

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**EFFECTO DE TRES FERTILIZANTES QUÍMICOS EN EL  
RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL  
CULTIVO DE QUINUA CICA 127 (*Chenopodium quinoa* WILLD) EN  
K'AYRA CUSCO**

**PRESENTADA POR:**

Br. NENERUTH ANGELA LAUCAÑA SUNI.

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

**ASESOR:**

MSc. CARLOS ALBERTO FARFAN  
QUINTANA.

**CUSCO – PERÚ**

**2026**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## INFORME DE SIMILITUD

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

El que suscribe, el Asesor Carlos Alberto Faján Quintana .....  
..... quien aplica el software de detección de similitud al  
trabajo de investigación/tesis titulada: Efecto de tres fertilizantes químicos  
en el rendimiento y características agronómicas del cultivo  
de quinua CICA 127 (Chenopodium quinua Willd) en  
K'ayta Cusco .....

Presentado por: Nenerith Angela Laucaña Suni ..... DNI N° 70170748 ;  
presentado por: ..... DNI N°: .....  
Para optar el título Profesional/Grado Académico de Ingeniero agrónomo .....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el  
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de  
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 1 %.

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

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

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

Cusco, 07 de mayo ..... de 2026 .....

Firma

Post firma Carlos Alberto Faján Quintana .....

Nro. de DNI 23865684 .....

ORCID del Asesor 0000 - 0002 - 8263 - 1900 .....

#### Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259-587535525 .....

# NENERUTH A. L. S. - REPOSITORIO.docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

---

## Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:587535525

Fecha de entrega

7 may 2026, 6:10 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

7 may 2026, 6:17 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

NENERUTH A. L. S. - REPOSITORIO.docx

Tamaño del archivo

20.1 MB

138 páginas

28.296 palabras

156.912 caracteres




# 1% Similitud general

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

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 40 palabras)

## Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

## DEDICATORIA

A la memoria de mis abuelitos Hipólito y Samuel, y de mi tío Bernardo; por el amor, los recuerdos y las enseñanzas que permanecen en mi vida. A mi abuelita Maruja, pilar de nuestra familia y ejemplo permanente de fortaleza.

A mi amada madre Hilda, por su perseverancia, amor incondicional y entrega constante; por haberme formado con buenos valores. A mi padre Victoriano, a él le debo gran parte de lo que soy y de lo que hoy alcanzo.

A mi hermanita Fiorela, mi alegría e inspiración; por motivarme a ser mejor cada día. Que este logro sea también un impulso para que persiga sus propios sueños con decisión, esfuerzo y esperanza.

A Uhle, por su apoyo incondicional con su presencia a avanzar hacia el cumplimiento de esta meta. A Katherine, Fiorela, Clarita, Noemi y Lida, por su amistad sincera, compañía y apoyo constante.

**Bach. NENERUTH ANGELA LAUCAÑA SUNI**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi fortaleza constante; por concederme la vida, la salud, la fe, las oportunidades y la claridad necesaria para avanzar en este proceso académico y personal. Su guía me permitió mantenerme firme en cada etapa de este camino.

A mi alma mater, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; a la Facultad de Agronomía y Zootecnia, por haber sido el espacio académico donde consolidé mi formación profesional. A los docentes del Centro Agronómico de K'ayra, por las enseñanzas, orientaciones y experiencias compartidas durante mi vida universitaria.

A mis padres, a mi hermanita, a mi abuelita, a mis tíos y primos; por su amor incondicional, sus sacrificios, su apoyo moral y económico, y por creer siempre en mí. Sin su respaldo, este logro no habría sido posible.

Al MSc. Carlos Alberto Farfán Quintana, asesor de la presente tesis, por su orientación, apoyo académico y valiosa cooperación durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

A todos mis amigos del alma y los nuevos amigos que me dejó la universidad, Brian, Yesica, Luis, Adalberto, Aldo, Antuanes, Jesús a todos que siempre estuvieron incondicionalmente y se convirtieron en mi equipo de apoyo durante este largo camino

A mis compañeros de la carrera y amigos de la universidad, con quienes compartí jornadas de estudio, aprendizajes, dificultades y la alegría de cada logro alcanzado. A todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este camino, mi sincero agradecimiento.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
CONTENIDO .....	iv
INDICE DE TABLAS .....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN .....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
I. EL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Identificación del problema objeto de investigación .....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos .....	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	4
2.1. Objetivos .....	4
2.1.1. Objetivo general .....	4
2.1.2. Objetivos específicos.....	4
2.2. Justificación.....	4
III. HIPÓTESIS .....	6
3.1. Hipótesis general.....	6
3.2. Hipótesis específicas .....	6
IV. MARCO TEÓRICO .....	7
4.1. Antecedentes .....	7
4.1.1. Internacional.....	7
4.1.2. Nacional.....	8
4.1.3. Local.....	10
4.2. Bases teóricas .....	11
4.2.1. Generalidades del cultivo de quinua .....	11
4.2.1.1. Origen y domesticación .....	11
4.2.1.2. Taxonomía.....	12
4.2.1.3. Morfología de la quinua .....	12
4.2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos.....	15
4.2.1.5. Importancia .....	16

4.2.2. Fertilizantes .....	20
4.2.2.1. Importancia de los fertilizantes en el cultivo de quinua .....	20
4.2.2.2. Tipos de fertilizantes utilizados en quinua .....	20
4.2.2.3. Fertilización nitrogenada y su impacto .....	21
4.2.2.4. Recomendaciones de manejo.....	21
4.2.2.5. Niveles de fertilización en el cultivo de quinua .....	22
4.2.2.6. Ley de mínimo.....	23
4.2.2.7. Función del nitrógeno en las plantas. ....	24
4.2.3. Fertilización química.....	25
4.2.3.1. Principios y fundamentos de la fertilización química .....	25
4.2.3.2. Tipos de fertilizantes, composición química y ley comercial .....	26
4.2.3.3. Función fisiológica de los nutrientes principales .....	27
4.2.3.4. Nitrógeno [N] .....	28
4.2.3.5. Fosforo [P].....	29
4.2.3.6. Potasio [K].....	30
4.2.4. Rendimiento .....	32
4.2.4.1. Definición de rendimiento .....	32
4.2.4.2. Rendimientos en el Perú .....	32
4.2.5. Características agronómicas .....	32
4.2.5.1. Definición .....	32
4.2.5.2. Altura de la planta.....	33
4.2.5.3. Diámetro del tallo principal .....	33
4.2.5.4. Número de ramas primarias.....	33
4.2.5.5. Longitud y diámetro de la panoja .....	33
4.2.5.6. Rendimiento.....	34
4.2.6. Análisis económico de rentabilidad .....	34
4.2.6.1. Importancia .....	34
4.2.6.2. Costos de producción.....	34
4.2.6.3. Indicadores de rentabilidad.....	35
4.3. Marco conceptual.....	35
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
5.1. Tipo y enfoque de la investigación .....	37
5.2. Ubicación del campo experimental.....	37
5.3. Ubicación espacial .....	37

5.3.5. Historial del campo experimental.....	38
5.4. Ubicación temporal .....	39
5.5. Materiales y metodología.....	39
5.5.1. Materiales .....	39
5.5.2. Metodología.....	40
5.5.2.1. Diseño experimental .....	40
5.5.2.2. Características del campo experimental .....	40
5.5.2.3. Croquis del campo experimental .....	42
5.5.2.4. Cálculo de concentración y requerimiento de fertilizantes .....	43
5.5.2.5. Conducción del experimento .....	49
5.5.2.6. Evaluaciones.....	53
5.5.2.7. Análisis estadístico .....	56
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
6.1. Resultados .....	57
6.1.1. Rendimiento .....	57
6.1.2. Características agronómicas .....	66
6.1.3. Rentabilidad económica .....	81
6.2. Discusiones .....	85
6.2.1. Rendimiento .....	85
6.2.2. Características agronómicas .....	87
6.2.3. Rentabilidad económica .....	92
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS .....	94
7.1. Conclusiones .....	94
7.2. Sugerencias .....	95
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	97
IX. ANEXOS.....	104

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de nutrientes de <i>Chenopodium quinoa</i> .....	17
Tabla 2. Principales productores de quinua, 2018 – 2022. ....	18
Tabla 3. Producción nacional y por departamentos de quinua, año 2023.....	19
Tabla 4. Ley comercial de los fertilizantes utilizados en la investigación.....	27
Tabla 5. Tratamientos en estudio. ....	40
Tabla 6. Análisis físico químico de suelo y su interpretación. ....	44
Tabla 7. Requerimiento de nutrientes para el cultivo de quinua.....	46
Tabla 8. Resumen de fertilizantes comerciales aplicados por tratamiento ajustados al análisis de suelo. ....	48
Tabla 9. Dosis de fertilizantes comerciales por planta y por unidad experimental. ....	49
Tabla 10. Promedio de peso de granos por planta (g) de quinua CICA-127.....	57
Tabla 11. ANVA para peso de granos por planta (g) de quinua CICA-127.....	57
Tabla 12. Tukey para peso de granos por planta (g) de quinua CICA-127. ....	58
Tabla 13. Promedio de peso de mil granos (g) de quinua CICA-127.....	60
Tabla 14. ANVA para peso de mil granos (g) de quinua CICA-127.....	60
Tabla 15. Tukey para peso de mil granos (g) de quinua CICA-127.....	61
Tabla 16. Promedio de rendimiento de grano transformado a toneladas por hectárea (t/ha) de quinua CICA-127.....	63
Tabla 17. ANVA para rendimiento de grano transformado a toneladas por hectárea (t/ha) de quinua CICA-127.....	63
Tabla 18. Tukey para rendimiento de grano transformado a toneladas por hectárea (t/ha) de quinua CICA-127.....	64
Tabla 19. Promedio de altura de planta (cm) de quinua CICA-127. ....	66
Tabla 20. ANVA para altura de planta (cm) de quinua CICA-127. ....	66
Tabla 21. Tukey para altura de planta (cm) de quinua CICA-127.....	67
Tabla 22. Promedio del diámetro de tallo principal (mm) de quinua CICA-127. ....	69
Tabla 23. ANVA para diámetro de tallo principal (mm) de quinua CICA-127. ....	69

Tabla 24. Tukey para diámetro de tallo principal (mm) de quinua CICA-127.....	70
Tabla 25. Promedio del número de ramas primarias (Unid.) de quinua CICA-127. ....	72
Tabla 26. ANVA para número de ramas primarias (Unid.) de quinua CICA-127. ....	72
Tabla 27. Tukey para número de ramas primarias (Unid.) de quinua CICA-127. ....	73
Tabla 28. Promedio de la longitud de panoja (cm) de quinua CICA-127. ....	75
Tabla 29. ANVA para longitud de panoja (cm) de quinua CICA-127. ....	75
Tabla 30. Tukey para longitud de panoja (cm) de quinua CICA-127. ....	76
Tabla 31. Promedio del diámetro de panoja (cm) de quinua CICA-127. ....	78
Tabla 32. ANVA para diámetro de panoja (cm) de quinua CICA-127. ....	78
Tabla 33. Tukey para diámetro de panoja (cm) de quinua CICA-127.....	79
Tabla 34. Análisis económico de rentabilidad y Tasa Interna de Retorno (TIR) para diferentes fertilizantes nitrogenados en el rendimiento del cultivo de quinua, variedad CICA – 127. ....	81

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de la planta de quinua.....	14
Figura 2. Vista satelital del campo experimental.....	38
Figura 3. Croquis de la parcela experimental y distribución de tratamientos.....	42
Figura 4. Detalle de la unidad experimental y la parcela neta. ....	43
Figura 5. Representación gráfica del peso promedio de granos por planta (g) de quinua CICA-127.....	59
Figura 6. Representación gráfica del peso promedio de mil granos (g) de quinua CICA-127. ....	62
Figura 7. Representación gráfica del rendimiento de grano transformado a toneladas por hectárea (t/ha) de quinua CICA-127. ....	65
Figura 8. Representación gráfica de la altura promedio de planta (cm) de quinua CICA-127. ....	68
Figura 9. Representación gráfica del diámetro promedio de tallo principal (mm) de quinua CICA-127.....	71
Figura 10. Representación gráfica del número promedio de ramas primarias (Unid.) de quinua CICA-127.....	74
Figura 11. Representación gráfica de la longitud promedio de panoja (cm) de quinua CICA-127.....	77
Figura 12. Representación gráfica del diámetro promedio de panoja (cm) de quinua CICA-127.....	80
Figura 13. Rendimiento y análisis Costos de producción para diferentes fertilizantes nitrogenados en cultivo de quinua. ....	83
Figura 14. Tasa Interna de Retorno (TIR) para diferentes fertilizantes nitrogenados en cultivo de quinua.....	84

## RESUMEN

La presente investigación, titulada: “Efecto de tres fertilizantes químicos en el rendimiento y características agronómicas del cultivo de quinua CICA 127 (*Chenopodium quinoa* Willd) en K’ayra, Cusco”, tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres fertilizantes químicos sobre el rendimiento, las características agronómicas y la rentabilidad económica del cultivo de quinua. El estudio se ejecutó en el Centro Agronómico K’ayra, Cusco, bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones, utilizando la variedad CICA-127. Los tratamientos evaluados: Urea, Entec + S, Nitrato de amonio y Testigo. Se registraron variables de rendimiento, caracteres agronómicos y análisis económico de rentabilidad.

Los resultados mostraron diferencias altamente significativas en las variables de rendimiento. Los tratamientos Entec + S (6.61 t/ha) y Urea (6.59 t/ha) registraron los mayores valores productivos, superando al Nitrato de amonio (5.73 t/ha) y al Testigo (4.52 t/ha). Respecto a las características agronómicas, se encontraron diferencias significativas en altura de planta (Urea: 231.64 cm; Entec + S: 229.36 cm), como en longitud y diámetro de panoja (Urea: 59.88 cm y 10.44 cm; Entec + S: 59.35 cm y 10.20 cm); sin embargo, el diámetro del tallo principal y el número de ramas primarias no presentaron diferencias estadísticas. El análisis económico determinó que la Urea obtuvo la mayor utilidad neta (S/. 11,108.16) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) más elevada (128.24 %), seguida por Entec + S (117.90 %). Se concluye que la fertilización química incidió directamente en el rendimiento, las características agronómicas y la rentabilidad del cultivo.

**Palabras clave:** Quinua CICA-127, Fertilización nitrogenada, Rendimiento, Rentabilidad, Características agronómicas.

## INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) constituye un cultivo andino de relevancia agrícola, nutricional y socioeconómica. La FAO (s.f.) destaca su valor nutricional por el contenido de proteínas y compuestos bioactivos; precisa, además, que su proteína es de alta calidad y rica en aminoácidos esenciales, condición que le otorga mayor calidad nutricional y funcional frente a cereales como maíz, avena, trigo y arroz. Asimismo, su tolerancia a sequía, salinidad y bajas temperaturas ha permitido su adaptación a distintos pisos altitudinales, consolidando al Perú como centro de origen, diversidad y exportación (FAO, 2021).

Sin embargo, pese a su demanda y relevancia internacional, la productividad nacional presenta una tendencia decreciente. MIDAGRI (2022) menciona que el rendimiento promedio nacional se redujo en 20.8 % respecto al año anterior, debido a la disminución de la superficie cultivada, el uso de semillas de baja pureza genética y el manejo técnico deficiente del suelo y la fertilización. En Cusco, esta limitación se acentúa por la escasa disponibilidad de estudios locales que orienten la aplicación racional de nutrientes, principalmente nitrógeno.

El nitrógeno es un macronutriente asociado con la formación de proteínas, clorofila y compuestos estructurales; su deficiencia reduce la fotosíntesis, el vigor vegetal y la producción de grano. En la práctica agrícola local, la fertilización química suele aplicarse de forma empírica, sin considerar la dinámica del suelo ni la eficiencia de las fuentes empleadas; ello genera pérdidas económicas y baja rentabilidad.

Frente a esta problemática, la investigación evaluó el efecto de tres fuentes de fertilización química en el rendimiento, las características agronómicas y la rentabilidad del cultivo de quinua CICA-127, bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra, Cusco. Los resultados aportan evidencia para optimizar la nutrición química, mejorar la productividad y fortalecer la rentabilidad del cultivo.

**La autora.**

# I. EL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Identificación del problema objeto de investigación

La quinua, en particular el genotipo CICA-127 constituye un material genético de interés agronómico por su adaptación a las condiciones edafoclimáticas del Cusco y por su potencial productivo; sin embargo, en la práctica agrícola local, su rendimiento no siempre expresa dicho potencial. Esta limitación se relaciona con el manejo empírico de la fertilización química, el incremento de los costos de producción y la falta de criterios técnicos para seleccionar fuentes nitrogenadas eficientes.

El problema objeto de investigación se centra en la limitada información comparativa sobre la eficiencia de tres fuentes de fertilización química, Urea, Entec + S y Nitrato de amonio, en el rendimiento, las características agronómicas y la rentabilidad económica del cultivo de quinua CICA-127, bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra, Cusco.

El nitrógeno cumple una función decisiva en el crecimiento vegetativo, la formación de estructuras reproductivas y la producción de grano; no obstante, su aplicación sin análisis técnico puede generar baja eficiencia de uso, pérdidas del nutriente, mayores costos y respuestas productivas desiguales. En ese contexto, los productores requieren información local que permita determinar qué fuente nitrogenada ofrece mejor comportamiento agronómico y mayor retorno económico.

Por ello, la investigación aborda una problemática concreta: la necesidad de establecer, bajo condiciones experimentales, cuál de las fuentes evaluadas permite mejorar el rendimiento, favorecer las características agronómicas y generar mayor rentabilidad en la producción de quinua CICA-127. Los resultados permitirán sustentar decisiones de fertilización más precisas, reducir el uso ineficiente de insumos y aportar criterios técnicos para fortalecer la productividad del cultivo en condiciones similares a las del Centro Agronómico K'ayra.

## **1.2. Planteamiento del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el rendimiento y las características agronómicas del cultivo de quinua CICA 127 (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo la aplicación de tres tipos de fertilización química en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, Cusco, durante la campaña agrícola 2023-2024?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el rendimiento del cultivo de quinua CICA – 127, bajo la aplicación de tres tipos de fertilización química en condiciones del Centro Agronómico K'ayra. Cusco, durante la campaña agrícola 2023-2024?
- ¿Cuál son las características agronómicas del cultivo de quinua CICA – 127, bajo la aplicación de tres tipos de fertilización química en condiciones del Centro Agronómico K'ayra. Cusco, durante la campaña agrícola 2023-2024?
- ¿Cuál es la rentabilidad económica del cultivo de quinua CICA – 127, al emplear tres tipos de fertilización química, en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, Cusco, durante la campaña agrícola 2023-2024?

## II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1. Objetivos

#### 2.1.1. *Objetivo general*

Evaluar el rendimiento y las características agronómicas del cultivo de quinua CICA 127 (*Chenopodium quinoa* Willd), bajo la aplicación de tres tipos de fertilización química en condiciones del Centro Agronómico K'ayra. Cusco, durante la campaña agrícola 2023-2024.

#### 2.1.2. *Objetivos específicos*

- Determinar el rendimiento del cultivo de quinua CICA – 127, bajo la aplicación de tres tipos de fertilización química en condiciones del Centro Agronómico K'ayra. Cusco, durante la campaña agrícola 2023-2024.
- Evaluar las características agronómicas del cultivo de quinua CICA – 127, bajo la aplicación de tres tipos de fertilización química en condiciones del Centro Agronómico K'ayra. Cusco, durante la campaña agrícola 2023-2024.
- Determinar la rentabilidad económica del cultivo de quinua CICA – 127, al emplear tres tipos de fertilización química en condiciones del Centro Agronómico K'ayra. Cusco, durante la campaña agrícola 2023-2024.

### 2.2. Justificación

La presente investigación se justifica por la necesidad de generar información técnica sobre el efecto de tres fuentes de fertilización química en el rendimiento, las características agronómicas y la rentabilidad económica del cultivo de quinua CICA-127, bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra, Cusco.

**Económica:** La producción de quinua demanda una inversión considerable en fertilizantes; sin embargo, la elección de la fuente nitrogenada suele realizarse sin información comparativa local. Esta situación puede incrementar los costos de producción y reducir la rentabilidad del

cultivo. Por ello, la investigación permite identificar qué fertilizante genera mayor rendimiento y mejor retorno económico por unidad de inversión.

