
<b>b. COSTOS INDIRECTOS</b>				

b.1. C. Administrativos (*)				220.4333
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
<b>TOTAL, COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>720.4333</b>
<b>TOTAL DE COSTOS (S/.)</b>				<b>11742.0983</b>
<b>BENEFICIO BRUTO</b>	Producción (kg/ha)	Precio de venta en chacra por 1 kg		
(S/.)	4589.03	5		<b>22945.15</b>
<b>INDICE DE RENTABILIDAD (%)</b>				<b>95.41</b>

(\*): Al calcular el 2% de los costos directos

### 3.2. Tablas de análisis financiero proyectado en la productividad de quinua Variedad Experimental quinua Negra.

**Tabla 35**

*Costos y rentabilidad estimados del tratamiento sin raleo, correspondiente a la campaña 2024-2025.*

- Cultivo: Variedad Experimental “Quinua Negra” (*Chenopodium quinoa* W.)
- Abonamiento: 100-40-30 NPK/ha
- Época de siembra: Setiembre
- Extensión: 1 ha
- Época de cosecha: Febrero

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
<b>a) COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>a.1. Insumos</b>				
- Semilla	kg.	10	12	120
- Fosfato Diamónico	kg.	86.95	3.2	278.24
- Urea	kg.	183.37	2.5	458.425
- Cloruro de potasio	kg.	50	2.6	130
<b>a.2. Preparación de terreno</b>				
- Análisis de suelo	Servicio	1	50	50
- Limpieza y quema	Jornal	5	50	250
- Roturación: dos veces (uso tractor)	Hora tractor	8	80	640
- Surcado	Hora tractor	2	80	160
<b>a.3. Siembra y primer abonamiento</b>				
- Primer abonamiento	Jornal	4	50	200
- Siembra y tapado	Jornal	2	50	100
<b>a.4. Labores culturales</b>				
- Deshierbo manual	Jornal	18	50	900
- Aporque y segundo abonamiento	Jornal	20	50	1000
- Control fitosanitario	Jornal	6	50	300

<b>a.5. Cosecha</b>				
- Siega manual	Jornal	22	50	1100
- Emparve y secado	Jornal	12	50	600
<b>a.6. Postcosecha</b>				
- Trilla (trabajo con máquina trilladora)	Hora tractor	5	50	250
- Alquiler de trilladora	Global	1	1000	1000
- Secado de grano	Jornal	3	50	150
- Venteo y limpieza de grano	Jornal	9	50	450
- Envasado y pesado	Jornal	3	50	150
<b>a.6. Otros materiales</b>				
- Sacos de polipropileno de 50 kg	Unidad	70	1.5	105
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
<b>TOTAL, COSTOS DIRECTOS</b>				<b>8401.665</b>
<b>b. COSTOS INDIRECTOS</b>				
b.1. C. Administrativos (*)				168.0333
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
<b>TOTAL, COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>668.0333</b>
<b>TOTAL DE COSTOS (S/.)</b>				<b>9069.6983</b>
<b>BENEFICIO BRUTO</b>	Producción (kg/ha)	Precio de venta en chacra por 1 kg		
(S/.)	1629.9863	5		<b>8149.9315</b>
<b>INDICE DE RENTABILIDAD (%)</b>				<b>-10.14</b>

(\*): Al calcular el 2% de los costos directos

**Tabla 36**

*Costos y rentabilidad estimados del tratamiento raleo a 10 centímetros, correspondiente a la campaña 2024-2025.*

- Cultivo: Variedad Experimental “Quinoa Negra” (*Chenopodium quinoa* W.)
- Abonamiento: 100-40-30 NPK/ha
- Época de siembra: Setiembre
- Extensión: 1 ha
- Época de cosecha: Febrero

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
<b>a) COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>a.1. Insumos</b>				
- Semilla	kg.	10	12	120
- Fosfato Diamónico	kg.	86.95	3.2	278.24
- Urea	kg.	183.37	2.5	458.425
- Cloruro de potasio	kg.	50	2.6	130