**Social:** La quinua representa una actividad agrícola vinculada al sustento de productores de zonas altoandinas. Un manejo más eficiente de la fertilización puede mejorar la productividad, reducir pérdidas y fortalecer los ingresos familiares. Los resultados aportan criterios prácticos para orientar decisiones de manejo en sistemas productivos similares.

**Ambiental:** El uso inadecuado de fertilizantes nitrogenados puede generar pérdidas del nutriente por lixiviación, volatilización o baja absorción por la planta. Evaluar fuentes químicas bajo condiciones controladas permite reconocer alternativas de mayor eficiencia, reduciendo aplicaciones innecesarias y favoreciendo un manejo más racional del suelo y los nutrientes.

**Científica:** Existe información limitada sobre la respuesta de la quinua CICA-127 a diferentes fuentes nitrogenadas en condiciones locales del Cusco. Esta investigación aporta datos experimentales sobre rendimiento, variables agronómicas y rentabilidad, los cuales pueden servir como base para nuevos estudios, recomendaciones técnicas y estrategias de fertilización ajustadas a la zona.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general**

El uso de tres tipos de fertilización química, tiene un efecto significativo en el rendimiento y las características agronómicas del cultivo de quinua CICA – 127 (*Chenopodium quinoa* Willd) en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, Cusco, durante la campaña agrícola 2023-2024.

#### **3.2. Hipótesis específicas**

- La aplicación de tres tipos de fertilización química genera diferencias significativas en el rendimiento del cultivo de quinua CICA – 127, en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, Cusco, durante la campaña agrícola 2023-2024.
- Los tres tipos de fertilización química influyen significativamente en las características agronómicas del cultivo de quinua CICA – 127, en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, Cusco, durante la campaña agrícola 2023-2024.
- La rentabilidad económica del cultivo de quinua CICA – 127, varía significativamente según el tipo de fertilización química empleado, en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, Cusco, durante la campaña agrícola 2023-2024.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Antecedentes

#### 4.1.1. Internacional

Berti *et al.* (1995) desarrollaron la investigación denominada “Fertilización nitrogenada en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)”, en la Estación Experimental de la Universidad de Concepción, Campus Chillán, Chile. Los autores determinaron la eficiencia de uso del nitrógeno, el requerimiento interno del nutriente y su efecto sobre el rendimiento de grano y proteína en dos genotipos de quinua [FARO y UDEC10]. El ensayo se condujo bajo bloques completos al azar, con arreglo de parcelas divididas y cuatro repeticiones; las parcelas principales correspondieron a los genotipos, mientras que las subparcelas recibieron cuatro dosis de nitrógeno (0, 75, 150 y 225 kg/ha). Los resultados mostraron una respuesta cuadrática del rendimiento de grano en ambos materiales, con valores máximos de 2,268.3 kg/ha en FARO y 3,555.2 kg/ha en UDEC10, ambos con la dosis más alta de nitrógeno. El rendimiento proteico presentó comportamiento lineal, asociado con las dosis superiores; la eficiencia promedio de uso del nitrógeno alcanzó 47.63 %, mientras que el requerimiento interno fue de 0.76 % para FARO y 1.27 % para UDEC10. Los autores concluyeron que la fertilización nitrogenada incide en el rendimiento y la calidad proteica de la quinua; precisaron, además, que UDEC10 expresó mayor potencial productivo y mejor eficiencia de uso del nitrógeno bajo las condiciones edafoclimáticas evaluadas.

Correa (2023) ejecutó la investigación titulada “Efecto de diferentes niveles de nitrógeno sobre el rendimiento de quinua bajo las condiciones agroclimáticas de la hoya de Loja”, en la Universidad Nacional de Loja, Ecuador. La autora evaluó la respuesta del rendimiento y sus componentes frente a distintos niveles de nitrógeno; también determinó la curva de dilución crítica del nutriente en la variedad Tunkahuan. El experimento se instaló bajo diseño completamente al azar (DCA), con cinco niveles de fertilización nitrogenada aplicados

como urea (0, 50, 100, 200 y 400 kg/ha) y tres repeticiones, conformando 15 unidades experimentales. Los resultados determinaron efecto significativo del nitrógeno sobre el rendimiento de grano ( $p < 0.001$ ). La dosis de 200 kg/ha registró el mayor rendimiento promedio (3.41 t/ha); la dosis de 400 kg/ha redujo la respuesta productiva (2.97 t/ha), comportamiento asociado con un posible efecto depresivo por exceso del nutriente. La curva de dilución crítica ubicó al tratamiento de 200 kg/ha como el más eficiente para sostener la máxima tasa de crecimiento, mientras que 400 kg/ha evidenció consumo de lujo; el testigo (0 kg/ha) mantuvo deficiencia de nitrógeno durante el ciclo del cultivo. La autora concluyó que el manejo de la fertilización nitrogenada es decisivo para optimizar el rendimiento de quinua; recomendó 200 kg/ha de nitrógeno como dosis eficiente, por su respuesta productiva y por evitar costos innecesarios o riesgos ambientales asociados a dosis excesivas.

#### **4.1.2. Nacional**

Mendoza *et al.* (2016) realizaron la investigación titulada “Fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos variedades de quinua”, en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Lima. Los autores determinaron la curva de respuesta del rendimiento de grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) frente a dosis crecientes de nitrógeno; asimismo, evaluaron el comportamiento productivo de las variedades Salcedo INIA y Altiplano INIA bajo condiciones locales. El ensayo se condujo bajo Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones; se probaron cinco dosis de nitrógeno (0, 100, 200, 300 y 400 kg/ha), combinadas con dos variedades, conformando diez tratamientos. Las evaluaciones se efectuaron cinco meses después de la siembra, considerando el rendimiento de grano expresado en toneladas por hectárea. Los resultados indicaron ausencia de diferencias significativas entre variedades ( $p > 0.05$ ); en cambio, las dosis de nitrógeno sí mostraron efecto significativo sobre el rendimiento ( $p \leq 0.05$ ). La dosis de 200 kg/ha alcanzó el mayor rendimiento, con 2.8 t/ha; dosis superiores redujeron la productividad,

comportamiento atribuido a efectos depresivos por exceso de nitrógeno. Los autores concluyeron que la fertilización nitrogenada incide directamente en el rendimiento de quinua, siempre que la dosis se ajuste a la respuesta fisiológica del cultivo y no exceda el umbral productivo.

Valdivia (2018) desarrolló la investigación “Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), variedad INIA Salcedo en el distrito de La Joya, Arequipa”, en la Universidad Católica de Santa María. El autor evaluó la interacción entre densidad de siembra y fertilización nitrogenada en la producción de quinua, bajo condiciones edafoclimáticas de La Joya. El experimento se instaló bajo Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial  $3 \times 3$ ; se consideraron tres densidades de siembra [1, 2 y 3 plantas por golpe, equivalentes a 62,500; 125,000 y 187,500 plantas/ha] y tres niveles de nitrógeno (150, 200 y 250 kg/ha). La fertilización se aplicó en tres momentos: fondo, 25 días después de la siembra (dds) y 75 dds. Los resultados determinaron que el mayor rendimiento de grano seco (5,523.9 kg/ha) correspondió a la densidad de tres plantas por golpe con 200 kg/ha de nitrógeno. El incremento de densidad elevó el peso de panojas y el rendimiento total; los niveles nitrogenados influyeron en el diámetro y peso de grano. En rentabilidad, el tratamiento de tres plantas por golpe con 200 kg/ha de nitrógeno registró el mayor ingreso neto (S/. 8,775.94). El autor concluyó que la combinación entre densidad poblacional y nivel nitrogenado modifica el rendimiento y la calidad del grano; para La Joya, la alternativa más eficiente fue tres plantas por golpe con 200 kg/ha de nitrógeno.

Velasco (2013) llevó a cabo la investigación titulada “Evaluación del rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Real Boliviana con fertilización nitrogenada y materia orgánica en el Centro Experimental Agrícola III, Los Pichones, Tacna”, en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. El autor determinó la influencia de distintos

niveles de nitrógeno y estiércol sobre el rendimiento y las características agronómicas de la quinua. El ensayo se condujo bajo Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 16 tratamientos y tres repeticiones; se evaluaron cuatro niveles de nitrógeno (80, 130, 180 y 230 kg/ha) y cuatro niveles de estiércol (0, 10, 15 y 20 t/ha). Las variables registradas fueron altura de planta, longitud y ancho de panoja, peso de biomasa fresca y rendimiento de grano por hectárea. Los resultados determinaron efecto significativo del nitrógeno en todas las variables evaluadas; el mejor comportamiento se obtuvo con 230 kg/ha de nitrógeno. La altura máxima alcanzó 156 cm; la longitud de panoja, 64.7 cm; el ancho de panoja, 15.38 cm; la biomasa fresca, 360 g/planta; y el mayor rendimiento de grano, 2,734 kg/ha. El estiércol incidió principalmente en la altura de planta, con mejor respuesta a 20 t/ha. El autor concluyó que la fertilización nitrogenada, combinada con materia orgánica en niveles adecuados, mejora el rendimiento y el comportamiento agronómico de la quinua; precisó, además, que el manejo técnico de la fertilización es decisivo para optimizar la productividad en condiciones similares a Tacna.

#### **4.1.3. Local**

Villaca (2024) llevó a cabo la investigación titulada “Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina de 14 líneas de quinua y variedad CICA-127 (*Chenopodium quinoa* Willdenow) en K’ayra, San Jerónimo, Cusco”. El autor evaluó el rendimiento de grano, la caracterización agrobotánica y el contenido de saponina en 14 líneas de quinua y la variedad CICA-127. El ensayo se instaló bajo Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 15 tratamientos, tres repeticiones y 45 unidades experimentales. Los resultados de rendimiento de grano mostraron superioridad de varias líneas frente a la variedad testigo CICA-127; destacaron L-275-14, con 8.25 t/ha, y L-273-14, con 7.92 t/ha. La línea L-273-14 registró el menor contenido de saponina, con 1.81 ml de espuma, condición que la ubica como material apto para consumo directo o clasificación como

quinua dulce. En las características agrobotánicas, la mayor altura correspondió a L-273-14, con 214.33 cm; asimismo, la mayoría de líneas mostró similitud estadística con CICA-127 en diámetro de tallo, longitud y diámetro de panoja, y caracteres foliares. En la morfología general, las líneas presentaron rasgos uniformes: crecimiento arbustivo, hábito ramificado hasta el tercio superior, panoja amarantiforme compacta, grano amarillo, forma cilíndrica y ausencia de axilas pigmentadas en la mayoría de materiales. El autor concluyó que los resultados obtenidos aportan criterios útiles para seleccionar material genético de alto rendimiento, menor saponina y calidad agronómica bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra.

## **4.2. Bases teóricas**

### **4.2.1. Generalidades del cultivo de quinua**

#### **4.2.1.1. Origen y domesticación**

**Mujica (2015)** sostiene que la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es originaria de la región andina, con mayor diversidad genética en el entorno del lago Titicaca [Perú y Bolivia]. Su domesticación inició con el uso de hojas y, luego, de semillas; este proceso permitió adaptar el cultivo a condiciones edafoclimáticas restrictivas, incluso sobre los 4,000 m s. n. m. El autor precisa que las poblaciones preincaicas la emplearon como alimento básico por su valor nutritivo y medicinal; también la incorporaron en prácticas rituales, reflejando su función cultural dentro de las sociedades andinas. La selección empírica sostenida favoreció su mejoramiento progresivo y su expansión hacia distintas zonas de Sudamérica.

**Mujica et al. (2022)** señalan que la domesticación de la quinua fue un proceso prolongado, condicionado por sistemas agrícolas andinos complejos. Las terrazas, camellones y sistemas de riego permitieron producir en ambientes adversos; también facilitaron la diversificación genética mediante ecotipos adaptados a diferentes altitudes, temperaturas y condiciones de humedad. Los autores precisan que, aunque la quinua fue desplazada

parcialmente tras la colonización española, su adaptabilidad y calidad nutricional permitieron su revaloración. Actualmente, su importancia se vincula con la seguridad alimentaria, la sostenibilidad agrícola y la producción de alimentos frente al cambio climático.

#### **4.2.1.2. Taxonomía**

FAO (2011), con base en Cronquist (1995) y Wilson (1980), señala que la quinua: con tiene una amplia distribución mundial; cerca de 250 especies y la clasificación taxonómica se presenta de la siguiente manera:

División : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Subclase : Caryophyllidae

Orden : Caryophyllales

Familia : Chenopodiaceae

Género : *Chenopodium*

Sección : *Chenopodia*

Subsección : *Cellulata*

Especie : *Chenopodium quinoa* Willd.

#### **4.2.1.3. Morfología de la quinua**

##### **4.2.1.3.1. Raíz**

Gómez y Aguilar (2016) describen que la quinua presenta una raíz pivotante, formada por una raíz principal y numerosas raíces laterales con alta ramificación. Su profundidad varía entre 0.8 y 1.5 m, según el genotipo, las condiciones del suelo, la disponibilidad de nutrientes y la humedad. Esta estructura radicular favorece la exploración del perfil edáfico y permite sostener el crecimiento del cultivo en ambientes con restricción hídrica.

#### **4.2.1.3.2. Tallo**

Apaza *et al.* (2013) señalan que el tallo de la quinua es cilíndrico en la base y anguloso hacia las ramificaciones; presenta colores variables, desde verde hasta rojo, con estrías y pigmentación axilar según el material genético. Durante la madurez, la médula pasa de una consistencia blanda a una textura esponjosa y seca, dejando el tallo hueco al momento de cosecha. Estos rasgos permiten diferenciar variedades y estados de desarrollo.

#### **4.2.1.3.3. Hojas**

Apaza *et al.* (2013) mencionan que las hojas de la quinua son alternas, carnosas y cubiertas por cristales de oxalato de calcio. Estas estructuras intervienen en la captación de humedad ambiental y en la regulación de la transpiración. La coloración foliar varía entre verde y rojo, según la variedad; la pubescencia granular constituye un rasgo asociado con la tolerancia del cultivo frente al estrés hídrico.

#### **4.2.1.3.4. Inflorescencia**

Gómez y Aguilar (2016) indican que la inflorescencia de la quinua, denominada panoja, se origina en el eje principal y se proyecta mediante ramificaciones secundarias y terciarias. Su arquitectura puede ser compacta o laxa, de acuerdo con el genotipo y las condiciones de cultivo. Las panojas compactas suelen asociarse con granos de menor tamaño; las laxas, con granos de mayor dimensión.

#### **4.2.1.3.5. Flores**

Apaza *et al.* (2013) precisan que las flores de la quinua pueden ser sésiles o pediceladas, agrupadas en glomérulos. La especie es ginomonoica, por presentar flores hermafroditas y pistiladas en una misma inflorescencia. Las flores hermafroditas se ubican generalmente en el ápice de los glomérulos y presentan mayor tamaño que las pistiladas; ambas participan en la formación del fruto.

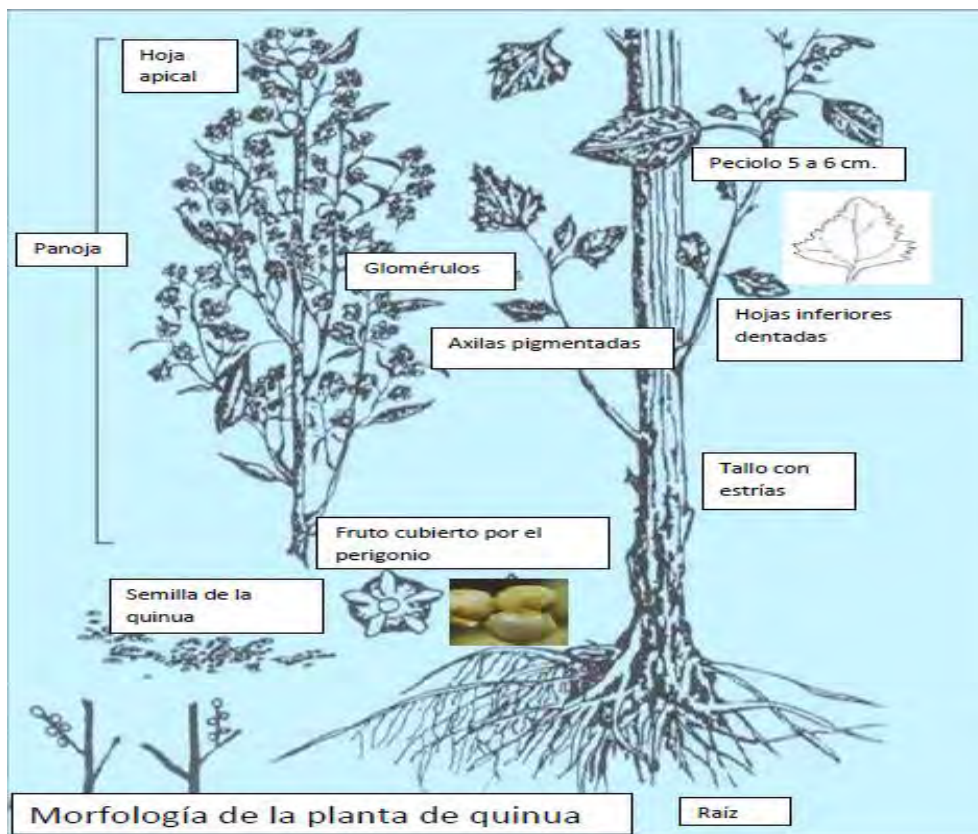
#### 4.2.1.3.6. Fruto

Gómez y Aguilar (2016) señalan que el fruto de la quinua es un aquenio de forma variable (lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal), cubierto por el perigonio, el cual suele desprenderse al alcanzar la madurez. Su diámetro fluctúa entre 1.5 y 3.0 mm. El grano contiene saponinas, responsables del sabor amargo, y concentra las propiedades nutritivas y funcionales asociadas al cultivo.

#### 4.2.1.3.7. Semillas

Apaza *et al.* (2013) describen que la semilla de quinua está constituida por epispermo, embrión y perispermo. El epispermo corresponde a una membrana fina de recubrimiento; el embrión ocupa cerca del 30 % del volumen total y rodea al perispermo en forma de anillo. El perispermo actúa como tejido principal de reserva y está compuesto, principalmente, por almidón.

**Figura 1.**  
*Morfología de la planta de quinua.*



Fuente: Tomado de APRODES (s.f.).

#### **4.2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos**

##### **4.2.1.4.1. Rango altitudinal y clima**

Gómez y Aguilar (2016) señalan que la quinua presenta amplia adaptación altitudinal, desde el nivel del mar hasta los 4,000 m s. n. m.; sin embargo, su mayor productividad se registra entre 2,400 y 3,800 m s. n. m. Las temperaturas óptimas para su crecimiento fluctúan entre 7 y 17 °C; puede tolerar descensos cercanos a -2 °C por periodos cortos. El estrés térmico, por frío o calor, afecta la formación y viabilidad del polen, reduciendo el rendimiento.

##### **4.2.1.4.2. Precipitación y requerimientos hídricos**

Gómez y Aguilar (2016) indican que la quinua requiere entre 300 y 800 mm de precipitación anual, según variedad, ambiente y fase fenológica. Las etapas críticas de demanda hídrica corresponden a germinación, emergencia, floración y llenado de grano. Aunque la especie tolera sequía, la falta de agua en dichos periodos reduce la productividad. Esta tolerancia se relaciona con su sistema radicular profundo y ramificado, capaz de explorar capas inferiores del suelo.

##### **4.2.1.4.3. Características del suelo**

Murillo *et al.* (2023) precisan que la quinua responde mejor en suelos de textura franco-arenosa, buen drenaje y contenido moderado a alto de materia orgánica. El cultivo se desarrolla en rangos de pH entre 5.5 y 8.0, con preferencia por condiciones neutras a ligeramente alcalinas; también tolera suelos marginales y ambientes salinos, por lo que se reconoce como especie halófila facultativa.

Gómez y Aguilar (2016) advierten que los suelos compactados o con drenaje deficiente limitan el crecimiento radicular y elevan el riesgo de enfermedades. Por ello, la estructura física del suelo resulta decisiva para sostener absorción de agua, nutrientes y estabilidad del cultivo.