<b>a.2. Preparación de terreno</b>				
- Análisis de suelo	Servicio	1	50	50
- Limpieza y quema	Jornal	5	50	250
- Roturación: dos veces (uso tractor)	Hora tractor	8	80	640
- Surcado	Hora tractor	2	80	160
<b>a.3. Siembra y primer abonamiento</b>				
- Primer abonamiento	Jornal	4	50	200
- Siembra y tapado	Jornal	2	50	100
<b>a.4. Labores culturales</b>				
- Raleo a 10 cm	Jornal	14	50	700
- Deshierbo manual	Jornal	18	50	900
- Aporque y segundo abonamiento	Jornal	20	50	1000
- Control fitosanitario	Jornal	6	50	300
<b>a.5. Cosecha</b>				
- Siega manual	Jornal	19	50	950
- Emparve y secado	Jornal	12	50	600
<b>a.6. Postcosecha</b>				
- Trilla (trabajo con máquina trilladora)	Hora tractor	5	50	250
- Alquiler de trilladora	Global	1	1500	1500
- Secado de grano	Jornal	3	50	150
- Venteo y limpieza de grano	Jornal	14	50	700
- Envasado y pesado	Jornal	3	50	150
<b>a.6. Otros materiales</b>				
- Sacos de polipropileno de 50 kg	Unidad	90	1.5	135
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
<b>TOTAL, COSTOS DIRECTOS</b>				<b>9731.665</b>
<b>b. COSTOS INDIRECTOS</b>				
b.1. C. Administrativos (*)				194.6333
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
<b>TOTAL, COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>694.6333</b>
<b>TOTAL DE COSTOS (S/.)</b>				<b>10426.2983</b>
<b>BENEFICIO BRUTO</b>	Producción (kg/ha)	Precio de venta en chacra por 1 kg		
(S/.)	2636.0137	5		<b>13180.0685</b>
<b>INDICE DE RENTABILIDAD (%)</b>				<b>26.41</b>

(\*): Al calcular el 2% de los costos directos

**Tabla 37**

*Costos y rentabilidad estimados del tratamiento raleo a 15 centímetros, correspondiente a la campaña 2024-2025.*

- Cultivo: Variedad Experimental “Quinoa Negra” (*Chenopodium quinoa* W.)
- Abonamiento: 100-40-30 NPK/ha
- Época de siembra: Setiembre
- Extensión: 1 ha
- Época de cosecha: Febrero

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
<b>a) COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>a.1. Insumos</b>				
- Semilla	kg.	10	12	120
- Fosfato Diamónico	kg.	86.95	3.2	278.24
- Urea	kg.	183.37	2.5	458.425
- Cloruro de potasio	kg.	50	2.6	130
<b>a.2. Preparación de terreno</b>				
- Análisis de suelo	Servicio	1	50	50
- Limpieza y quema	Jornal	5	50	250
- Roturación: dos veces (uso tractor)	Hora tractor	8	80	640
- Surcado	Hora tractor	2	80	160
<b>a.3. Siembra y primer abonamiento</b>				
- Primer abonamiento	Jornal	4	50	200
- Siembra y tapado	Jornal	2	50	100
<b>a.4. Labores culturales</b>				
- Raleo a 15 cm	Jornal	12	50	600
- Deshierbo manual	Jornal	18	50	900
- Aporque y segundo abonamiento	Jornal	20	50	1000
- Control fitosanitario	Jornal	6	50	300
<b>a.5. Cosecha</b>				
- Siega manual	Jornal	18	50	900
- Emparve y secado	Jornal	10	50	500
<b>a.6. Postcosecha</b>				
- Trilla (trabajo con máquina trilladora)	Hora tractor	9	50	450
- Alquiler de trilladora	Global	1	1600	1600
- Secado de grano	Jornal	3	50	150
- Venteo y limpieza de grano	Jornal	15	50	750
- Envasado y pesado	Jornal	3	50	150
<b>a.6. Otros materiales</b>				
- Sacos de polipropileno de 50 kg	Unidad	100	1.5	150
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10

<b>TOTAL, COSTOS DIRECTOS</b>				<b>9846.665</b>
<b>b. COSTOS INDIRECTOS</b>				
b.1. C. Administrativos (*)				196.9333
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
<b>TOTAL, COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>696.9333</b>
<b>TOTAL DE COSTOS (S/.)</b>				<b>10543.5983</b>
<b>BENEFICIO BRUTO</b>	Producción (kg/ha)	Precio de venta en chacra por 1 kg		
(S/.)	2747.875	5		<b>13739.375</b>
<b>INDICE DE RENTABILIDAD (%)</b>				<b>30.31</b>

(\*): Al calcular el 2% de los costos directos

**Tabla 38**

*Costos y rentabilidad estimados del tratamiento raleo a 20 centímetros, correspondiente a la campaña 2024-2025.*

- Cultivo: Variedad Experimental “Quinua Negra” (*Chenopodium quinoa* W.)
- Abonamiento: 100-40-30 NPK/ha
- Época de siembra: Setiembre
- Extensión: 1 ha
- Época de cosecha: Febrero

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
<b>a) COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>a.1. Insumos</b>				
- Semilla	kg.	10	12	120
- Fosfato Diamónico	kg.	86.95	3.2	278.24
- Urea	kg.	183.37	2.5	458.425
- Cloruro de potasio	kg.	50	2.6	130
<b>a.2. Preparación de terreno</b>				
- Análisis de suelo	Servicio	1	50	50
- Limpieza y quema	Jornal	5	50	250
- Roturación: dos veces (uso tractor)	Hora tractor	8	80	640
- Surcado	Hora tractor	2	80	160
<b>a.3. Siembra y primer abonamiento</b>				
- Primer abonamiento	Jornal	4	50	200
- Siembra y tapado	Jornal	2	50	100
<b>a.4. Labores culturales</b>				
- Raleo a 20 cm	Jornal	10	50	500
- Deshierbo manual	Jornal	18	50	900
- Aporque y segundo abonamiento	Jornal	20	50	1000
- Control fitosanitario	Jornal	6	50	300



<b>a.5. Cosecha</b>					
- Siega manual	Jornal	16	50	800	
- Emparve y secado	Jornal	9	50	450	
<b>a.6. Postcosecha</b>					
- Trilla (trabajo con máquina trilladora)	Hora tractor	7	50	350	
- Alquiler de trilladora	Global	1	1400	1400	
- Secado de grano	Jornal	3	50	150	
- Venteo y limpieza de grano	Jornal	13	50	650	
- Envasado y pesado	Jornal	3	50	150	
<b>a.6. Otros materiales</b>					
- Sacos de polipropileno de 50 kg	Unidad	80	1.5	120	
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10	
<b>TOTAL, COSTOS DIRECTOS</b>					<b>9166.665</b>
<b>b. COSTOS INDIRECTOS</b>					
b.1. C. Administrativos (*)					183.3333
b.2. C. Generales (costo de tierra)					500
<b>TOTAL, COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>683.3333</b>
<b>TOTAL DE COSTOS (S/.)</b>					<b>9849.9983</b>
<b>BENEFICIO BRUTO</b>	Producción (kg/ha)	Precio de venta en chacra por 1 kg			
(S/.)	2409.8057	5			<b>12049.0285</b>
<b>INDICE DE RENTABILIDAD (%)</b>					<b>22.33</b>

(\*): Al calcular el 2% de los costos directos

#### Anexo 4 Condiciones climáticas registrados durante el experimento

**Tabla 39**

*Condición climática del mes de setiembre.*

DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD	PRECIPITACIÓN
	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	RELATIVA (%)	TOTAL (mm/día)
1/09/2024	22.2	5.3	13.75	53.8	0
2/09/2024	21.8	7.8	14.8	58.4	0
3/09/2024	23.6	4.1	13.85	51.7	0
4/09/2024	26.2	5.1	15.65	48.3	0
5/09/2024	25.1	4.8	14.95	45.5	0

6/09/2024	21	8.3	14.65	53	0
7/09/2024	22.3	5	13.65	51	0
8/09/2024	24.6	9.2	16.9	40.7	0
9/09/2024	22.2	7.8	15	44.3	0
10/09/2024	26.1	6.6	16.35	44.8	0
11/09/2024	25.5	4	14.75	38.9	0
12/09/2024	25.7	5.2	15.45	48.8	0
13/09/2024	25.8	6.1	15.95	47	0
14/09/2024	25.8	6.8	16.3	50.3	0
15/09/2024	23.7	8.1	15.9	52.9	0
16/09/2024	21.6	10.2	15.9	59.6	0
17/09/2024	24.4	9	16.7	48.3	0
18/09/2024	24.4	6.6	15.5	55.3	0
19/09/2024	23.8	6.5	15.15	52.1	0
20/09/2024	24.5	5.1	14.8	52	0
21/09/2024	20.8	9	14.9	56.2	0.3
22/09/2024	21.4	10.3	15.85	69.6	0
23/09/2024	23.8	5.6	14.7	54.1	0
24/09/2024	24.5	6	15.25	57.2	0
25/09/2024	25.9	7.6	16.75	51.1	0
26/09/2024	25.6	11.4	18.5	60.3	0
27/09/2024	21.8	11.8	16.8	67.5	19.9
28/09/2024	17.7	11	14.35	76.2	1.3
29/09/2024	21.6	10.2	15.9	68.1	3
30/09/2024	20.3	10.9	15.6	56.7	0
<b>TOTAL</b>	<b>703.7</b>	<b>225.4</b>	<b>464.55</b>	<b>1613.7</b>	
					<b>24.5</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>23.46</b>	<b>7.51</b>	<b>29.97</b>	<b>53.79</b>	