#### **4.2.1.4.4. Resistencia a condiciones adversas**

Murillo *et al.* (2023) sostienen que la quinua tolera estrés abiótico mediante mecanismos fisiológicos y morfológicos específicos. La regulación estomática, asociada con cristales de oxalato de calcio en las hojas, reduce la transpiración; la tolerancia a salinidad y la eliminación parcial de hojas disminuyen el área foliar bajo estrés hídrico. Estos mecanismos explican su adaptación a ambientes restrictivos.

#### **4.2.1.5. Importancia**

##### **4.2.1.5.1. Importancia económica y productiva**

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA] (2015) señala que la quinua adquirió relevancia económica en el Perú por el incremento de su demanda nacional e internacional. Su producción, concentrada principalmente en regiones andinas, aporta a la economía rural y beneficia a pequeños productores vinculados al cultivo. La declaración del “Año Internacional de la Quinua” en 2013 marcó un punto de expansión comercial y posicionó al grano como cultivo estratégico para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible.

MIDAGRI (2024) resalta que el Perú se consolidó como principal exportador mundial de quinua, con una participación aproximada del 52 % de la producción global durante la última década. Puno, Ayacucho y Cusco figuran entre los principales centros productores, favorecidos por condiciones agroclimáticas aptas para el cultivo. Este comportamiento fortaleció la competitividad del país en mercados internacionales y generó mayores oportunidades económicas para las zonas productoras.

##### **4.2.1.5.2. Importancia alimentaria y nutricional**

La Oficina Internacional del Trabajo [OIT] (2015) sostiene que la quinua posee alto valor nutricional por su contenido de proteínas de calidad, aminoácidos esenciales y minerales como hierro y zinc. También contiene compuestos bioactivos, entre ellos polifenoles, asociados

con propiedades funcionales para la salud. Esta composición la convierte en un alimento relevante para la seguridad alimentaria y para dietas orientadas a poblaciones vulnerables.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA] (2015) enfatiza que la quinua presenta amplia versatilidad alimentaria. Su uso no se limita al consumo tradicional como grano; también se emplea en harinas, hojuelas, bebidas y otros productos procesados. Esta capacidad de transformación permitió su ingreso a mercados especializados, principalmente en segmentos de alimentos saludables, gourmet y productos con valor agregado.

**Tabla 1.**

*Contenido de nutrientes de Chenopodium quinoa.*

<b>Nutriente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor por 100 g</b>
Agua	G	13,28
Energía	Kcal	368
Energía	KJ	1539
Proteína	G	14,12
Lípidos Totales (grasa)	G	6,07
Cenizas	G	2,38
Carbohidratos por diferencia	G	64,16
Fibra total dietaria	G	7,00
Almidón	G	52,22
Calcio, Ca	Mg	47,00
Fierro, Fe	Mg	4,57
Magnesio, Mg	Mg	197,00
Fósforo, P	Mg	457,00
Potasio, K	Mg	563,00
Sodio, Na	Mg	5,00
Zinc, Zn	Mg	3,10
Cobre, cu	Mg	0,59
Manganeso, Mn	Mg	2033,00
Selenio, Se	µg	8,50

Fuente: FAO (2013).

#### **4.2.1.5.3. Importancia ambiental y adaptabilidad**

La Oficina Internacional del Trabajo [OIT] (2015) señala que la quinua presenta alta adaptación a condiciones restrictivas de clima y suelo; por ello, constituye una alternativa

agrícola frente al cambio climático. Su capacidad para desarrollarse en suelos pobres, salinos y con limitada disponibilidad hídrica permitió su expansión a más de 50 países fuera de la región andina, consolidándola como recurso estratégico para sistemas productivos vulnerables.

MIDAGRI (2024) menciona que el Perú impulsa acciones de investigación y desarrollo orientadas a optimizar el manejo agronómico de la quinua. Estas iniciativas promueven prácticas de cultivo sostenible, certificación orgánica y comercio justo; con ello, se busca reducir impactos ambientales, mejorar la trazabilidad productiva y fortalecer la competitividad del grano en mercados internacionales.

#### **4.2.1.5.4. Producción de quinua a nivel mundial**

MIDAGRI (2024) precisa que la producción mundial de quinua se concentra principalmente en Perú, Bolivia y Ecuador, países que reúnen cerca del 90 % del volumen global. En 2022, Perú lideró la producción con 113.4 mil toneladas; Bolivia registró 44.7 mil toneladas y Ecuador, 0.9 mil toneladas. Este predominio confirma el rol de la región andina como núcleo productivo mundial, asociado con la adaptación del cultivo a ambientes de altura, estrés hídrico y suelos de fertilidad variable.

**Tabla 2.**

*Principales productores de quinua, 2018 – 2022.*

Nº	Pais	2018 (Miles t)	2019 (Miles t)	2020 (Miles t)	2021 (Miles t)	2022 (Miles t)
1	Perú	86.80	89.40	100.20	106.80	113.40
2	Bolivia	70.80	67.10	70.20	49.60	44.70
3	Ecuador	2.10	4.50	4.90	1.50	0.90
4	Bhutan	-	-	0.10	0.04	0.02
Total		159.70	161.00	175.40	157.94	159.02

Fuente: adaptado de MIDAGRI (2024).

#### **4.2.1.5.5. Producción nacional de quinua en el Perú**

MIDAGRI (2023) destaca que la producción nacional de quinua alcanzó 113,355 toneladas en 2022, volumen cercano al registrado durante el “Año Internacional de la Quinua”

[2014], cuando se obtuvo 114,725 toneladas. Este comportamiento evidencia la continuidad productiva del cultivo en el país, asociada con políticas de fomento agrario, apertura de mercados internacionales y mayor valoración comercial del grano por su calidad nutricional y certificaciones orgánicas.

#### 4.2.1.5.6. Producción por departamentos en el Perú

MIDAGRI (2024) precisa que el 93.7 % de la producción nacional se concentra en Puno, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Arequipa, Junín y Huancavelica. Puno mantiene la mayor participación productiva; en 2022 alcanzó 45,188 toneladas y un rendimiento promedio de 1,226 kg/ha. Arequipa, aunque con menor volumen de producción, registró la mayor eficiencia productiva, con 3,677 kg/ha, valor superior al promedio nacional. En 2023, la producción nacional descendió a 70,336 toneladas, frente a 114,212 toneladas en 2022, con una variación negativa de 38.40 %. Cusco también presentó reducción significativa, pasando de 10,337 toneladas en 2022 a 4,149 toneladas en 2023, equivalente a una disminución de 59.90 % respecto al año anterior.

**Tabla 3.**

*Producción nacional y por departamentos de quinua, año 2023.*

Nacional /Departamento	Promedio histórico	2022 (t)	2023 (t)	Var. %		Var. absolutos (t)	
				2023/ Promedio	2023/22	2023/ Promedio	2023/22
Nacional	99,478	114,212	70,336	-29.30	-38.40	-29,142	-43,876
Puno	40,908	45,188	7,267	-83.90	-83.90	-33,641	-37,921
Ayacucho	22,134	27,837	28,222	27.50	1.40	6,088	385
Apurímac	11,230	12,733	13,343	18.80	4.80	2,113	610
Cusco	7,713	10,337	4,149	-46.20	-59.90	-3,564	-6,188
Arequipa	6,765	5,534	6,521	-3.60	17.80	-244	987
Junín	4,483	6,196	5,214	16.30	-15.90	731	-983
Huancavelica	2,233	2,498	2,295	2.80	-8.10	62	-203
Otros	4,012	3,888	3,325	-17.10	-14.50	-687	-563

Fuente: MIDAGRI (2024).

#### **4.2.1.5.7. Rendimientos por hectárea**

MIDAGRI (2024) subraya que el rendimiento nacional de quinua aumentó de 1,318 kg/ha en 2018 a 1,805 kg/ha en 2023; esta variación representa un incremento de 24.3 % en menos de cinco años. Dicho avance se asocia con la incorporación de tecnologías agrícolas, el uso de fertilizantes orgánicos y el fortalecimiento de capacidades técnicas en comunidades productoras.

#### **4.2.2. Fertilizantes**

##### **4.2.2.1. Importancia de los fertilizantes en el cultivo de quinua**

Acuña (2012) resalta que los fertilizantes cumplen una función directa en la conservación de la fertilidad del suelo y en la mejora del rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), cultivo con alta demanda de nitrógeno, fósforo y potasio. Por su capacidad de extracción mineral, la reposición periódica de nutrientes resulta necesaria para evitar el agotamiento del suelo y sostener la productividad. La fertilización, además de incrementar la respuesta productiva, incide en la viabilidad económica del cultivo, principalmente en sistemas agrícolas con recursos limitados.

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía [IDAE] (2007) enfatiza que los fertilizantes nitrogenados incrementan el rendimiento y optimizan la eficiencia de uso del suelo. Su aplicación técnica permite reducir pérdidas por lixiviación, mejorar la disponibilidad de nutrientes para la planta y mantener un equilibrio operativo entre productividad agrícola y conservación del entorno.

##### **4.2.2.2. Tipos de fertilizantes utilizados en quinua**

Humpiri (1982) explica que los fertilizantes químicos, entre ellos nitrato de amonio, superfosfato triple de calcio y cloruro de potasio, se emplean en quinua por su capacidad para suministrar nutrientes esenciales en forma directa. La formulación 120-80-40 kg/ha de NPK mostró efecto favorable en rendimiento de grano, altura de planta y longitud de panoja; esta

respuesta fue más marcada en suelos de baja fertilidad, donde la fertilización permitió corregir deficiencias y mejorar el desarrollo del cultivo.

Calla (2012) destaca que los fertilizantes orgánicos, como estiércol de alpaca, llama y vacuno, aportan nutrientes y mejoran la estructura física del suelo. Estos insumos incrementan la retención de humedad, favorecen el crecimiento bajo estrés hídrico y sostienen sistemas de producción orgánica de quinua. Su uso permite articular productividad, conservación del suelo y demanda de mercados orientados a productos certificados como ecológicos.

#### **4.2.2.3. Fertilización nitrogenada y su impacto**

Carbonero (1975) señala que el nitrógeno participa en la síntesis de aminoácidos, proteínas y clorofila; por ello, regula procesos vinculados con fotosíntesis, división celular y formación de tejidos. Su función resulta crítica durante la fase vegetativa y reproductiva de la planta. El autor advierte que aplicaciones excesivas pueden inducir crecimiento desbalanceado, retraso de madurez y disminución de la productividad final.

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía [IDAE] (2007) resalta que el manejo eficiente del nitrógeno exige análisis de suelo y aplicación fraccionada del fertilizante. Estas prácticas permiten ajustar dosis según etapa fenológica, mejorar la absorción del nutriente y reducir pérdidas por volatilización o lixiviación; con ello, disminuye el impacto ambiental asociado al uso inadecuado de fuentes nitrogenadas.

#### **4.2.2.4. Recomendaciones de manejo**

Acuña (2012) recomienda fraccionar la fertilización, con una dosis basal al momento de la siembra y aplicaciones complementarias en fases críticas, como floración y llenado de grano. Este manejo asegura suministro continuo de nutrientes, evita acumulaciones excesivas en el suelo, reduce pérdidas por lixiviación y mejora la eficiencia de absorción. El autor también precisa que el análisis previo del suelo permite ajustar las dosis según las condiciones reales del terreno.

Calla (2012) resalta que la rotación con leguminosas y el uso de abonos verdes mejoran la fertilidad del suelo y reducen la dependencia de fertilizantes químicos. Estas prácticas, integradas con un manejo racional de la fertilización, sostienen la productividad del sistema agrícola y conservan las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

#### **4.2.2.5. Niveles de fertilización en el cultivo de quinua**

Humpiri (1982) evaluó distintos niveles de fertilización y determinó que dosis altas, como 120-80-40 kg/ha de NPK, fueron más eficientes para maximizar el rendimiento, alcanzando 5,193.9 kg/ha de grano seco. Los niveles bajos mostraron menor respuesta en desarrollo fenológico y productividad; por ello, el ajuste de dosis debe responder a la demanda del cultivo y a la condición del suelo.

Mendoza (1979), citado por Acuña (2012), destaca que formulaciones altas, como 120-80-60 kg/ha de NPK, favorecen rendimientos óptimos en suelos con baja fertilidad natural. El autor advierte que el uso excesivo de fertilizantes puede elevar costos sin generar incrementos proporcionales en producción; por tanto, recomienda validar dosis en campo, según zona, suelo y respuesta del cultivo.

Gómez y Aguilar (2016) señalan que la quinua es exigente en nutrientes y materia orgánica, principalmente cuando se busca expresar su potencial genético de rendimiento. En ensayos bajo riego, reportaron rendimientos entre 6,000 y 7,000 kg/ha con dosis de 300-120-300 kg/ha de N-P-K, en suelos franco arenosos de alta permeabilidad. Estos valores superan las tasas promedio de extracción estimadas para un rendimiento de 4 t/ha [100 kg/ha de N, 30 kg/ha de P y 75 kg/ha de K], lo que evidencia la alta demanda nutricional del cultivo en sistemas intensivos.

SENASA (s.f.), con base en referencias de cultivos andinos publicadas por FAO (2001), señala que la quinua es exigente en nutrientes y materia orgánica. Para condiciones de sierra, reporta un requerimiento promedio de 80-40-00 kg/ha de NPK; para costa, 240-200-80 kg/ha

de NPK. El mismo documento indica que, en experiencias de productores de Ayacucho y Apurímac, la aplicación mínima de 20 sacos de guano de islas equivale aproximadamente a 120-100-25 kg/ha de NPK, permitiendo obtener rendimientos entre 1,500 y 2,000 kg/ha.

#### **4.2.2.6. Ley de mínimo**

##### **4.2.2.6.1. Definición y fundamentos**

Salmerón y García (1994), al interpretar los principios de Justus von Liebig (1842), explican que la Ley del Mínimo establece que el rendimiento de un cultivo queda condicionado por el nutriente esencial presente en menor disponibilidad frente a la demanda fisiológica de la planta. La insuficiencia de un elemento asimilable reduce la eficiencia de los demás nutrientes y limita el crecimiento; por tanto, el cultivo no puede expresar un rendimiento superior al permitido por el factor más restrictivo del sistema.

Salmerón y García (1994) precisan que esta ley se sostiene en tres fundamentos: el factor mínimo limitante, la insustituibilidad de los nutrientes y el equilibrio nutricional. El primero indica que la deficiencia de un solo nutriente reduce la productividad; el segundo establece que ningún elemento reemplaza la función metabólica de otro; el tercero exige que ningún nutriente actúe como limitante si se busca alto rendimiento. Bajo este principio, elementos como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg) y azufre (S) pueden definir los límites fisiológicos del crecimiento vegetal en cultivos como la quinua.

##### **4.2.2.6.2. La Ley del Mínimo en la determinación de los niveles de fertilización**

Salmerón y García (1994) indican que el fósforo (P) puede actuar como nutriente mínimo limitante en la producción agrícola, incluso cuando nitrógeno (N) y potasio (K) se aplican en cantidades suficientes o excesivas. Si el fósforo no se encuentra en la proporción requerida por el cultivo, restringe la respuesta productiva del sistema.

En quinua, Gómez y Aguilar (2016) agregan que este nutriente se absorbe principalmente durante las primeras fases de crecimiento; su función es decisiva en el

desarrollo radicular, y su deficiencia se expresa en menor altura de planta, inflorescencias reducidas y maduración tardía.

FAO (2022) precisa que la Ley del Mínimo exige una fertilización racional y balanceada, basada en la disponibilidad edáfica, los requerimientos específicos del cultivo y el rendimiento esperado. Los nutrientes primarios [N, P, K] deben aplicarse en proporciones técnicamente ajustadas; cuando el suelo lo demande, deben incorporarse magnesio, azufre y micronutrientes. Este manejo evita carencias, excesos y desequilibrios nutricionales que reducen la eficiencia del sistema productivo.

#### **4.2.2.6.3. Consecuencias de la fertilización desequilibrada**

Salmerón y García (1994) sostienen que el incumplimiento de la Ley del Mínimo genera ineficiencia productiva, desequilibrio nutricional del suelo y pérdida de capital agrícola. La fertilización excesiva o deficiente rompe la relación entre disponibilidad y demanda del cultivo; por ello, el exceso de un elemento asimilable puede reducir la eficacia de otros nutrientes y disminuir el rendimiento de la cosecha. Esta condición contradice el manejo racional de la fertilidad y reduce la sostenibilidad del sistema agrícola.

Salmerón y García (1994) explican que los excesos nutricionales provocan antagonismos iónicos que restringen la absorción de otros elementos. Un exceso de fósforo (P) puede inducir deficiencias de cobre (Cu) y zinc (Zn); la sobrefertilización con calcio (Ca) puede reducir la disponibilidad de magnesio (Mg); una aplicación desproporcionada de nitrógeno (N) puede limitar la absorción de cobre (Cu). Estos desbalances alteran las relaciones catiónicas del suelo [Ca, Mg, K], reducen la fertilidad natural y favorecen la degradación progresiva del perfil edáfico.

#### **4.2.2.7. Función del nitrógeno en las plantas.**

Carbonero (1975) destaca que la disponibilidad adecuada de nitrógeno incrementa la producción de biomasa y el rendimiento, debido a su participación en la fotosíntesis y en el uso

eficiente de otros nutrientes. Este macronutriente, absorbido principalmente como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), regula procesos fisiológicos vinculados con crecimiento, formación de tejidos y acumulación de proteína en el grano.

Calla (2012) añade que el nitrógeno interviene en el desarrollo de hojas y tallos, estructuras asociadas con captación de luz, transporte de nutrientes y vigor vegetativo. Su manejo deficiente, por exceso o déficit, reduce el rendimiento, altera el equilibrio fisiológico del cultivo y puede incrementar la susceptibilidad de las plantas frente a plagas y enfermedades.

### ***4.2.3. Fertilización química***

#### **4.2.3.1. Principios y fundamentos de la fertilización química**

FAO (2002) explica que el incremento de la producción por unidad de superficie exige reponer oportunamente los nutrientes esenciales extraídos por los cultivos. Los fertilizantes minerales cumplen esta función al aportar elementos disponibles para la planta; por ello, pueden duplicar o triplicar los rendimientos cuando se aplican en dosis adecuadas y bajo criterios técnicos. Su uso también mejora la eficiencia de la tierra y del agua, principalmente en sistemas donde la disponibilidad hídrica limita la producción.

FAO (2002) precisa que el crecimiento vegetal responde a la Ley del Mínimo; es decir, el rendimiento queda restringido por el nutriente presente en menor disponibilidad respecto a la demanda del cultivo. Bajo este principio, ningún elemento esencial debe actuar como factor limitante. La fertilización desequilibrada, centrada solo en nitrógeno, agota reservas de otros nutrientes, reduce calidad del producto y puede favorecer problemas fitosanitarios o encamado.

FAO (2002) detalla que la dinámica de los nutrientes en el suelo depende del complejo de adsorción, formado principalmente por arcillas y materia orgánica. Dicho complejo retiene cationes y aniones; luego, los nutrientes pasan a la solución del suelo, desde donde son absorbidos por las raíces. Su desplazamiento hacia la zona radicular ocurre por difusión y flujo de masa, según concentración, humedad y movilidad química del elemento.

Salmerón y García (1994) aclaran que el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) permanece móvil en el suelo y presenta alta susceptibilidad a lixiviación; el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) se adsorbe en el complejo de intercambio; y el fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) muestra baja movilidad por fijación con calcio (Ca), hierro (Fe) y aluminio (Al). Estas diferencias condicionan la eficiencia de la fertilización y la oportunidad de aplicación.

#### **4.2.3.2. Tipos de fertilizantes, composición química y ley comercial**

FAO (2002) definen como fertilizante mineral a todo material industrializado que contiene, como mínimo, 5 % de uno o más nutrientes primarios [N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  o  $\text{K}_2\text{O}$ ]. Estos productos se clasifican en fertilizantes simples, cuando aportan un nutriente primario principal, y fertilizantes multinutrientes, cuando contienen dos o tres nutrientes primarios. En estos últimos, la composición puede obtenerse mediante mezcla física o por procesos químicos que generan gránulos con fórmula nutricional garantizada.