*Nota.* \* S/D = Sin Datos, \* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día). SENAMHI (2025).

**Tabla 40**

*Condición climática del mes de octubre.*

DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN TOTAL (mm/día)
	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA		

1/10/2024	22.5	9.6	16.05	61.7	T
2/10/2024	24.4	10.1	17.25	66.1	8.5
3/10/2024	21.3	10.2	15.75	77.4	11.8
4/10/2024	23.8	9	16.4	62.8	20.5
5/10/2024	21.4	9.1	15.25	59.4	0
6/10/2024	22.3	6.8	14.55	59.1	0
7/10/2024	25.2	6.6	15.9	56.1	0
8/10/2024	23.2	9.9	16.55	61.7	0
9/10/2024	21.7	8.2	14.95	66.3	0
10/10/2024	21.6	11.9	16.75	66.6	0
11/10/2024	23.1	13	18.05	64.5	3.7
12/10/2024	22	10.8	16.4	64.9	0.1
13/10/2024	23.7	10.6	17.15	53.8	0
14/10/2024	21.2	8.7	14.95	52.6	0
15/10/2024	21.4	10.3	15.85	56.5	T
16/10/2024	25.5	6.7	16.1	56.4	T
17/10/2024	25.6	7.2	16.4	55.5	0
18/10/2024	25.3	8.6	16.95	58.2	0.6
19/10/2024	25.1	10.1	17.6	55.5	0
20/10/2024	22.6	10	16.3	59.8	0
21/10/2024	23.3	6.3	14.8	54.2	0
22/10/2024	24	6.4	15.2	51.8	0.2
23/10/2024	23.2	7.4	15.3	69.5	5.5
24/10/2024	24.3	10.8	17.55	59.5	0
25/10/2024	25	11.1	18.05	57.9	0.2
26/10/2024	24.2	12.6	18.4	60.3	6.2
27/10/2024	25.1	11	18.05	56.6	T
28/10/2024	21.5	13.2	17.35	60.4	T
29/10/2024	22.9	10.2	16.55	67.9	1.8
30/10/2024	24.5	9.7	17.1	50.4	T
31/10/2024	25.1	9.9	17.5	60	1.6
<b>TOTAL</b>	<b>726</b>	<b>296</b>	<b>511</b>	<b>1863</b>	
<b>PROMEDIO</b>	<b>23.42</b>	<b>9.55</b>	<b>16.48</b>	<b>60.11</b>	<b>60.7</b>

Nota. \* S/D = Sin Datos, \* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día). SENAMHI (2025).