FAO (2002) precisan que el grado o ley comercial del fertilizante expresa el contenido porcentual de nutrientes, usualmente en el orden N- $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{K}_2\text{O}$ . Esta información permite calcular la cantidad de fertilizante comercial necesaria para cubrir una dosis específica de nutrientes por hectárea. Así, una fórmula 17-17-17 contiene 17 % de N, 17 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$  y 17 % de  $\text{K}_2\text{O}$ ; por tanto, la ley comercial constituye la base técnica para el cálculo de dosis de fertilización.

FAO (2002) señalan que entre los fertilizantes simples se encuentran la Urea [45-46 % de N], el Nitrato amónico [33-34.5 % de N], el Superfosfato triple [46 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ] y el Cloruro de potasio [hasta 60 % de  $\text{K}_2\text{O}$ ]. Entre los fertilizantes multinutrientes se incluyen productos NPK, NP y PK, formulados para aportar nutrientes en proporciones definidas y facilitar una dosificación uniforme.

FAO (2002) recomiendan incorporar la Urea al suelo o aplicarla antes de una lluvia o riego, debido a su susceptibilidad a pérdidas por volatilización cuando permanece expuesta en

superficie. La entidad también señala que los fertilizantes de liberación controlada, así como los inhibidores de nitrificación y ureasa, mejoran la eficiencia del nitrógeno y reducen pérdidas del nutriente aplicado.

**Tabla 4.**

*Ley comercial de los fertilizantes utilizados en la investigación.*

<b>Fertilizante</b>	<b>Tipo de fertilizante</b>	<b>Ley comercial o grado</b>	<b>Nutriente considerado para el cálculo</b>	<b>Fuente</b>
Urea	Nitrogenado simple	46 % N	Nitrógeno (N)	FAO (2002)
Entec + S	Nitrogenado estabilizado	26 % N + 13 % S	Nitrógeno (N)	Ficha técnica del producto
Nitrato de amonio	Nitrogenado simple	33 % N + 3 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nitrógeno (N) y fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Ficha técnica del producto
Superfosfato triple de calcio	Fosfatado simple	46 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 18 % Ca	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	FAO (2002)

#### **4.2.3.3. Función fisiológica de los nutrientes principales**

FAO (2002) señala que las plantas requieren dieciséis elementos esenciales para completar su ciclo biológico. Los macronutrientes primarios [N, P, K] y secundarios [Ca, Mg, S] se demandan en mayor cantidad; los micronutrientes [Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl], aunque requeridos en trazas, cumplen funciones insustituibles en procesos metabólicos específicos.

FAO (2002) explica que el nitrógeno forma parte de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos y clorofila; interviene en la síntesis de tejidos, el crecimiento vegetativo y la formación del rendimiento. La planta lo absorbe principalmente como nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

Salmerón y García (1994) añaden que su deficiencia provoca clorosis en hojas viejas, menor crecimiento y pérdida de vigor; por ello, su manejo debe considerar movilidad, oportunidad de aplicación y riesgo de pérdidas.

FAO (2002) expone que el fósforo participa en el almacenamiento y transferencia de energía [ATP/ADP], la fotosíntesis, la diferenciación celular y el desarrollo de tejidos

meristemáticos. Su absorción ocurre principalmente como  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  o  $\text{HPO}_4^{2-}$ , según el pH del suelo.

Salmerón y García (1994) precisan que su baja movilidad exige una colocación adecuada, a fin de reducir fijación y mejorar la interceptación radicular.

FAO (2002) sostiene que el potasio activa numerosas enzimas, regula la turgencia celular, la osmorregulación, la transpiración y el balance hídrico; también interviene en la síntesis de carbohidratos y proteínas.

Salmerón y García (1994) indican que su deficiencia inicia con clorosis marginal y progresa hacia necrosis en bordes foliares, afectando el tamaño de órganos cosechables y la tolerancia al estrés.

FAO (2002) añade que el magnesio constituye el átomo central de la clorofila y actúa como cofactor en reacciones de fosforilación; el calcio cumple función estructural en membranas y paredes celulares, y participa en división y elongación; el azufre integra aminoácidos y coenzimas, e interviene en la reducción de nitratos y en la actividad metabólica general.

Salmerón y García (1994) complementan que los micronutrientes, por su función enzimática y redox, condicionan procesos como biosíntesis de clorofila [Fe], reducción de nitratos [Mo] e integridad de paredes celulares y meristemas [B]. Su disponibilidad depende del pH, la materia orgánica y las condiciones de oxidación-reducción; por ello, requieren monitoreo fino y, cuando corresponda, suministro foliar o quelatado.

#### **4.2.3.4. Nitrógeno [N]**

FAO (2002) indica que el nitrógeno es el “motor del crecimiento de la planta”; por ello, su suficiencia condiciona el vigor vegetativo, la floración y la formación de estructuras reproductivas. Este nutriente participa directamente en la expresión del potencial productivo, siempre que su disponibilidad sea compatible con la demanda fisiológica del cultivo.

Salmerón y García (1994) precisan que el nitrógeno es constituyente básico de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, clorofila y fitohormonas; en consecuencia, su disponibilidad incide en el crecimiento, la fotosíntesis y la productividad. Los autores añaden que su concentración puede representar entre 1 % y 4 % de la materia seca vegetal; su deficiencia se manifiesta mediante clorosis en hojas viejas, reducción del vigor y detención general del crecimiento.

FAO (2002) explica que las plantas absorben el nitrógeno principalmente como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ); por tanto, la dinámica edáfica de ambas formas define riesgos de pérdida y criterios de manejo. El nitrato presenta alta movilidad en el suelo, no se retiene de forma significativa en el complejo de intercambio y se desplaza por flujo de masa; esta condición favorece su disponibilidad, pero incrementa el riesgo de lixiviación.

Salmerón y García (1994) detallan que el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) se adsorbe al complejo coloidal del suelo y puede transformarse en nitrato mediante nitrificación, proceso dependiente del pH, la temperatura y la oxigenación. Esta conversión tiene efecto acidificante y condiciona la disponibilidad final del nitrógeno para la planta.

#### **4.2.3.5. Fósforo [P]**

FAO (2002) señala que el fósforo, después del nitrógeno, es uno de los nutrientes que con mayor frecuencia resulta insuficiente en suelos agrícolas. Su manejo incide en el establecimiento del cultivo, el desarrollo radicular y el rendimiento; también participa en la transferencia y almacenamiento de energía, mediante compuestos como ATP y ADP, por lo que interviene en fotosíntesis, respiración y diferenciación celular.

Navarro (1984), citado por Salmerón y García (1994), indica que el fósforo forma parte de ácidos nucleicos, fosfolípidos y carbohidratos estructurales. Su suficiencia favorece la actividad de tejidos meristemáticos, el crecimiento inicial y el llenado de órganos de cosecha;

su deficiencia, en cambio, restringe la expansión radicular y reduce la eficiencia fisiológica de la planta.

FAO (2002) detalla que las plantas absorben fósforo principalmente como  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y, en menor proporción, como  $\text{HPO}_4^{2-}$ . La predominancia de una u otra forma depende del pH de la rizosfera; por ello, la reacción del suelo regula su disponibilidad efectiva y condiciona la respuesta del cultivo a la fertilización fosfatada.

Salmerón y García (1994) explican que el fósforo presenta baja movilidad en el suelo. Su fijación por calcio (Ca), hierro (Fe) y aluminio (Al), mediante procesos de precipitación, adsorción u oclusión, limita su difusión hacia la raíz.

Navarro (1984), citado por Salmerón y García (1994), precisa que en suelos muy ácidos predomina la oclusión por hidróxidos de Fe y Al; en suelos alcalinos, el fosfato tiende a precipitar como compuestos de Ca.

FAO (2002) expone que los fertilizantes fosfatados se clasifican según la disponibilidad del fósforo aportado. El superfosfato simple contiene entre 16 % y 20 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , además de azufre (S) y calcio (Ca); el superfosfato triple aporta aproximadamente 46 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , con menor contenido de calcio y sin azufre. Los fosfatos amónicos, como DAP [18-46-0] y MAP [11-52-0], combinan nitrógeno y fósforo en gránulos de alta solubilidad.

#### **4.2.3.6. Potasio [K]**

FAO (2002) establece que el potasio, junto con nitrógeno (N) y fósforo (P), es requerido en cantidades altas por las plantas. Su suficiencia condiciona procesos enzimáticos, regulación osmótica, apertura estomática y balance hídrico; por ello, su disponibilidad incide en el crecimiento, la tolerancia al estrés y la calidad de los órganos cosechables.

Salmerón y García (1994) describen que el potasio activa más de sesenta enzimas y participa en la síntesis de carbohidratos y proteínas. Su aporte favorece la turgencia celular, la regulación de la transpiración y la resistencia frente a sequía, heladas y salinidad. FAO (2002)

añade que este nutriente se absorbe como  $K^+$ , no forma compuestos orgánicos estables y presenta alta movilidad en el floema; su deficiencia se manifiesta mediante clorosis marginal y necrosis en los bordes foliares, con efectos sobre tamaño, llenado y calidad del producto cosechado.

Salmerón y García (1994) explican que el potasio del suelo procede, principalmente, de la meteorización de feldespatos y micas. En el perfil edáfico se encuentra como fracción soluble, intercambiable y fijada entre láminas cristalinas; esta última actúa como reserva de liberación lenta.

FAO (2002) indica que la lixiviación constituye una vía relevante de pérdida en suelos ligeros; por ello, la reposición debe ajustarse a la textura, capacidad de intercambio catiónico y demanda del cultivo.

INPOFOS (1988), citado por Salmerón y García (1994), subraya que la respuesta al potasio se relaciona con la dosis de nitrógeno aplicada. El balance N:K condiciona rendimiento, calidad y tolerancia al estrés; por tanto, la fertilización potásica no debe definirse de forma aislada, sino dentro de un manejo nutricional equilibrado.

FAO (2002) detalla que el cloruro de potasio aporta hasta 60 % de  $K_2O$  y constituye el fertilizante potásico simple de mayor uso; sin embargo, su contenido de cloruro puede limitar su empleo en cultivos sensibles. Salmerón y García (1994) añaden que el sulfato de potasio, con aproximadamente 50 % de  $K_2O$  y 18 % de azufre (S), se prefiere cuando se requiere evitar cloruros o suplementar azufre; su elección depende de la fisiología del cultivo, las condiciones edáficas y la calidad final esperada.

#### **4.2.4. Rendimiento**

##### **4.2.4.1. Definición de rendimiento**

FAO (2024) define el rendimiento de los cultivos como "la producción cosechada, expresada en peso, por unidad de superficie cosechada". La entidad precisa que, en la mayoría de casos, este indicador no se registra de forma directa; se obtiene dividiendo la producción total entre la superficie cosechada. Por ello, el rendimiento permite comparar la eficiencia productiva entre cultivos, zonas y sistemas de manejo.

##### **4.2.4.2. Rendimientos en el Perú**

FAO (2016) indica que el rendimiento de quinua puede variar entre 1 y 7 t/ha, según la interacción entre clima, suelo y tecnología de producción. Esta variación comprende desde sistemas tradicionales, con menor tecnificación, hasta sistemas modernos con manejo intensivo del cultivo.

MIDAGRI (2024) afirma que el desempeño productivo de la quinua en el Perú se relaciona con la adopción de técnicas modernas de manejo y la capacidad productiva de los agricultores. Esta condición se refleja en los rendimientos registrados en Arequipa, Cusco, Apurímac y Junín, con 3,677 kg/ha, 2,621 kg/ha, 2,328 kg/ha y 2,313 kg/ha, respectivamente.

#### **4.2.5. Características agronómicas**

##### **4.2.5.1. Definición**

Aroni *et al.* (2024) definen las características agronómicas como atributos morfológicos, fisiológicos y productivos que permiten evaluar la adaptación de un cultivo a distintos ambientes agroecológicos y sistemas de manejo. En quinua, estos rasgos expresan tolerancia a condiciones adversas, potencial productivo y estabilidad bajo diferentes esquemas de producción.

Aroni *et al.* (2024) destacan que la evaluación de estas características permite identificar genotipos eficientes en el uso de agua y nutrientes, así como materiales con mayor

tolerancia a sequía, salinidad u otros factores de estrés. Estos parámetros orientan la selección varietal y permiten sostener rendimientos estables bajo estrategias de manejo diferenciadas.

#### **4.2.5.2. Altura de la planta**

Aroni *et al.* (2024) sostienen que la altura de planta expresa el vigor vegetativo del cultivo. En variedades comerciales de quinua, este carácter varía entre 90 y 180 cm, según genotipo y condiciones de manejo. Un mayor crecimiento puede favorecer la captación de luz y acumulación de biomasa; sin embargo, también incrementa el riesgo de acame en zonas con vientos intensos.

#### **4.2.5.3. Diámetro del tallo principal**

Aroni *et al.* (2024) explican que el diámetro del tallo principal determina la resistencia estructural de la planta y su estabilidad frente a condiciones climáticas adversas. En las variedades evaluadas, este diámetro fluctúa entre 1 y 2 cm; dicho soporte resulta necesario para sostener la panoja durante el llenado de grano. Un tallo más robusto mejora la resistencia al viento y favorece el transporte de agua y nutrientes.

#### **4.2.5.4. Número de ramas primarias**

Oña (2023) señala que el número de ramas primarias influye en la arquitectura productiva de la quinua, debido a su relación con la cantidad de inflorescencias y el rendimiento final de grano. Este carácter varía según el componente genético y el manejo agronómico. Bajo condiciones adecuadas de densidad de siembra y fertilización, el número de ramas primarias puede fluctuar entre seis y doce, favoreciendo el desarrollo reproductivo y la acumulación de biomasa.

#### **4.2.5.5. Longitud y diámetro de la panoja**

Aroni *et al.* (2024) destacan que la longitud y el diámetro de la panoja constituyen indicadores directos del potencial productivo del cultivo. La longitud puede variar entre 15 y 30 cm, mientras que el diámetro fluctúa entre 5 y 12 cm, según disponibilidad de nutrientes,

densidad de siembra y condiciones ambientales. La capacidad de la panoja para formar y retener granos depende, en parte, de sus dimensiones.

#### **4.2.5.6. Rendimiento**

Aroni *et al.* (2024) afirman que el rendimiento de quinua en sistemas agrícolas varía entre 1,000 y 3,500 kg/ha. En variedades mejoradas, bajo manejo intensivo, se han registrado valores superiores a 4,000 kg/ha. La productividad depende de la fertilización aplicada, la densidad de siembra y el control de plagas y enfermedades; estos factores regulan el desarrollo del cultivo y la acumulación de biomasa en el grano.

#### **4.2.6. Análisis económico de rentabilidad**

##### **4.2.6.1. Importancia**

FAO (2017) sostiene que el análisis económico de rentabilidad permite evaluar la viabilidad financiera de una inversión agrícola mediante indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Estos criterios determinan si los beneficios proyectados superan los costos de producción; también permiten comparar alternativas de manejo y optimizar el uso de recursos dentro del sistema productivo.

Hurtado (2014) enfatiza que, en sistemas agrícolas andinos, la evaluación de rentabilidad resulta necesaria para sostener la viabilidad económica del cultivo. En el caso de la quinua, este análisis permite medir la relación entre costos, ingresos y utilidad neta; con ello, se identifican estrategias de manejo que mejoran el retorno económico y reducen riesgos financieros para el productor.

##### **4.2.6.2. Costos de producción**

FAO (2017) define los costos de producción como los insumos y recursos que intervienen en la fase operativa del proyecto productivo. La entidad precisa que estos costos deben registrarse de forma detallada y expresarse también en relación porcentual respecto al

costo total, a fin de conocer la asignación real de recursos y el peso económico de cada componente.

Hurtado (2014) establece que los costos agrícolas se dividen en directos e indirectos. Los costos directos comprenden semillas, fertilizantes, productos fitosanitarios y otros insumos ligados al cultivo; los costos indirectos incluyen mano de obra, depreciación de maquinaria y gastos operativos complementarios. Su variación depende del nivel tecnológico, la intensidad del manejo y los precios de mercado; por ello, su control resulta decisivo para mejorar la rentabilidad.

#### **4.2.6.3. Indicadores de rentabilidad**

FAO (2017) subraya que indicadores como la Relación Beneficio-Costo (RBC), el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) permiten determinar la viabilidad económica de proyectos agrícolas. Estos instrumentos miden la eficiencia del uso de recursos, comparan alternativas de inversión y proyectan beneficios económicos bajo distintos escenarios productivos.

FAO (2017) añade que dichos indicadores deben calcularse con flujos de caja proyectados, considerando costos iniciales, costos operativos e ingresos esperados durante el ciclo del proyecto. Este procedimiento permite estimar la rentabilidad con mayor precisión, reconocer puntos críticos de la gestión financiera y sustentar decisiones técnicas sobre inversión, manejo y continuidad del sistema productivo.

### **4.3. Marco conceptual**

**1. Efecto:** RAE (2014) define que el término efecto proviene del latín "effectus" y lo define como aquello que sigue o es producido por virtud de una causa. En la presente investigación, el concepto se vincula con la relación causal entre la aplicación de fertilizantes químicos y las respuestas observadas en el rendimiento, las características agronómicas y la rentabilidad del cultivo.

2. **Fertilizantes:** FAO (2002) define el fertilizante como todo material natural o industrializado que contiene, al menos, 5 % de uno o más nutrientes primarios: nitrógeno (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) o potasio ( $K_2O$ ). Estos materiales reponen nutrientes no disponibles en cantidad suficiente en el suelo, corrigen deficiencias y favorecen el rendimiento y la calidad del cultivo.
3. **Fertilizantes nitrogenados:** FAO (2022) define los fertilizantes nitrogenados como insumos simples que aportan nitrógeno (N), nutriente esencial para el crecimiento vegetal. El nitrógeno participa en la formación de proteínas, biomasa y estructuras vegetativas; su suministro adecuado mejora la absorción de otros nutrientes y sostiene la productividad del cultivo.
4. **Características agronómicas:** Aroni *et al.* (2024) definen las características agronómicas como atributos morfológicos, fisiológicos y productivos que permiten evaluar la adaptación de un cultivo a distintos ambientes y sistemas de manejo. En quinua, estos rasgos expresan tolerancia a condiciones edafoclimáticas adversas, potencial productivo y estabilidad del material genético.
5. **Rendimiento:** FAO (2024) define el rendimiento como la producción cosechada, expresada en peso, por unidad de superficie cosechada. Cuando no se registra de forma directa, se obtiene dividiendo la producción total entre la superficie cosechada; en cultivos agrícolas, permite medir eficiencia productiva por unidad de área.
6. **Rentabilidad:** Sánchez (2002) define la rentabilidad como una noción aplicada a toda acción económica en la que se movilizan recursos materiales, humanos y financieros con el propósito de obtener resultados. En términos generales, la rentabilidad mide el rendimiento que, en un periodo determinado, producen los capitales utilizados; por ello, compara la renta generada con los medios empleados y permite evaluar la eficiencia de una alternativa productiva.

## V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. Tipo y enfoque de la investigación

El estudio fue aplicado, experimental y cuantitativo; evaluó el efecto de fertilizantes químicos en el rendimiento, las características agronómicas y la rentabilidad de la quinua CICA-127.

### 5.2. Ubicación del campo experimental

La investigación se realizó en la parcela Relleno de K'ayra, del Programa de Investigación en Quinua [CICA], adscrito a la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNSAAC, ubicada en el distrito de San Jerónimo, provincia y región Cusco, durante la campaña agrícola 2023-2024.

### 5.3. Ubicación espacial

#### 5.3.1. Ubicación política

- Región : Cusco
- Provincia : Cusco
- Distrito : San Jerónimo
- Lugar : Centro Agronómico K'ayra

#### 5.3.2. Ubicación geográfica

- Latitud : 13°55'06" Sur
- Longitud : 71°87'42" Oeste
- Altitud : 3214 m

#### 5.3.3. Ubicación hidrográfica

- Cuenca : Vilcanota
- Subcuenca : Watanay
- Micro cuenca : Wanakauri

### 5.3.4. Ubicación ecológica

Según el sistema **Holdridge, 1947** basados en valores promedio de temperatura, humedad, y precipitación, la zona de vida corresponde a Bosque seco – Montano bajo – Templado frío (bs-MBT)

- Temperatura : 12.46° C
- Humedad : 50 %
- Precipitación : 702.14 mm/año

### Figura 2.

*Vista satelital del campo experimental.*



### 5.3.5. Historial del campo experimental

La investigación se desarrolló en un área que permaneció en descanso durante varios años, condición que favoreció la recuperación natural del suelo y la estabilidad de sus propiedades edáficas. Durante la campaña agrícola 2022-2023, el terreno fue destinado al cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), como parte de un esquema de rotación orientado a conservar la fertilidad y estructura del suelo.

#### **5.4. Ubicación temporal**

La investigación se ejecutó durante la campaña agrícola 2023-2024, entre agosto de 2023 y julio de 2024. Este periodo comprendió la instalación del experimento, conducción del cultivo, evaluaciones de campo, cosecha, procesamiento de datos y análisis de resultados, bajo las condiciones climáticas y fenológicas propias del ciclo agrícola de la zona.

#### **5.5. Materiales y metodología**

##### **5.5.1. Materiales**

##### **5.5.1.1. Materiales de campo**

- » Cordel, estacas, Yeso, Wincha, libreta de campo.
- » Fichas de evaluación, Tableros, hojas de papel y sacos.
- » Arpilleras, Tridente, Rafia, Tijera, Bolsas de papel.
- » Bolsas de polietileno, Baldes y guantes.

##### **5.5.1.2. Insumos**

- » Urea
- » Entec+S
- » Nitrato de amonio
- » Superfosfato triple

##### **5.5.1.3. Equipos**

- » Balanza de precisión, cámara fotográfica y laptop.
- » Impresora, Calculadora, Ventilador y Estufa.

##### **5.5.1.4. Materiales de gabinete**

- » Papel bond A4 80 g, cuaderno de campo y lápiz.
- » Lapicero, plumón y tablero de apunte.
- » Cartulinas, etiquetas y fichas de evaluación.

### 5.5.1.5. Material genético

El material genético utilizado fue la variedad de quinua CICA-127, proporcionada por el Programa de Investigación en Quinua del Centro de Investigación en Cultivos Andinos [CICA], Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco [UNSAAC].

### 5.5.2. Metodología

#### 5.5.2.1. Diseño experimental

La investigación se estableció bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, generando 16 unidades experimentales. Los tratamientos correspondieron a tres fuentes de fertilización química [Urea, Entec + S y Nitrato de amonio] y un testigo sin fertilización. Este diseño permitió controlar la variabilidad del campo experimental y comparar la respuesta del cultivo de quinua CICA-127. Las variables evaluadas fueron procesadas en el software estadístico SPSS. Se aplicó Análisis de Varianza (ANVA) al 95 % y 99 % de confianza; cuando se detectaron diferencias estadísticas, se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey para diferenciar tratamientos.

#### Tabla 5.

*Tratamientos en estudio.*

N°	Clave	Tratamientos	Material genético
1	T-1	Urea	Variedad CICA-127
2	T-2	Entec+S	Variedad CICA-127
3	T-3	Nitrato de amonio	Variedad CICA-127
4	T-4	Testigo	Variedad CICA-127

#### 5.5.2.2. Características del campo experimental

Las características físicas y organizativas del campo experimental se detallan a continuación; su distribución se presenta en las Figuras 3 y 4.

»» **Dimensiones del campo experimental**

✓ Largo total	: 21.20 m
✓ Ancho total	: 17 m
✓ Área total	: 360.4 m <sup>2</sup>
✓ Área neta	: 81.92 m <sup>2</sup>

»» **Dimensiones del bloque**

✓ Número de bloques	: 04
✓ Largo	: 21.20 m
✓ Ancho	: 3.00 m
✓ Área del bloque	: 63.60 m <sup>2</sup>
✓ Número de calles	: 05
✓ Ancho de calle	: 1,00 m

»» **Número y dimensiones de parcelas**

✓ Número de parcelas por bloque	: 4
✓ Número de parcelas por experimento	: 16
✓ Ancho de parcela	: 4.80 m
✓ Largo de parcela	: 3.00 m
✓ Área total de parcela	: 14.40 m <sup>2</sup>

»» **Número y dimensiones de surcos**

✓ Número de surcos por parcela	: 7
✓ Distancia entre surcos	: 0,80 m
✓ Longitud de surco	: 3.00 m

»» **Número de plantas**

✓ Número de plantas/ surco	: 30
✓ Número de plantas/parcela	: 210
✓ Número de plantas/parcela neta	: 130

»» **Semilla**

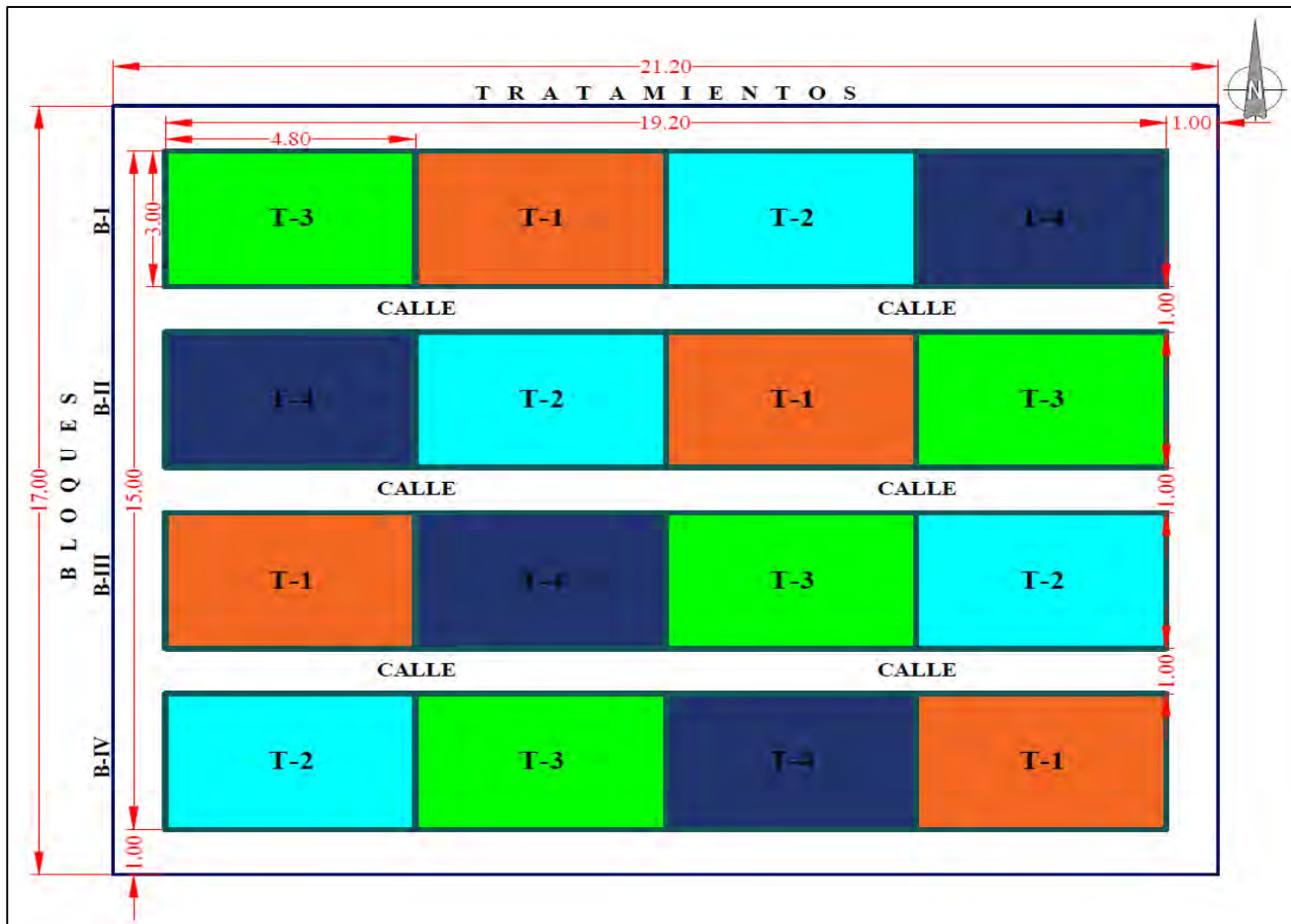
✓ Semilla por hectárea	: 5 kg
✓ Semilla/surco	: 2 g
✓ Semilla/parcela	: 20 g
✓ Semilla /tratamiento	: 80 g

### 5.5.2.3. Croquis del campo experimental

La distribución del campo experimental, así como el detalle de la unidad experimental y la parcela neta, se presentan en las Figuras 3 y 4.

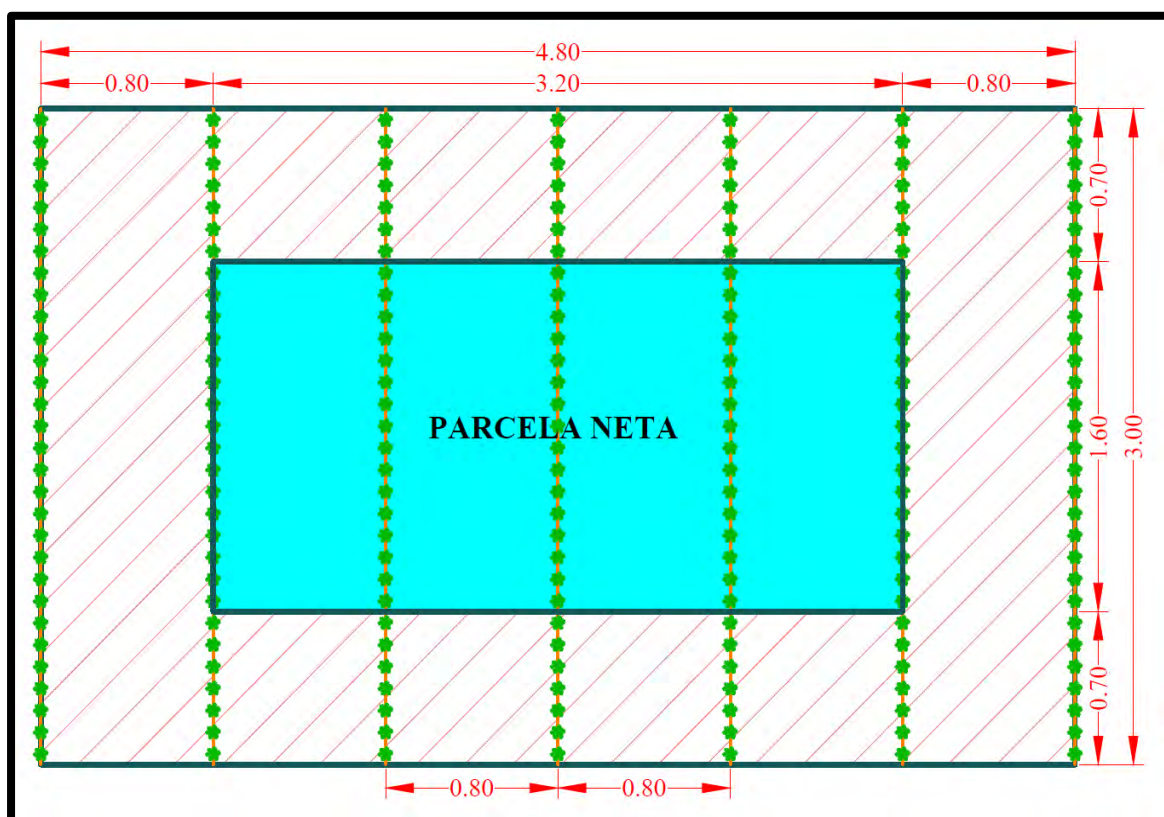
**Figura 3.**

*Croquis de la parcela experimental y distribución de tratamientos*



**Figura 4.**

*Detalle de la unidad experimental y la parcela neta.*



#### **5.5.2.4. Cálculo de concentración y requerimiento de fertilizantes**

La concentración y el requerimiento de fertilizantes se determinaron a partir del análisis físico-químico del suelo, siguiendo la metodología descrita por Qquenaya (2022). El muestreo se realizó mediante el método de zigzag; se recolectaron diez submuestras a una profundidad de 0.20 m, las cuales fueron homogeneizadas hasta obtener una muestra representativa de 1 kg. Dicha muestra fue analizada en el Laboratorio de Química Agrícola Valle Grande, Cañete. Los resultados del análisis de suelo (se anexan en el anexo 01) y su interpretación se presentan en la Tabla 6.

**Tabla 6.***Análisis físico químico de suelo y su interpretación.*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Interpretación</b>
Textura	-	Franco arcilloso	Apta para el cultivo.
Carbonato de calcio	%	4.05	Moderado.
Conductividad eléctrica	dS/m	1.28	Salinidad baja a moderada.
pH	-	8.26	Alcalino.
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	1.28	Adecuada.
Fósforo disponible	ppm	26.5	Moderado.
Materia orgánica	%	2.05	Baja.
Nitrógeno total	%	0.09	Bajo.
Potasio disponible	ppm	206.6	Alto.
Calcio	mEq/100 g	16.44	Alto.
Magnesio	mEq/100 g	0.96	Bajo.
Sodio	mEq/100 g	0.49	Bajo.
Zinc	ppm	1.7	Bajo.
Hierro	ppm	20.13	Suficiente.
Cobre	ppm	2.44	Adecuado.
Manganeso	ppm	12	Adecuado.
Boro	ppm	0.34	Muy bajo.

Fuente: Laboratorio de Química Agrícola Valle Grande (2023)

Con los datos obtenidos, los cálculos se desarrollaron en dos etapas: primero, se estimó la disponibilidad de nitrógeno (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y potasio (K<sub>2</sub>O) en el suelo; luego, se ajustó el nivel de fertilización requerido por el cultivo, considerando el aporte edáfico y la concentración comercial de los fertilizantes seleccionados, que a continuación se detallan.

### 1. Cálculo del nitrógeno (N) disponible

#### a. Peso del suelo por hectárea

Peso del suelo (kg/ha)=Área (m<sup>2</sup>)×Profundidad (m)×Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)

Peso del suelo (kg/ha)=10,000.00m<sup>2</sup>×0,20m×1.28g/cm<sup>3</sup>=

**Peso del suelo (kg/ha)=2,560,000.00 kg/ha**

#### b. Nitrógeno total en el suelo

El análisis reporta 0,09% de nitrógeno total.

N total (kg/ha)=2,560,000.00×0,09/100

**N total (kg/ha) = 2,304.00kg/ha**

### **c. Nitrógeno mineralizado**

Según Vitorino, B. (2010), el coeficiente de mineralización para zonas frías es 1%.

$$\text{N mineralizado (kg/ha)} = 2,304.00 \times 1/100$$

$$\text{N mineralizado (kg/ha)} = 23.04 \text{ kg/ha}$$

### **d. Nitrógeno disponible aplicando el CRU**

Según Vitorino, B. (2010), el coeficiente de rendimiento útil (CRU) para el nitrógeno es 60%.

$$\text{N disponible (kg/ha)} = 23.04 \times 60/100$$

$$\text{N disponible (kg/ha)} = 13.82 \text{ kg/ha}$$

## **2. Cálculo del Fosforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) disponible**

### **a. $\text{P}_2\text{O}_5$ total en el suelo**

El análisis reporta 26,50 ppm de fósforo.

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ total (kg/ha)} = 26,50 \times 2,560,000.00/1,000,000.00$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ total (kg/ha)} = 67,84 \text{ kg/ha}$$

### **b. $\text{P}_2\text{O}_5$ disponible aplicando el CRU**

Según Vitorino, B. (2010), el coeficiente de rendimiento útil (CRU) para el fósforo es 15%.

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ disponible (kg/ha)} = 67,84 \times 15/100$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ disponible (kg/ha)} = 10.18 \text{ kg/ha}$$

## **3. Cálculo del potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) disponible**

### **a. $\text{K}_2\text{O}$ total en el suelo**

El análisis reporta 206,60 ppm de potasio.

$$\text{K}_2\text{O total (kg/ha)} = 206,60 \times 2,560,000.00/1,000,000.00$$

$$\text{K}_2\text{O total (kg/ha)} = 528,90 \text{ kg/ha}$$

### **b. $\text{K}_2\text{O}$ disponible aplicando el CRU**

Según Vitorino, B. (2010), el coeficiente de rendimiento útil (CRU) para el potasio es 50%.

$K_2O$  disponible (kg/ha)=528,90×50/100

**$K_2O$  disponible (kg/ha)=264,45kg/ha**

El potasio disponible superó la demanda del cultivo; por tanto, no se consideró aplicación adicional de fuentes de  $K_2O$ . Con base en estos cálculos, el resumen de demanda, concentración, aporte del suelo, disponibilidad y diferencia se presenta en la Tabla 7

**Tabla 7.**

*Requerimiento de nutrientes para el cultivo de quinua.*

Concepto	N (Kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Kg/ha)	K <sub>2</sub> O (Kg/ha)
Demanda	120.00	100.00	20.00
Concentración	0.09	26.5 ppm	206.6 ppm
Aporte del suelo	23.04	67.84	528.90
Disponible	13.82	10.18	264.45
Diferencia	106.18	89.82	-239.45

El nuevo nivel de abonamiento es de **106.18-89.82-00** de NPK donde podemos resaltar que la fertilización potásica ya no es necesaria debido a que el suelo nos proporciona incluso más de lo requerido.

Este nuevo nivel de fertilización es expresado para los cálculos de los tratamientos que son: Urea (46% N), Entec (26% N + 13% S) y Nitrato de amonio (33% N – 3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) con relación a sus concentraciones, cabe señalar que la fuente de fósforo será con el superfosfato triple de calcio (46% P + 18% Ca).

A continuación se detallan los cálculos donde se realizó el ajuste correspondiente para tener el nuevo nivel de fertilización para ello se inició el cálculo para cubrir de manera independiente con los tres fertilizantes nitrogenados para cubrir la demanda de nivel de fertilización ajustada 106.18 – 89.82 – 00

## Cálculo de fertilizantes comerciales

### 1. Para el caso del tratamiento 01

#### a. Urea (46% N)

100 Kg Urea —————→ 46 Kg de N

X —————→ 106.18 Kg de N

X = 230.83 Kg Urea

#### b. Superfosfato triple (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

100 Kg Superfosfato triple —————→ 46 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

X —————→ 89.82 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

X = 195.26 Kg Superfosfato triple

### 2. Para el caso del tratamiento 02

#### a. Entec (26% N)

100 Kg Entec —————→ 26 Kg de N

X —————→ 106.18 Kg de N

X = 408.38 Kg de Entec

#### b. Superfosfato triple (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

100 Kg Superfosfato triple —————→ 46 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

X —————→ 89.82 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

X = 195.26 Kg Superfosfato triple

### 3. Para el caso del tratamiento 03

#### a. Nitrato de amônio (33% N, 3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

100 Kg Nitrato de amonio —————→ 33 Kg de N

X —————→ 106.18 Kg de N

**X = 321.76 Kg de Nitrato de amonio**

**b. Fosforo aportado por nitrato de amonio**

100 Kg de Nitrato de amonio —————→ 3 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

321.76 Kg de Nitrato de amonio —————→ X

**X = 9.63 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

Por lo tanto para llegar al nivel de ajustado de fertilización de 89.82 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Seria 89.82 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 9.63 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 80.17 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Por lo tanto se ajustaría el fosforo a al nivel de **80.17**

**c. Superfosfato triple (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**

100 Kg Superfosfato triple —————→ 46 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

X —————→ 80.17 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

**X = 174.28 Kg de superfosfato triple**

Aquí se presenta un tabla resumen de los fertilizantes para cubrir la demanda o nivel de fertilización ajustada que es N: 106.18.00 (Kg/ha), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 89.82 (Kg/ha) y K<sub>2</sub>O: 0.00 (Kg/ha)

**Tabla 8.**

*Resumen de fertilizantes comerciales aplicados por tratamiento ajustados al análisis de suelo.*

Tratamiento	Fertilizante	Dosis del fertilizante nitrogenado (kg/ha)	Superfosfato triple (kg/ha)	K <sub>2</sub> O aplicado (kg/ha)
T-1	Urea	230.83	195.26	0
T-2	Entec + S	408.38	195.26	0
T-3	Nitrato de amonio	321.76	174.28	0
T-4	Testigo	0	0	0

**Nota:** El nivel de fertilización ajustado fue 106.18-89.82-00 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O. En el tratamiento con Nitrato de amonio, se descontó el aporte de 9.63 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proveniente de dicho fertilizante; por ello, solo se complementó 80.17 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mediante Superfosfato triple. No se aplicó fertilizante potásico, debido a que el suelo presentó 264.45 kg/ha de K<sub>2</sub>O disponible.