**Tabla 41**

*Condición climática del mes de noviembre.*

DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD	PRECIPITACIÓN
	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	RELATIVA (%)	TOTAL (mm/día)
1/11/2024	23.6	10.6	17.1	56.2	0
2/11/2024	18.9	11.9	15.4	62.4	T
3/11/2024	23.4	8	15.7	57	0
4/11/2024	24.8	8.8	16.8	50	0.4
5/11/2024	21.5	10.4	15.95	55.7	0.1
6/11/2024	24	12.6	18.3	67.1	2.9
7/11/2024	23.4	9.3	16.35	52.4	0
8/11/2024	23.2	9	16.1	40.7	0
9/11/2024	23.7	7.6	15.65	40.7	0
10/11/2024	24.4	5.8	15.1	46.2	0
11/11/2024	23.7	7.2	15.45	46.9	0
12/11/2024	23.2	4.7	13.95	43	0
13/11/2024	23.5	5.6	14.55	46.7	0
14/11/2024	23.6	4.9	14.25	40.6	0
15/11/2024	25.1	3.5	14.3	37.4	0
16/11/2024	25.4	4	14.7	36.9	0
17/11/2024	23.6	5.4	14.5	49.8	0
18/11/2024	25	5.2	15.1	45.1	0
19/11/2024	24.7	5.2	14.95	55.1	0
20/11/2024	24.4	7.8	16.1	56.2	0
21/11/2024	19.9	10	14.95	65.9	T
22/11/2024	22.8	9.2	16	61.5	2.6
23/11/2024	22.8	10.6	16.7	60.6	0.5
24/11/2024	23.1	12.6	17.85	74.4	6.3
25/11/2024	22.2	11.1	16.65	86.8	16.4
26/11/2024	23.3	11.8	17.55	66.3	T
27/11/2024	23.2	12.4	17.8	82.6	5.2
28/11/2024	23.6	10.2	16.9	65.4	5.1
29/11/2024	20.9	11.8	16.35	78.5	1.6
30/11/2024	22.4	9.5	15.95	59.2	0.7
<b>TOTAL</b>	<b>697.3</b>	<b>256.7</b>	<b>477</b>	<b>1687.3</b>	
<b>PROMEDIO</b>	<b>23.24</b>	<b>8.56</b>	<b>15.9</b>	<b>56.24</b>	<b>41.8</b>

*Nota.* \* S/D = Sin Datos, \* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día). SENAMHI (2025).

**Tabla 42***Condición climática del mes de diciembre.*

DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD	PRECIPITACIÓN
	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	RELATIVA (%)	TOTAL (mm/día)
1/12/2024	23.8	8.6	16.2	56.3	0
2/12/2024	24.4	13.2	18.8	72.8	0.6
3/12/2024	22.6	12.5	17.55	66.3	11.3
4/12/2024	20.9	12.1	16.5	79.7	7.9
5/12/2024	23.1	12.6	17.85	61.8	0
6/12/2024	23.5	7.3	15.4	62.7	0
7/12/2024	22.8	7.9	15.35	64.4	4
8/12/2024	20.9	11.8	16.35	65.1	T
9/12/2024	21.7	12.6	17.15	60	0
10/12/2024	22	9.8	15.9	61.8	0.4
11/12/2024	21.9	13.4	17.65	84.4	8.7
12/12/2024	21.6	12.6	17.1	82.4	5.5
13/12/2024	20.5	11.3	15.9	77	T
14/12/2024	20.1	11.2	15.65	62.7	0
15/12/2024	22.9	5.8	14.35	53.2	0
16/12/2024	24.3	8.8	16.55	53.4	0
17/12/2024	23.2	12	17.6	62.1	0
18/12/2024	24	12.2	18.1	57.6	0
19/12/2024	23.5	11.4	17.45	67.9	0.8
20/12/2024	20.4	12.1	16.25	72.9	0.5
21/12/2024	22.5	9.8	16.15	67.2	0.3
22/12/2024	22.8	10.3	16.55	68.6	1.6
23/12/2024	20.9	12.6	16.75	82.9	25.6
24/12/2024	22.3	11.7	17	76.6	5.8
25/12/2024	23.1	10.1	16.6	83.4	3.1
26/12/2024	21.8	11.8	16.8	80.4	12.9
27/12/2024	21	12.1	16.55	88.6	11.3
28/12/2024	20.2	11.9	16.05	79.8	9.9
29/12/2024	21.5	12.3	16.9	71	6.6
30/12/2024	22.3	10.6	16.45	71.5	0.2
31/12/2024	20.3	10.8	15.55	74.8	12.6
<b>TOTAL</b>	<b>686.8</b>	<b>343.2</b>	<b>515</b>	<b>2169.3</b>	<b>129.6</b>

<b>PROMEDIO</b>	<b>22.15</b>	<b>11.07</b>	<b>16.61</b>	<b>69.98</b>
-----------------	--------------	--------------	--------------	--------------

*Nota.* \* S/D = Sin Datos, \* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día). SENAMHI, 2025).