**Tabla 9.***Dosis de fertilizantes comerciales por planta y por unidad experimental.*

Tratamiento	Fertilizante	g/planta	g/UE	Superfosfato triple (g/planta)	Superfosfato triple (g/UE)
T-1	Urea	1.85	332.4	1.56	281.17
T-2	Entec + S	3.27	588.07	1.56	281.17
T-3	Nitrato de amonio	2.57	463.33	1.39	250.96
T-4	Testigo	0	0	0	0

**Nota:** UE = unidad experimental. Las dosis por planta y por unidad experimental fueron calculadas a partir de la dosis comercial por hectárea y la densidad establecida para el experimento.

### 5.5.2.5. Conducción del experimento

#### 5.5.2.5.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se inició el 25 de agosto de 2023. Se realizó la limpieza del área experimental; luego, se aplicó riego por inundación para alcanzar humedad adecuada. Posteriormente, se efectuó el arado a 30 cm de profundidad y el rastrillado, con el fin de mejorar la estructura del suelo, uniformizar la superficie y reducir compactaciones.

El surcado se realizó con una surcadora de tres rejas, estableciendo surcos equidistantes de 0.80 m. Finalmente, se ejecutó el trazado del diseño experimental, delimitando bloques, parcelas y calles mediante cordel y estacas.

#### 5.5.2.5.2. Siembra

La siembra se realizó el 14 de octubre de 2023, después del replanteo y preparación del terreno. Se utilizó el sistema de siembra a chorro continuo, distribuyendo la semilla de forma homogénea a lo largo de los surcos. Luego, las semillas fueron cubiertas con una capa aproximada de 1 cm de tierra.

Durante esta actividad se efectuó la primera aplicación de fertilizantes: Urea, Nitrato de amonio, Entec + S y Superfosfato triple. Las dosis se aplicaron según el cálculo de fertilización previamente establecido, con el propósito de asegurar el suministro inicial de nutrientes al cultivo.

#### **5.5.2.5.3. *Raleo y trasplante***

El raleo y trasplante se realizaron del 16 al 18 de noviembre de 2023, cuando las plántulas alcanzaron una altura aproximada de 10 a 15 cm. Estas labores permitieron regular la densidad poblacional y reducir la competencia por agua, nutrientes, luz y espacio.

El raleo consistió en eliminar manualmente las plántulas menos desarrolladas, dejando un espaciamiento final de 10 cm entre plantas dentro de los surcos. Con ello se estableció una densidad de 30 plantas por surco. Previamente, se aplicó un riego uniforme para suavizar el suelo y facilitar la extracción de plántulas sin afectar aquellas destinadas a permanecer en camp.

#### **5.5.2.5.4. *Control de malezas***

El control de malezas se realizó de forma manual, con picos, lampas, khytuchis y guantes de protección. Esta labor permitió reducir la competencia por agua, nutrientes, luz y espacio durante las primeras fases de crecimiento del cultivo.

La intervención se efectuó el 30 de noviembre de 2023, cuando la presencia de malezas podía afectar el desarrollo de las plantas. La extracción se realizó desde la raíz, con el fin de reducir rebrotes y mantener la uniformidad del área experimental.

#### **5.5.2.5.5. *Aporque***

El aporque se realizó en dos momentos del ciclo del cultivo, con el propósito de reforzar la estabilidad de las plantas, favorecer el desarrollo radicular y reducir el riesgo de inclinación por efecto del viento u otros factores de campo.

El primer aporque se efectuó el 7 de diciembre de 2023, cuando las plantas alcanzaron entre 20 y 30 cm de altura. En esta fase se aplicó la segunda dosis de fertilizantes nitrogenados, conforme al nivel de fertilización establecido.

El segundo aporque se realizó el 8 de enero de 2024, cuando las plantas alcanzaron aproximadamente 60 cm de altura. Durante esta labor se aplicó la tercera y última dosis de

fertilizantes nitrogenados, orientada a sostener la demanda nutricional del cultivo en etapas posteriores de desarrollo.

#### **5.5.2.5.6. Fertilización**

La fertilización se ejecutó con base en cuatro etapas: análisis físico-químico del suelo, interpretación de resultados, cálculo del nivel de fertilización y aplicación en campo. Este procedimiento permitió ajustar las dosis de nutrientes según el aporte edáfico y la demanda del cultivo.

El nivel inicial de fertilización fue 120-100-25 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O. Luego del análisis de suelo, dicho nivel se ajustó a 106.18-89.82-00 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O. No se aplicó fertilizante potásico, debido a que el potasio disponible en el suelo superó la demanda del cultivo.

Los tratamientos de fertilización química fueron Urea, Nitrato de amonio y Entec + S; el fósforo se complementó con Superfosfato triple, según los cálculos establecidos. La primera aplicación se realizó al momento de la siembra, incorporando las fuentes nitrogenadas y el Superfosfato triple. La segunda y tercera aplicaciones se efectuaron durante el primer y segundo aporque, respectivamente, utilizando solo las fuentes químicos nitrogenadas.

#### **5.5.2.5.7. Riegos**

El riego se manejó según las necesidades hídricas del cultivo y las condiciones climáticas registradas durante la campaña. En las primeras fases se aplicó riego por gravedad, con el fin de asegurar humedad uniforme para la germinación y el establecimiento de plántulas.

A partir del inicio de las precipitaciones, en diciembre, la frecuencia de riego se redujo progresivamente y se aprovechó el aporte de lluvias. En etapas críticas, como floración y llenado de grano, se aplicaron riegos suplementarios cuando la precipitación fue insuficiente.

#### **5.5.2.5.8. Cosecha**

La cosecha se realizó del 23 de marzo al 2 de abril de 2024, cuando las plantas alcanzaron madurez fisiológica. Esta condición se identificó por el amarillamiento de hojas inferiores, la resistencia del grano a la presión manual y la caída parcial del follaje. El procedimiento se ejecutó cuidando la integridad del material recolectado y la calidad del grano, conforme al protocolo de cosecha establecido para las evaluaciones del experimento.

##### **5.5.2.5.8.1. Siega o corte**

La siega consistió en cortar las plantas desde la base del tallo, una vez alcanzada la madurez fisiológica. Para las evaluaciones, se seleccionaron aleatoriamente 20 plantas por parcela neta, las cuales fueron etiquetadas y recolectadas por separado. También se cosecharon los surcos centrales de cada parcela experimental, manteniendo la identidad de los tratamientos.

##### **5.5.2.5.8.2. Secado de panojas**

Las panojas cosechadas fueron colocadas en parvas dentro del área experimental, con exposición directa a la radiación solar para reducir gradualmente la humedad del material vegetal. Las 20 plantas seleccionadas se secaron sobre arpilleras, evitando daños físicos y conservando su identificación para las evaluaciones posteriores.

##### **5.5.2.5.8.3. Trillado**

Cuando las panojas alcanzaron el secado adecuado, se realizó el trillado manual. Las 20 plantas seleccionadas fueron trilladas individualmente; el grano de las parcelas netas se recolectó en sacos codificados, asegurando trazabilidad por tratamiento y repetición.

##### **5.5.2.5.8.4. Zarandeo**

El zarandeo se efectuó con una criba de 2 mm, cuando los granos se encontraban secos. Esta labor permitió separar impurezas, restos de jipi y residuos vegetales, facilitando la limpieza posterior del grano.

#### **5.5.2.5.8.5. Venteado o limpieza**

Después del zarandeo, el grano fue limpiado mediante venteo con ventiladores eléctricos. Este procedimiento permitió eliminar partículas livianas y restos de broza adheridos al grano, mejorando la calidad del material destinado a evaluación y almacenamiento.

#### **5.5.2.5.8.6. Secado de grano**

El grano limpio fue sometido a secado adicional en estufa, con el fin de reducir la humedad y asegurar su estabilidad durante el almacenamiento. Este procedimiento se aplicó al grano de las 20 plantas seleccionadas y al material recolectado de las parcelas netas.

Finalmente, el grano seco se almacenó en bolsas de polietileno de 5 kg, en ambiente ventilado y libre de humedad. Las bolsas se mantuvieron parcialmente abiertas para evitar condensación interna y conservar la calidad del material.

### **5.5.2.6. Evaluaciones**

#### **5.5.2.6.1. Evaluaciones de rendimiento**

##### **5.5.2.6.1.1. Peso de granos por planta**

El peso de granos por planta se evaluó como indicador del rendimiento individual del cultivo. Para ello, se seleccionaron aleatoriamente 20 plantas por parcela neta; luego, el material fue cosechado, trillado, zarandeado, venteado y secado.

El peso total de granos limpios y secos se registró en gramos (g), utilizando una balanza analítica. El promedio por planta se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Peso de granos por planta (g)} = \frac{\text{Peso total de granos de 20 plantas (g)}}{20 \text{ plantas}}$$

##### **5.5.2.6.1.2. Peso de mil granos**

El peso de mil granos se evaluó al finalizar el ciclo del cultivo, después del procesamiento del grano [cosecha, trillado, zarandeo, venteado y secado]. Para cada tratamiento, se tomaron aleatoriamente 1,000 granos limpios y secos del material obtenido en la parcela neta.

El peso se determinó con balanza analítica y se expresó en gramos (g). Este parámetro permitió comparar la respuesta de los tratamientos sobre el llenado y calidad física del grano.

#### **5.5.2.6.1.3. Peso de granos transformados a t/ha.**

El rendimiento de grano transformado a toneladas por hectárea (t/ha) se determinó a partir del peso total de granos limpios y secos obtenidos en la parcela neta de cada tratamiento.

El dato fue extrapolado a una hectárea mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (t/ha)} = \frac{\text{Peso total de granos de la parcela neta (Kg)}}{\text{Área de la parcela neta (m}^2\text{)}} \times 10,000.00 \div 1,000.00$$

Dónde:

- » El peso total de granos se expresó en kilogramos (kg).
- » El área de la parcela neta se expresó en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).
- » El factor 10,000.00 ÷ 1,000.00 permitió convertir el resultado a toneladas por hectárea (t/ha).

#### **5.5.2.6.2. Evaluaciones de características agronómicas**

##### **5.5.2.6.2.1. Altura de planta**

La altura de planta se evaluó en 20 plantas seleccionadas aleatoriamente por parcela neta. La medición se realizó en madurez fisiológica, desde la base del tallo hasta el ápice de la panoja, utilizando una wincha. Los valores se expresaron en centímetros (cm).

##### **5.5.2.6.2.2. Diámetro de tallo principal**

El diámetro del tallo principal se midió en 20 plantas por parcela neta, al final del ciclo del cultivo. La medición se realizó con calibrador Vernier, a 5 cm desde la base de la planta. Los datos se registraron en milímetros (mm).

##### **5.5.2.6.2.3. Número de ramas primarias**

El número de ramas primarias se determinó mediante conteo manual en 20 plantas por parcela neta. Se registraron únicamente las ramas originadas directamente del tallo principal. Los datos se expresaron en unidades por planta.

#### **5.5.2.6.2.4. Longitud de panoja**

La longitud de panoja se midió en 20 plantas por parcela neta, al final del ciclo del cultivo. Con una wincha, se registró la distancia desde la base de la panoja hasta su extremo superior. Los resultados se expresaron en centímetros (cm).

#### **5.5.2.6.2.5. Diámetro de panoja**

El diámetro de panoja se evaluó en 20 plantas por parcela neta, cuando las panojas alcanzaron su desarrollo final. La medición se realizó en la parte más ancha de la panoja, utilizando una wincha. Los valores se expresaron en centímetros (cm).

#### **5.5.2.6.3. Análisis económico de rentabilidad**

El análisis económico de rentabilidad se realizó para determinar la eficiencia económica del cultivo de quinua CICA-127 bajo la aplicación de tres fertilizantes químicos [Urea, Entec + S y Nitrato de amonio], en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, Cusco. Los cálculos se basaron en la metodología de Hurtado (2014) y Qquenaya (2023), considerando costos de producción, valor bruto de producción e índice de rentabilidad. La evaluación se desarrolló en tres etapas:

##### **1. Estimación de costos de producción(ECP)**

Para cada tratamiento se calculó el costo total de producción, considerando insumos, labores y servicios desde la preparación del terreno hasta la cosecha. El modelo de costos fue tomado de la Gerencia Regional de Agricultura de Cusco [GERAGRI-Cusco], mediante la Oficina de Información Agraria. Los precios de insumos y labores se sustentaron con registros verificables [ver anexos].

##### **2. Determinación del valor bruto de producción (VBP)**

El rendimiento promedio por hectárea [kg/ha] se multiplicó por el precio promedio de chacra por kilogramo de quinua, obtenido del Sistema Integrado de Estadística Agraria [SIEA]. La fórmula aplicada fue:

VBP (S/) = Rendimiento promedio (kg/ha) × Precio chacra (S/ por kg)

### 3. Cálculo del índice de rentabilidad (IR)

El índice de rentabilidad [IR], expresado en porcentaje, permitió estimar la ganancia obtenida por cada unidad monetaria invertida. Se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$IR (\%) = \frac{VBP - CTP}{CTP} \times 100$$

Donde:

- » VBP: valor bruto de producción generado por cada tratamiento.
- » CTP: costo total de producción, incluidos los costos específicos de cada fertilizante.

La evaluación económica se realizó al finalizar el ciclo del cultivo, con los rendimientos obtenidos en campo y los costos calculados por tratamiento. Este procedimiento permitió comparar la rentabilidad de cada fuente de fertilización química y definir el tratamiento con mayor retorno económico.

#### 5.5.2.7. Análisis estadístico

El procesamiento estadístico de los datos se realizó en el software SPSS versión 27.01, considerando las variables de rendimiento, características agronómicas y rentabilidad económica. El análisis se desarrolló conforme al Diseño de Bloques Completos al Azar [DBCA], con tratamientos, bloques y error experimental como fuentes de variación.

Para cada variable evaluada se aplicó el Análisis de Varianza [ANVA], con niveles de significancia de 5 % y 1 %. Este procedimiento permitió determinar diferencias estadísticas entre tratamientos y verificar la variabilidad atribuida a bloques y error experimental.

Cuando el ANVA mostró diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey, al 5 % y 1 %, para establecer agrupaciones estadísticas entre tratamientos. Los resultados fueron organizados en tablas y figuras, permitiendo interpretar el efecto de los fertilizantes químicos sobre el comportamiento del cultivo de quinua CICA-127.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Resultados

#### 6.1.1. Rendimiento

##### 6.1.1.1. Peso de grano por planta

**Tabla 10.**

*Promedio de peso de granos por planta (g) de quinua CICA-127.*

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
Urea	93.21	90.22	95.02	84.00	<b>90.61</b>
Entec+S	91.49	86.06	81.97	84.50	<b>86.00</b>
Nitrato de amonio	68.76	72.09	75.15	78.94	<b>73.73</b>
Testigo	57.13	64.25	59.49	61.70	<b>60.64</b>

**Tabla 11.**

*ANVA para peso de granos por planta (g) de quinua CICA-127.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	3	2169.5500	723.1820	32.3400	3.86	6.99	*	*
Bloques	3	1.6600	0.5530	0.0200	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	201.2600	22.3620					
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>2372.4600</b>						<b>CV: 6.08%</b>

El análisis de varianza (Tabla 11) evidenció diferencias altamente significativas en el peso de grano por planta de quinua CICA-127, dado que el valor de F calculado (32.34) superó ampliamente al F tabular al 95 % (3.86) y 99 % (6.99) de confianza. Esto demuestra que las dosis de fertilización química aplicadas influyeron de manera directa y significativa en la producción individual de grano por planta. Por el contrario, el efecto de los bloques no presentó significancia estadística ( $F = 0.02 < F$  tabular), indicando uniformidad experimental. El coeficiente de variación ( $CV = 6.08 \%$ ) fue bajo, reflejando precisión en las mediciones y confiabilidad en los resultados obtenidos.

**Tabla 12.**

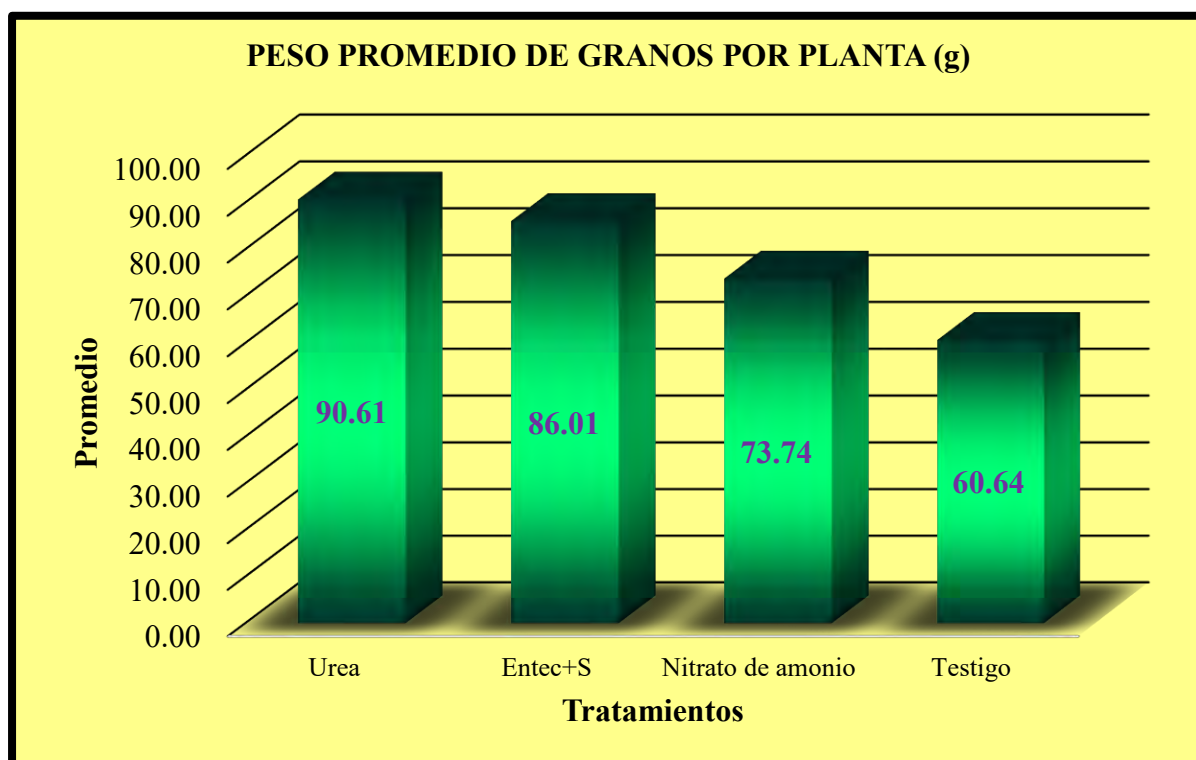
*Tukey para peso de granos por planta (g) de quinua CICA-127.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación	
			0.05	0.01
I	Urea	90.61	a	a
II	Entec+S	86.01	a	a b
III	Nitrato de amonio	73.74	b	b c
IV	Testigo	60.64	c	c
ALS(0.05)=		10.442	ALS(0.01)= 14.09	

La prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 12) mostró diferencias estadísticamente significativas en el peso de grano por planta de quinua CICA-127. Al 95 % de confianza, se formaron tres grupos estadísticos: el grupo “a”, conformado por los tratamientos Urea (90.61 g) y Entec + S (86.01 g), que presentaron los mayores valores promedio; el grupo “b”, representado por Nitrato de amonio (73.74 g), con una respuesta intermedia; y el grupo “c”, correspondiente al testigo sin fertilización (60.64 g), con el menor rendimiento por planta. En cambio, al 99 % de confianza, se establecieron cuatro grupos estadísticos diferenciados: Urea (a) como el tratamiento de mayor efecto, seguido por Entec + S (b), luego Nitrato de amonio (c) y, finalmente, el testigo (d), que evidenció el rendimiento más bajo. Estos resultados confirman que el aumento en la disponibilidad de nitrógeno tuvo un efecto directo y significativo sobre la producción individual de grano, destacando a la urea como la fuente nitrogenada más eficiente para estimular la acumulación de materia seca y maximizar el rendimiento por planta de quinua CICA-127.