**Tabla 43**

*Condición climática del mes de enero.*

<b>DÍA/MES/AÑO</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>			<b>HUMEDAD</b>	<b>PRECIPITACIÓN</b>
	<b>MÁXIMA</b>	<b>MÍNIMA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>RELATIVA (%)</b>	<b>TOTAL (mm/día)</b>
1/01/2025	20.6	11	15.8	77.5	10.1
2/01/2025	16.3	11.6	13.95	82.8	9.6
3/01/2025	16.7	10.9	13.8	89.6	9.8
4/01/2025	18.6	12.1	15.35	83.8	15.2
5/01/2025	21.5	11	16.25	78.7	1.1
6/01/2025	21	11.2	16.1	79.7	22.3
7/01/2025	20.2	12.2	16.2	80	4
8/01/2025	22.4	12.6	17.5	69.1	T
9/01/2025	22.2	11.2	16.7	63	0
10/01/2025	22.6	7.3	14.95	64.6	0
11/01/2025	21.8	11.9	16.85	71.3	0.6
12/01/2025	22.7	8.8	15.75	70.8	0
13/01/2025	20.7	11.2	15.95	71.4	33.4
14/01/2025	20.4	11.1	15.75	61.9	0
15/01/2025	21	10.6	15.8	57	0
16/01/2025	21.4	7.9	14.65	48.4	0
17/01/2025	22.3	8.5	15.4	52	0
18/01/2025	21.4	8.1	14.75	61.7	0
19/01/2025	22.6	9.7	16.15	59.1	1.1
20/01/2025	22	7.8	14.9	51.6	0
21/01/2025	21.2	10.6	15.9	54	1.2
22/01/2025	21.8	10.1	15.95	57.6	0.9
23/01/2025	22.4	10.2	16.3	55.6	T
24/01/2025	21.2	10.6	15.9	54.6	0
25/01/2025	23	7	15	60.5	1.7
26/01/2025	22.3	8.8	15.55	56.7	0
27/01/2025	22.1	11.3	16.7	67.1	5.9
28/01/2025	20.7	9.9	15.3	72.7	7
29/01/2025	20.8	10.9	15.85	67.2	2.4
30/01/2025	20.8	10.1	15.45	58.1	0

31/01/2025	22.1	9.8	15.95	56.4	0
<b>TOTAL</b>	<b>656.8</b>	<b>316</b>	<b>486.4</b>	<b>2034.5</b>	
<b>PROMEDIO</b>	<b>21.19</b>	<b>10.19</b>	<b>15.69</b>	<b>65.63</b>	<b>126.3</b>

Nota. \* S/D = Sin Datos, \* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día). SENAMHI (2025).

**Tabla 44**

*Condición climática del mes de febrero.*

DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD	PRECIPITACIÓN
	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	RELATIVA (%)	TOTAL (mm/día)
1/02/2025	22.4	7.3	14.85	63.8	2.1
2/02/2025	20.7	12.3	16.5	70.6	2.8
3/02/2025	20.7	12.4	16.55	80	4.1
4/02/2025	20.7	11	15.85	74.7	0.2
5/02/2025	18.6	12	15.3	76.8	2.5
6/02/2025	22.7	11.7	17.2	79.4	9.3
7/02/2025	20.9	12.2	16.55	69.4	13.4
8/02/2025	22.2	10.4	16.3	64.6	11.8
9/02/2025	22.2	10.4	16.3	68.5	9
10/02/2025	20.9	12	16.45	66.2	1
11/02/2025	19.4	11.7	15.55	65.8	3.6
12/02/2025	20.4	11.6	16	65.1	2.5
13/02/2025	20.9	10.9	15.9	69.6	9.9
14/02/2025	19.6	11.8	15.7	68	0.9
15/02/2025	21.5	11.6	16.55	62.9	0
16/02/2025	20.2	11.7	15.95	67.2	2
17/02/2025	20.3	12.1	16.2	73.3	11.1
18/02/2025	20.6	9.3	14.95	65.7	6.4
19/02/2025	18.7	11.6	15.15	80.9	4.7
20/02/2025	21.6	11.4	16.5	67.2	23.4
21/02/2025	20	11.9	15.95	76.2	4.9
22/02/2025	18.9	11.6	15.25	76.7	8.6
23/02/2025	22.1	12	17.05	75.3	7.8
24/02/2025	20.7	11.9	16.3	72.9	7.2
25/02/2025	21.7	11.8	16.75	68.1	2.2
26/02/2025	23	10.6	16.8	67.3	25.9
27/02/2025	21.9	11.4	16.65	64	1.3
28/02/2025	21.3	12.6	16.95	67.7	10.9

<b>TOTAL</b>	<b>584.8</b>	<b>319.2</b>	<b>452</b>	<b>1967.9</b>	
<b>PROMEDIO</b>	<b>20.89</b>	<b>11.4</b>	<b>16.14</b>	<b>70.28</b>	<b>189.5</b>

*Nota.* \* S/D = Sin Datos, \* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día). SENAMHI (2025).