**Figura 5.**

*Representación gráfica del peso promedio de granos por planta (g) de quinua CICA-127.*



La figura 5 ilustra de manera gráfica los resultados de la prueba de Tukey, mostrando la tendencia en la producción de biomasa en respuesta a la fertilización química. Se observa que los tratamientos con urea y Entec+S lograron los mayores valores, mientras que el testigo sin fertilización presentó el rendimiento más bajo. La diferenciación entre grupos, evidenciada en la representación visual, concuerda con los resultados estadísticos, confirmando el impacto positivo de la fertilización en el desarrollo y producción del cultivo de quinua.

### 6.1.1.2. Peso de mil granos

**Tabla 13.**

*Promedio de peso de mil granos (g) de quinua CICA-127.*

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
Urea	3.66	3.70	3.66	3.63	<b>3.66</b>
Entec+S	3.75	3.74	3.65	3.71	<b>3.71</b>
Nitrato de amonio	3.33	3.43	3.41	3.34	<b>3.38</b>
Testigo	3.06	3.07	3.06	3.06	<b>3.06</b>

**Tabla 14.**

*ANVA para peso de mil granos (g) de quinua CICA-127.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	3	1.0800	0.3600	310.1200	3.86	6.99	*	*
Bloques	3	0.0100	0.0019	1.6300	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	0.0100	0.0012					
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>1.0900</b>					<b>CV: 1.00%</b>	

El análisis de varianza (Tabla 14) evidenció diferencias altamente significativas en el peso de mil granos de quinua CICA-127, dado que el valor de F calculado (310.12) superó ampliamente al F tabular al 95 % (3.86) y 99 % (6.99) de confianza. Esto demuestra que las dosis de fertilización química aplicadas influyeron de manera directa y significativa en el peso unitario del grano, reflejando una respuesta positiva del cultivo ante el incremento del nitrógeno disponible. Por el contrario, el efecto de los bloques no presentó significancia estadística ( $F = 1.63 < F$  tabular), lo que indica uniformidad experimental y ausencia de variabilidad ambiental entre repeticiones. El coeficiente de variación ( $CV = 1.00\%$ ) fue muy bajo, evidenciando precisión en las mediciones y alta confiabilidad en los resultados obtenidos.

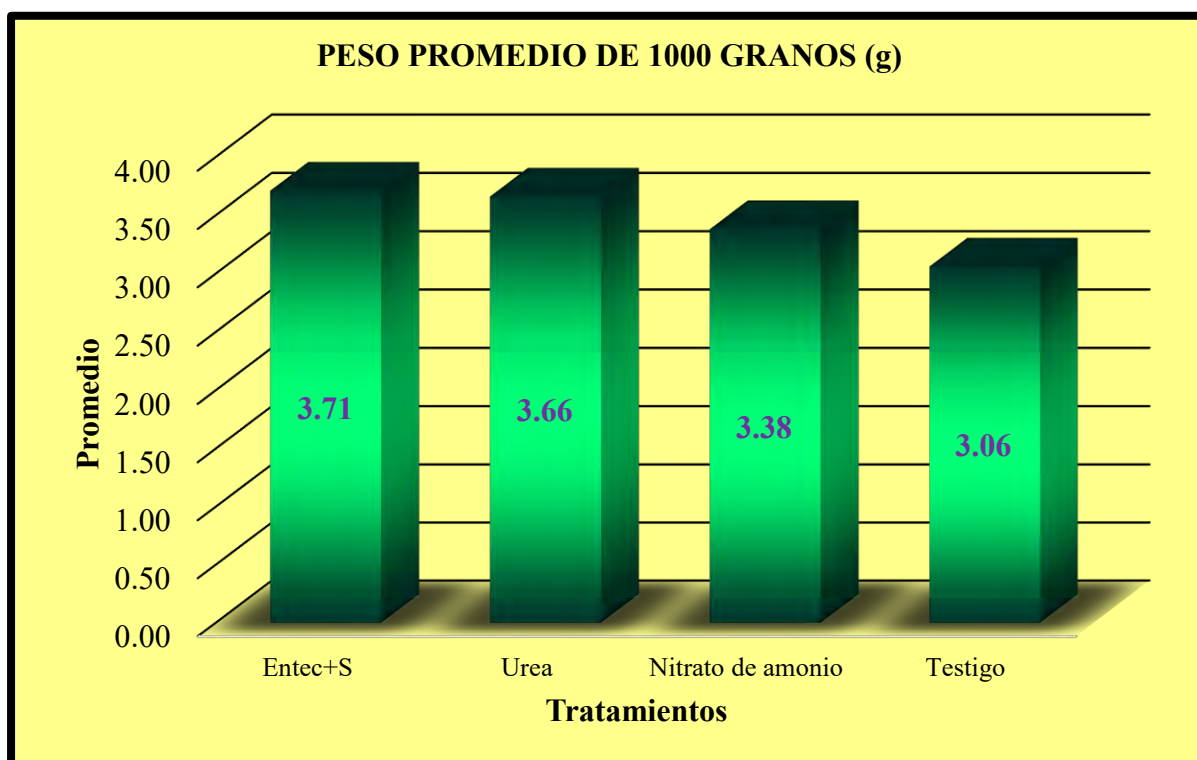
**Tabla 15.***Tukey para peso de mil granos (g) de quinua CICA-127.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación	
			0.05	0.01
I	Entec+S	3.71	a	a
II	Urea	3.66	a	a
III	Nitrato de amonio	3.38	b	b
IV	Testigo	3.06	c	c
ALS(0.05)=	0.08	ALS(0.01)=	0.10	

La prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 15) mostró diferencias estadísticamente significativas en el peso de mil granos de quinua CICA-127. Al 95 % de confianza, se formaron tres grupos estadísticos: el grupo “a”, conformado por los tratamientos Entec + S (3.71 g) y Urea (3.66 g), que registraron los mayores valores promedio; el grupo “b”, representado por el Nitrato de amonio (3.38 g), con una respuesta intermedia; y el grupo “c”, correspondiente al testigo sin fertilización (3.06 g), que presentó el menor peso de mil granos. En cambio, al 99 % de confianza, se establecieron tres grupos estadísticos diferenciados, donde Entec + S (a) y Urea (a) mantuvieron la mayor media, seguidos por Nitrato de amonio (b) y, finalmente, el testigo (c) con el valor más bajo. Estos resultados evidencian que la fertilización química ejerció un efecto directo sobre el llenado y densidad del grano, incrementando su peso individual; además, destacan la eficacia de las fuentes Entec + S y Urea, que mostraron un desempeño superior frente al resto de tratamientos.

**Figura 6.**

*Representación gráfica del peso promedio de mil granos (g) de quinua CICA-127.*



La figura 6 ilustra de manera gráfica la tendencia observada en la prueba de Tukey, evidenciando la superioridad del tratamiento Entec+S en el peso de mil granos, seguido de urea, mientras que el testigo presentó el menor valor. La representación visual refuerza la interpretación estadística, consolidando la importancia de una fertilización adecuada en la mejora de la calidad del grano.

### 6.1.1.3. Peso de grano transformados a t/ha

**Tabla 16.**

*Promedio de rendimiento de grano transformado a toneladas por hectárea (t/ha) de quinua CICA-127.*

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
Urea	6.56	6.57	6.60	6.62	<b>6.59</b>
Entec+S	6.59	6.69	6.61	6.53	<b>6.61</b>
Nitrato de amonio	5.63	6.26	5.83	5.22	<b>5.73</b>
Testigo	5.01	4.60	4.01	4.45	<b>4.52</b>

**Tabla 17.**

*ANVA para rendimiento de grano transformado a toneladas por hectárea (t/ha) de quinua CICA-127.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	3	11.6519	3.8840	43.2700	3.86	6.99	*	*
Bloques	3	0.2813	0.0938	1.0400	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	0.8079	0.0898					
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>12.7411</b>					<b>CV: 5.11%</b>	

El análisis de varianza (Tabla 17) evidenció diferencias altamente significativas en el rendimiento de grano transformado a toneladas por hectárea (t/ha) de quinua CICA-127, dado que el valor de F calculado (43.27) superó ampliamente a los valores de F tabular al 95 % (3.86) y 99 % (6.99) de confianza. Este resultado demuestra que las dosis de fertilización química influyeron significativamente en la productividad del cultivo, confirmando que la disponibilidad de nitrógeno tuvo un efecto determinante sobre el rendimiento final de grano. En contraste, el efecto de los bloques no fue significativo ( $F = 1.04 < F$  tabular), lo que indica homogeneidad experimental entre repeticiones y adecuada uniformidad de las condiciones de campo. El coeficiente de variación ( $CV = 5.11 \%$ ) fue bajo, reflejando alta precisión experimental y confiabilidad en los resultados obtenidos.

**Tabla 18.**

*Tukey para rendimiento de grano transformado a toneladas por hectárea (t/ha) de quinua CICA-127.*

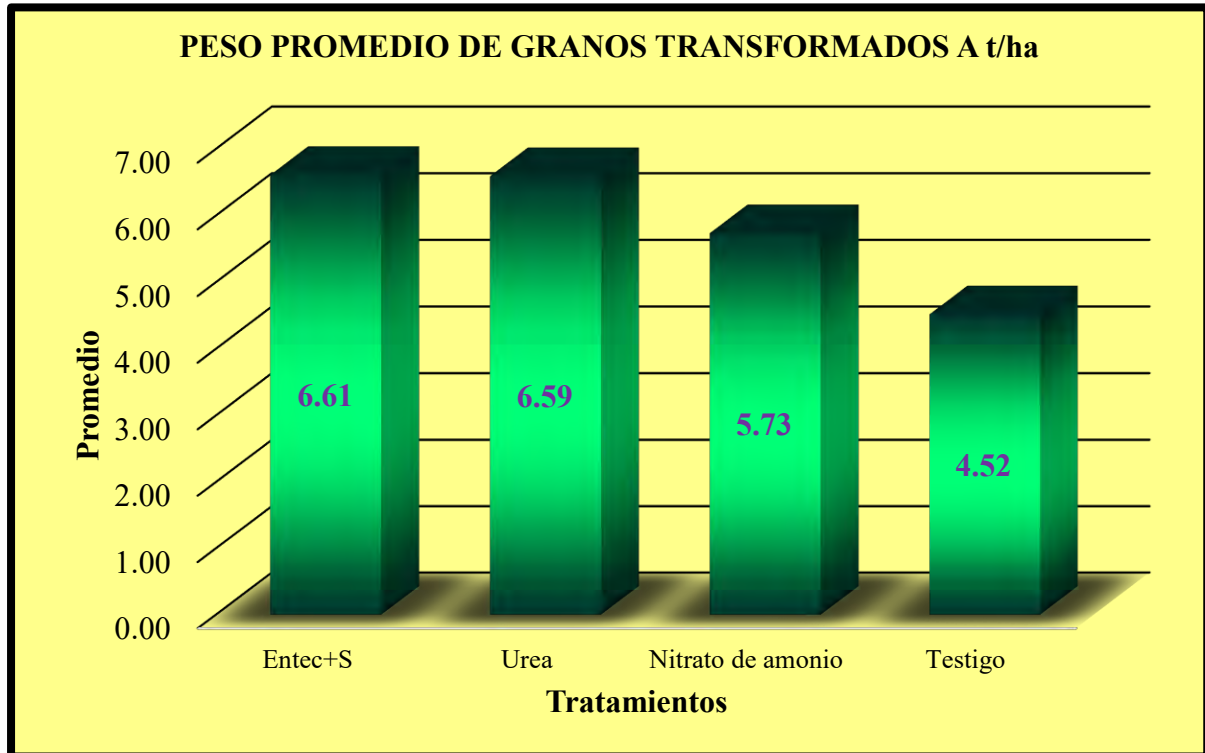
O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación	
			0.05	0.01
I	Entec+S	6.61	a	a
II	Urea	6.59	a	a
III	Nitrato de amonio	5.73	b	a
IV	Testigo	4.52	c	b
ALS(0.05)=	0.66	ALS(0.01)=	0.89	

La prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 18) mostró diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de grano transformado a toneladas por hectárea (t/ha) de quinua CICA-127. Al 95 % de confianza, se formaron tres grupos estadísticos: el grupo “a”, integrado por los tratamientos Entec + S (6.61 t/ha) y Urea (6.59 t/ha), que presentaron los valores más altos de rendimiento; el grupo “b”, conformado por el Nitrato de amonio (5.73 t/ha), con una respuesta intermedia; y el grupo “c”, correspondiente al testigo sin fertilización (4.52 t/ha), que registró el menor rendimiento.

Al 99 % de confianza, se diferenciaron tres grupos estadísticos: el grupo “a”, encabezado por Entec + S (6.61 t/ha) y Urea (6.59 t/ha), que mantuvieron la superioridad productiva; el grupo “b”, representado por el Nitrato de amonio (5.73 t/ha); y el grupo “c”, correspondiente al testigo (4.52 t/ha), con el rendimiento más bajo. Estos resultados evidencian que la aplicación de fuentes nitrogenadas, especialmente Entec + S y Urea, promovió un incremento significativo en la productividad, destacándose como los tratamientos más eficientes para maximizar el rendimiento del cultivo de quinua CICA-127.

**Figura 7.**

*Representación gráfica del rendimiento de grano transformado a toneladas por hectárea (t/ha) de quinua CICA-127.*



La figura 7 ilustra gráficamente la tendencia observada en la prueba de Tukey, evidenciando la superioridad de los tratamientos Entec+S y urea en el rendimiento del cultivo, mientras que el testigo presentó el menor valor. La representación visual refuerza la interpretación estadística y permite una mejor comprensión del impacto de la fertilización química en la producción de grano, destacando la necesidad de estrategias de fertilización adecuadas para maximizar la productividad.

## 6.1.2. Características agronómicas

### 6.1.2.1. Altura de planta

**Tabla 19.**

*Promedio de altura de planta (cm) de quinua CICA-127.*

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
<b>Urea</b>	242.18	237.02	228.44	218.91	<b>231.64</b>
<b>Entec+S</b>	239.42	219.21	218.28	240.53	<b>229.36</b>
<b>Nitrato de amonio</b>	210.19	222.25	212.01	208.87	<b>213.33</b>
<b>Testigo</b>	215.75	205.31	198.18	170.49	<b>197.43</b>

**Tabla 20.**

*ANVA para altura de planta (cm) de quinua CICA-127.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	3	3039.3900	1013.1300	6.9300	3.86	6.99	*	NS
Bloques	3	682.9500	227.6500	1.5600	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	1316.2400	146.2500					
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>5038.5800</b>						<b>CV: 5.55%</b>

El análisis de varianza (Tabla 20) evidenció diferencias significativas al 95 % de confianza en la altura de planta de quinua CICA-127, ya que el valor de F calculado (6.93) fue superior al F tabular (3.86); sin embargo, no alcanzó significancia al 99 % (F tabular = 6.99). Este resultado indica que los tratamientos de fertilización química influyeron de manera directa en el crecimiento vegetativo del cultivo, aunque con un grado de variación moderado. Por el contrario, el efecto de los bloques no resultó significativo ( $F = 1.56 < F$  tabular), lo que demuestra uniformidad experimental entre repeticiones. El coeficiente de variación ( $CV = 5.55\%$ ) fue bajo, reflejando precisión en las mediciones y confiabilidad en los resultados obtenidos bajo condiciones de campo.

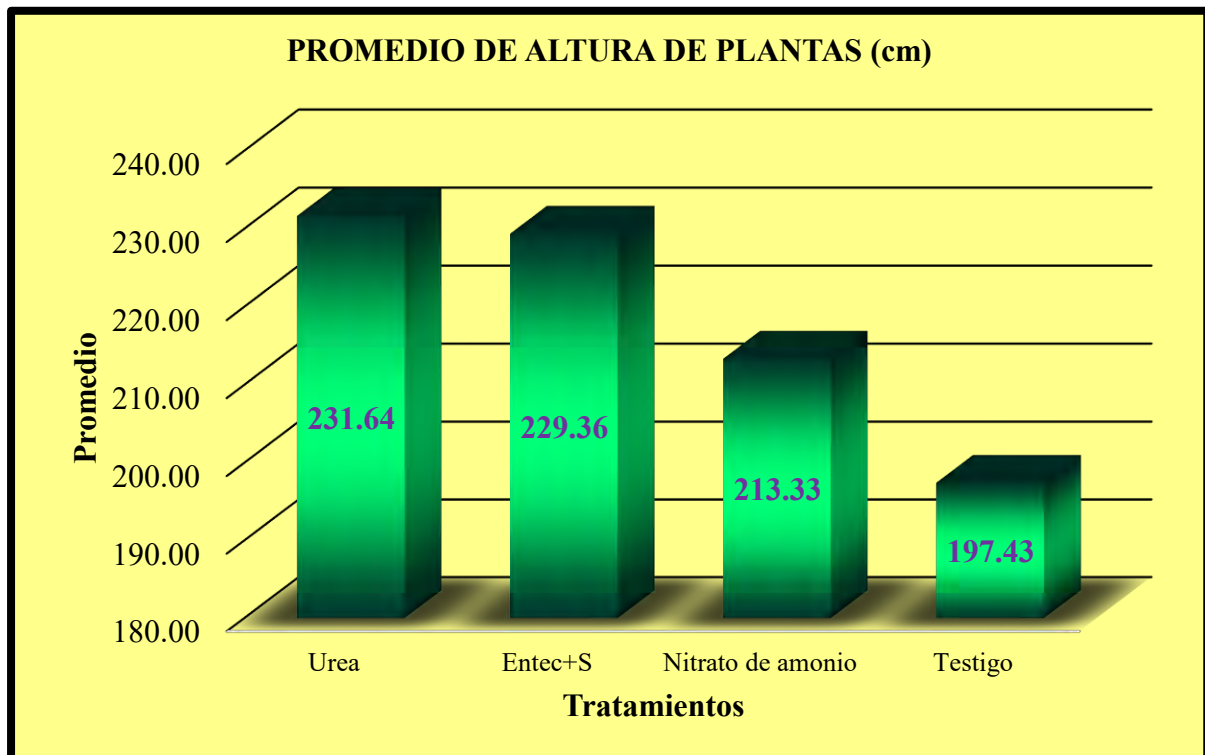
**Tabla 21.***Tukey para altura de planta (cm) de quinua CICA-127.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación	
			0.05	0.01
I	Urea	231.64	a	a
II	Entec+S	229.36	a	a
III	Nitrato de amonio	213.33	a	b
IV	Testigo	197.43		b
ALS(0.05)=		26.70	ALS(0.01)= 36.02	

La prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 21) mostró diferencias estadísticamente significativas en la altura de planta de quinua CICA-127. Al 95 % de confianza, se formaron dos grupos estadísticos: el grupo “a”, conformado por Urea (231.64 cm), Entec + S (229.36 cm) y Nitrato de amonio (213.33 cm), que presentaron los mayores valores promedio de crecimiento; y el grupo “b”, integrado por el testigo sin fertilización (197.43 cm), con el menor desarrollo en altura. En cambio, al 99 % de confianza, se distinguieron tres grupos estadísticos: Urea (a) y Entec + S (a) mantuvieron las mayores alturas; Nitrato de amonio (b) ocupó una posición intermedia; mientras que el testigo (a) presentó los valores más bajos. Estos resultados demuestran que la fertilización química influyó positivamente en el crecimiento vegetativo del cultivo, evidenciándose una mayor altura de planta en los tratamientos con Urea y Entec + S, que superaron significativamente al testigo, consolidando su efecto estimulante sobre el desarrollo estructural de la quinua CICA-127.