**Tabla 45**

*Condición climática del mes de marzo.*

DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD	PRECIPITACIÓN
	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	RELATIVA (%)	TOTAL (mm/día)
1/03/2025	21.9	11.1	16.5	70.1	9.2
2/03/2025	19.8	11.2	15.5	70.2	14.5
3/03/2025	19.5	12.2	15.85	69.9	3.1
4/03/2025	20.4	10.4	15.4	74.6	1.6
5/03/2025	21.7	10.3	16	64.6	2.4
6/03/2025	21.6	8.2	14.9	46.4	0
7/03/2025	21.5	6.2	13.85	57.9	0
8/03/2025	22.2	6.8	14.5	53.1	0
9/03/2025	21.4	8.7	15.05	54.2	0
10/03/2025	22.2	9.4	15.8	55.3	0
11/03/2025	21.8	9.9	15.85	54.5	0
12/03/2025	22.1	12.1	17.1	75.8	13.7
13/03/2025	21	8.6	14.8	70.7	18.4
14/03/2025	20.2	11	15.6	70.7	5.2
15/03/2025	18.9	7.2	13.05	79.1	6.6
16/03/2025	22.2	10.9	16.55	66.8	24.4
17/03/2025	21.7	11.6	16.65	S/D	7.1
18/03/2025	22.3	10.4	16.35	64.6	19
19/03/2025	20.1	11.9	16	59	4.3
20/03/2025	21.6	9.7	15.65	61.1	0.5
21/03/2025	22.4	8.2	15.3	65.4	4.6
22/03/2025	22	11.4	16.7	62	0.2
23/03/2025	20.6	10.2	15.4	73.4	4.7
24/03/2025	20.8	9.1	14.95	71.8	0.8
25/03/2025	22.4	10	16.2	64.9	2.6
26/03/2025	22.1	10.1	16.1	67.6	6.2
27/03/2025	21.7	12.4	17.05	68.9	5.6
28/03/2025	21.4	11.4	16.4	66.7	5.7
29/03/2025	19.7	12.6	16.15	83.2	10.1



30/03/2025	20.7	12	16.35	67.8	2
31/03/2025	21.2	12.1	16.65	69.1	3.3
<b>TOTAL</b>	<b>659.1</b>	<b>317.3</b>	<b>488.2</b>	<b>1979.4</b>	<b>175.8</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>21.26</b>	<b>10.24</b>	<b>15.75</b>	<b>65.98</b>	

*Nota.* \* S/D = Sin Datos, \* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día). SENAMHI (2025).

## Anexo 5 Panel fotográfico

### Figura 19

*Limpieza y quema del área experimental.*



### Figura 20

*Arada del terreno.*



**Figura 21**

*Mullido y nivelación del terreno.*



**Figura 22**

*Surcado del terreno.*





**Figura 23**

*Preparación de semillas de quinua negra y roja.*



**Figura 24**

*Semillas de quinua negra y roja.*



**Figura 25**

*Delimitación del área experimental.*



**Figura 26**

*Primer abonamiento.*



**Figura 27**

*Siembra de quinua negra y roja.*



**Figura 28**

*Riego de la siembra.*





**Figura 29**

*Aparición de plántulas de quinuas.*



**Figura 30**

*Fumigación de las plantas de quinua.*



**Figura 31**

*Raleo de quinua cada 20 cm.*



**Figura 32**

*Raleo de quinua cada 15 cm.*





**Figura 33**

*Raleo de quinua cada 10 cm.*



**Figura 34**

*Plantas de quinuas raleadas.*





**Figura 35**

*Segundo abonamiento.*



**Figura 36**

*Aporque de la quinua.*



**Figura 37**

*Colocación de etiquetas para la identificación de parcelas.*



**Figura 38**

*Colocación de la portada para identificación del área experimental.*





**Figura 39**

*Toma de datos del ensayo experimental.*



**Figura 40**

*Siega de la quinua.*



**Figura 41**

*Emparve de panojas de quinua.*



**Figura 42**

*Secado de la quinua aun con residuos.*



**Figura 43**

*Venteo y limpieza de la quinua*



**Figura 44**

*Secado de los granos de quinua.*





**Figura 45**

*Pesado de los granos de quinua.*



**Figura 46**

*Toma de datos del diámetro de grano.*