**Figura 8.**

*Representación gráfica de la altura promedio de planta (cm) de quinua CICA-127.*



La figura 8, ilustra gráficamente la tendencia observada en la prueba de Tukey, evidenciando la superioridad de los tratamientos con urea y Entec+S en la altura de las plantas, mientras que el testigo registró el menor crecimiento. La representación visual refuerza la interpretación estadística, mostrando cómo la fertilización química favorece el desarrollo estructural del cultivo y resaltando la necesidad de una adecuada gestión de nutrientes para optimizar el crecimiento de la quinua.

### 6.1.2.2. Diámetro de tallo principal

**Tabla 22.**

*Promedio del diámetro de tallo principal (mm) de quinua CICA-127.*

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
<b>Urea</b>	14.40	15.21	15.14	15.78	<b>15.13</b>
<b>Entec+S</b>	18.65	15.22	14.41	15.50	<b>15.95</b>
<b>Nitrato de amonio</b>	14.04	14.72	16.02	15.60	<b>15.09</b>
<b>Testigo</b>	16.58	14.93	13.53	13.53	<b>14.65</b>

**Tabla 23.**

*ANVA para diámetro de tallo principal (mm) de quinua CICA-127.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	3	2.0300	0.6800	0.3700	3.86	6.99	NS	NS
Bloques	3	1.9800	0.6600	0.3600	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	16.6000	1.8400					
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>20.6200</b>						<b>CV: 8.85%</b>

El análisis de varianza (Tabla 23) no evidenció diferencias significativas en el diámetro de tallo principal de quinua CICA-127, ya que el valor de F calculado (0.37) fue inferior a los valores de F tabular al 95 % (3.86) y 99 % (6.99) de confianza. Esto indica que las fuentes de fertilización química no ejercieron un efecto estadísticamente comprobable sobre esta variable estructural del cultivo. De igual forma, el efecto de los bloques tampoco resultó significativo ( $F = 0.36 < F$  tabular), lo que refleja homogeneidad experimental entre repeticiones. El coeficiente de variación ( $CV = 8.85\%$ ) fue bajo, lo cual evidencia precisión en las mediciones y uniformidad en el desarrollo del tallo entre los tratamientos evaluados.

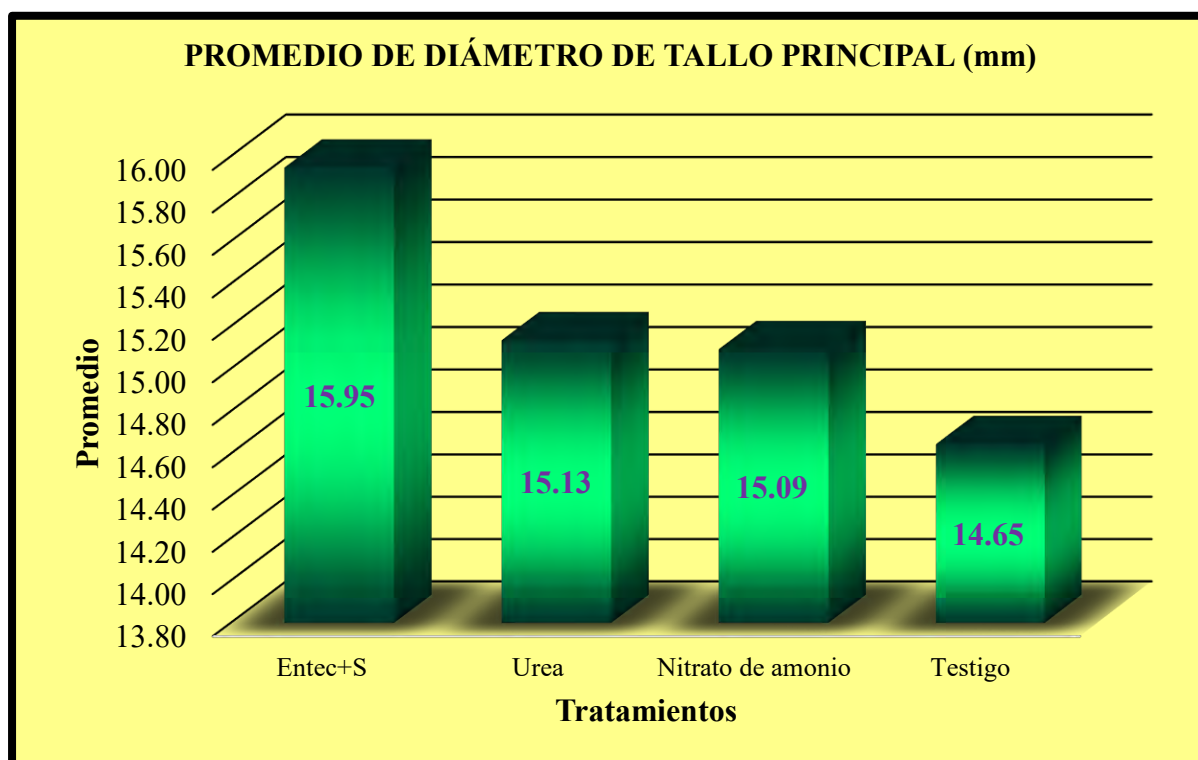
**Tabla 24.***Tukey para diámetro de tallo principal (mm) de quinua CICA-127.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación	Agrupación
			0.05	0.01
I	Entec+S	15.95	a	a
II	Urea	15.13	a	a
III	Nitrato de amonio	15.09	a	a
IV	Testigo	14.65	a	a
ALS(0.05)= 3.00		ALS(0.01)=	4.05	

La prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 24) no mostró diferencias significativas en el diámetro de tallo principal de quinua CICA-127, tanto al 95 % como al 99 % de confianza, al formarse un solo grupo estadístico “a” que incluyó a todos los tratamientos evaluados: Entec + S (15.95 mm), Urea (15.13 mm), Nitrato de amonio (15.09 mm) y el testigo (14.65 mm). Esto indica que las distintas fuentes nitrogenadas no generaron variaciones apreciables en el grosor del tallo, manteniendo una respuesta homogénea entre tratamientos. Estos resultados coinciden con el análisis de varianza, confirmando que la fertilización química no influyó de manera significativa en esta característica estructural del cultivo.

**Figura 9.**

*Representación gráfica del diámetro promedio de tallo principal (mm) de quinua CICA-127.*



La figura 9, presenta de manera gráfica los promedios obtenidos para el diámetro del tallo principal, mostrando una tendencia similar a la de los valores numéricos obtenidos en las tablas previas. A pesar de las leves diferencias entre tratamientos, la representación visual refuerza la conclusión de que no hubo efectos significativos de la fertilización química sobre esta característica agronómica.

### 6.1.2.3. Numero de ramas primarias

**Tabla 25.**

*Promedio del número de ramas primarias (Unid.) de quinua CICA-127.*

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
<b>Urea</b>	14.30	16.10	16.05	13.25	<b>14.93</b>
<b>Entec+S</b>	14.60	15.65	14.60	13.95	<b>14.70</b>
<b>Nitrato de amonio</b>	13.80	14.45	15.00	14.80	<b>14.51</b>
<b>Testigo</b>	14.50	14.50	15.30	13.25	<b>14.39</b>

**Tabla 26.**

*ANVA para número de ramas primarias (Unid.) de quinua CICA-127.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	3	0.6581	0.2194	0.4400	3.86	6.99	NS	NS
Bloques	3	5.7731	1.9244	3.8200	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	4.5381	0.5042					
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>10.9694</b>						<b>CV: 4.85%</b>

El análisis de varianza (Tabla 26) no evidenció diferencias significativas en el número de ramas primarias de quinua CICA-127, ya que el valor de F calculado (0.44) fue inferior a los valores de F tabular al 95 % (3.86) y 99 % (6.99) de confianza. Esto demuestra que las dosis de fertilización química aplicadas no influyeron de manera estadísticamente comprobable sobre el desarrollo de ramificaciones primarias del cultivo. Asimismo, el efecto de los bloques tampoco fue significativo ( $F = 3.82 < F$  tabular), lo que indica uniformidad experimental entre repeticiones. El coeficiente de variación ( $CV = 4.85 \%$ ) fue bajo, lo que refleja una buena precisión experimental y homogeneidad en la respuesta de las plantas evaluadas.

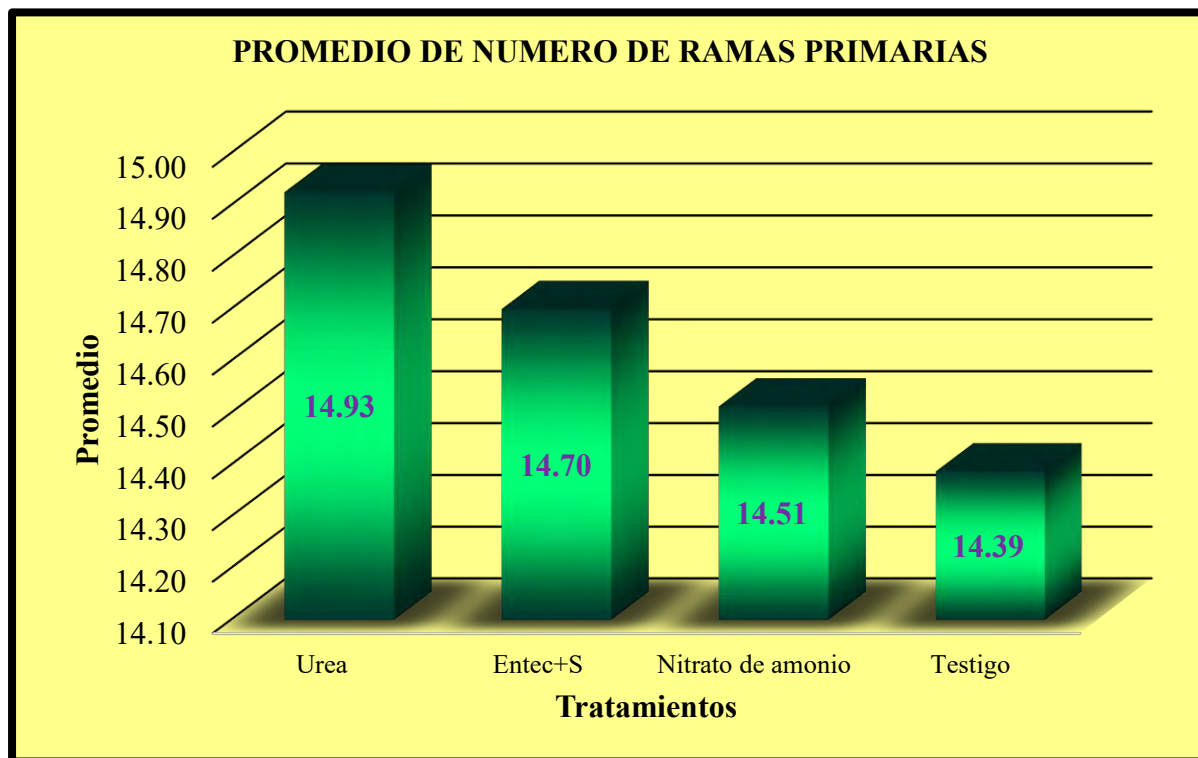
**Tabla 27.***Tukey para número de ramas primarias (Unid.) de quinua CICA-127.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación	Agrupación
			0.05	0.01
I	Urea	14.93	a	a
II	Entec+S	14.70	a	a
III	Nitrato de amonio	14.51	a	a
IV	Testigo	14.39	a	a
ALS(0.05)= 1.57			ALS(0.01)= 2.11	

La prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 27) no mostró diferencias significativas en el número de ramas primarias de quinua CICA-127, tanto al 95 % como al 99 % de confianza, al conformarse un único grupo estadístico “a” que incluyó a todos los tratamientos evaluados: Urea (14.93 Unid.), Entec + S (14.70 Unid.), Nitrato de amonio (14.51 Unid.) y el testigo (14.39 Unid.). Este comportamiento homogéneo indica que la aplicación de diferentes fuentes de fertilización química no generó variaciones apreciables en la ramificación primaria de las plantas, manteniéndose una respuesta uniforme entre tratamientos, en concordancia con los resultados del análisis de varianza.

**Figura 10.**

*Representación gráfica del número promedio de ramas primarias (Unid.) de quinua CICA-127.*



La figura 10, ilustra gráficamente los valores promedio obtenidos para el número de ramas primarias, mostrando una tendencia uniforme entre los tratamientos evaluados. La similitud de los promedios refuerza las conclusiones del análisis estadístico, evidenciando que, en este caso, la fertilización química no tuvo un impacto diferencial significativo sobre esta variable agronómica.

#### 6.1.2.4. Longitud de panoja

**Tabla 28.**

*Promedio de la longitud de panoja (cm) de quinua CICA-127.*

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
Urea	57.03	56.42	68.44	57.63	<b>59.88</b>
Entec+S	64.96	57.43	55.64	59.36	<b>59.35</b>
Nitrato de amonio	55.43	53.21	52.51	60.71	<b>55.46</b>
Testigo	50.20	51.83	40.27	37.36	<b>44.91</b>

**Tabla 29.**

*ANVA para longitud de panoja (cm) de quinua CICA-127.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	3	578.4000	192.8000	5.4300	3.86	6.99	*	NS
Bloques	3	23.2400	7.7500	0.2200	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	319.8500	35.5400					
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>921.4800</b>						<b>CV: 10.86%</b>

El análisis de varianza (Tabla 29) evidenció diferencias significativas al 95 % de confianza en la longitud de panoja de quinua CICA-127, dado que el valor de F calculado (5.43) superó al F tabular (3.86); sin embargo, no alcanzó significancia al 99 % (F tabular = 6.99). Esto indica que las dosis de fertilización química influyeron de forma apreciable sobre el desarrollo de la inflorescencia principal, aunque con un grado de variación moderado. Por el contrario, el efecto de los bloques no fue significativo ( $F = 0.22 < F$  tabular), lo que refleja uniformidad experimental entre repeticiones. El coeficiente de variación ( $CV = 10.86\%$ ) se consideró bajo, lo que demuestra buena precisión experimental y confiabilidad en los datos obtenidos bajo condiciones de campo.

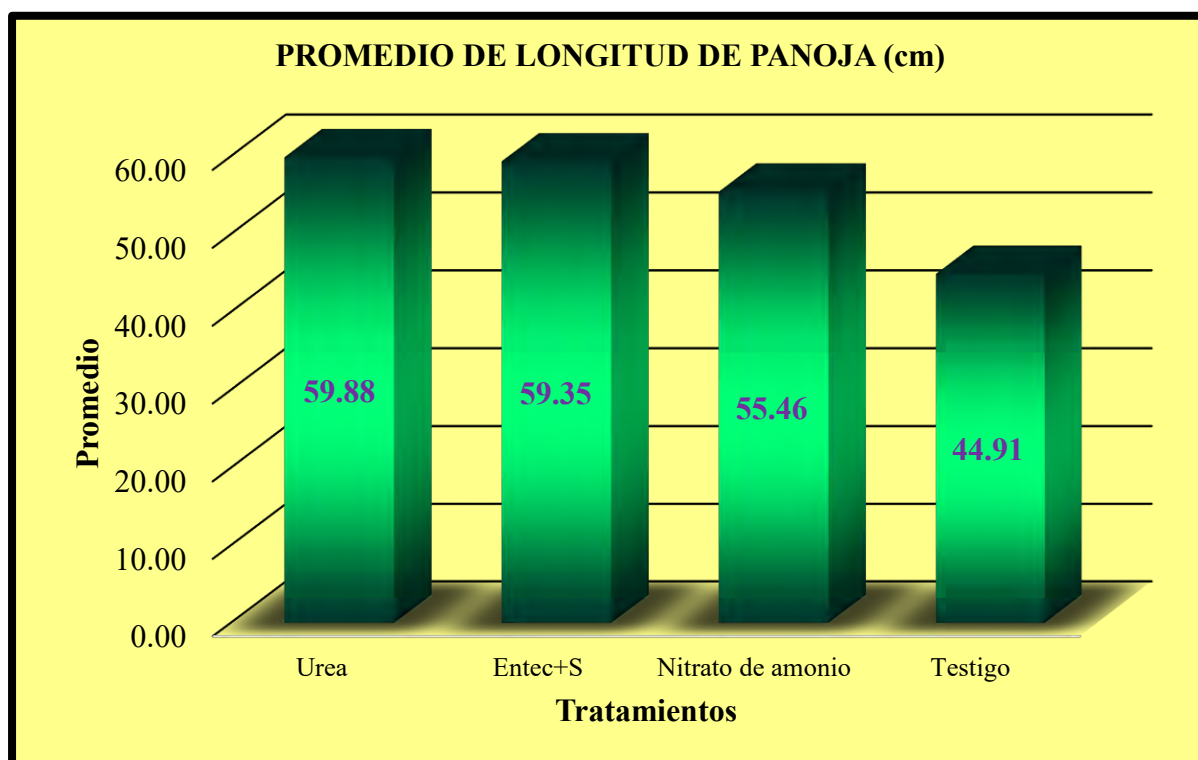
**Tabla 30.***Tukey para longitud de panoja (cm) de quinua CICA-127.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación	
			0.05	0.01
I	Urea	59.88	a	a
II	Entec+S	59.35	a	a
III	Nitrato de amonio	55.46	a	b
IV	Testigo	44.91		b
ALS(0.05)=		13.16	ALS(0.01)= 17.76	

La prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 30) mostró diferencias significativas en la longitud de panoja de quinua CICA-127. Al 95 % de confianza, se formaron dos grupos estadísticos: el grupo “a”, integrado por los tratamientos Urea (59.88 cm), Entec + S (59.35 cm) y Nitrato de amonio (55.46 cm), que registraron las mayores longitudes promedio; y el grupo “b”, conformado únicamente por el testigo sin fertilización (44.91 cm), con el valor más bajo. En cambio, al 99 % de confianza, todos los tratamientos se agruparon dentro de un mismo grupo estadístico “a”, indicando ausencia de diferencias significativas a este nivel. Estos resultados evidencian que la aplicación de fuentes nitrogenadas incrementó moderadamente la longitud de la panoja, destacando el efecto positivo de Urea y Entec + S sobre el desarrollo de la inflorescencia principal en comparación con el testigo.

**Figura 11.**

*Representación gráfica de la longitud promedio de panoja (cm) de quinua CICA-127.*



La figura 11, ilustra gráficamente la variación en la longitud de las panojas según los tratamientos aplicados. Se observa que los fertilizantes de liberación controlada favorecieron el crecimiento de la inflorescencia, mientras que la ausencia de fertilización limitó su desarrollo. La clara diferencia entre los grupos estadísticos respalda los resultados obtenidos en el análisis de varianza y la prueba de comparación de medios, confirmando la relevancia del nitrógeno en el desarrollo floral del cultivo.

### 6.1.2.5. Diámetro de panoja

**Tabla 31.**

*Promedio del diámetro de panoja (cm) de quinua CICA-127.*

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
<b>Urea</b>	10.08	9.22	11.17	11.31	<b>10.44</b>
<b>Entec+S</b>	10.39	9.44	9.44	11.54	<b>10.20</b>
<b>Nitrato de amonio</b>	8.99	10.22	10.47	10.52	<b>10.05</b>
<b>Testigo</b>	8.57	8.28	8.60	7.51	<b>8.24</b>

**Tabla 32.**

*ANVA para diámetro de panoja (cm) de quinua CICA-127.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	3	12.2276	4.0759	5.9740	3.86	6.99	*	NS
Bloques	3	2.0769	0.6923	1.0147	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	6.1405	0.6823					
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>20.4450</b>						<b>CV: 8.49%</b>

El análisis de varianza (Tabla 32) evidenció diferencias significativas al 95 % de confianza en el diámetro de panoja de quinua CICA-127, dado que el valor de F calculado (5.97) fue superior al F tabular (3.86); sin embargo, no alcanzó significancia al 99 % (F tabular = 6.99). Este resultado indica que las dosis de fertilización química influyeron en el desarrollo del diámetro de la inflorescencia principal, aunque con un efecto moderado. Por el contrario, el efecto de los bloques no resultó significativo ( $F = 1.01 < F$  tabular), lo que refleja uniformidad experimental entre repeticiones. El coeficiente de variación ( $CV = 8.49\%$ ) fue bajo, lo que demuestra precisión en las mediciones y confiabilidad en los resultados obtenidos en campo.

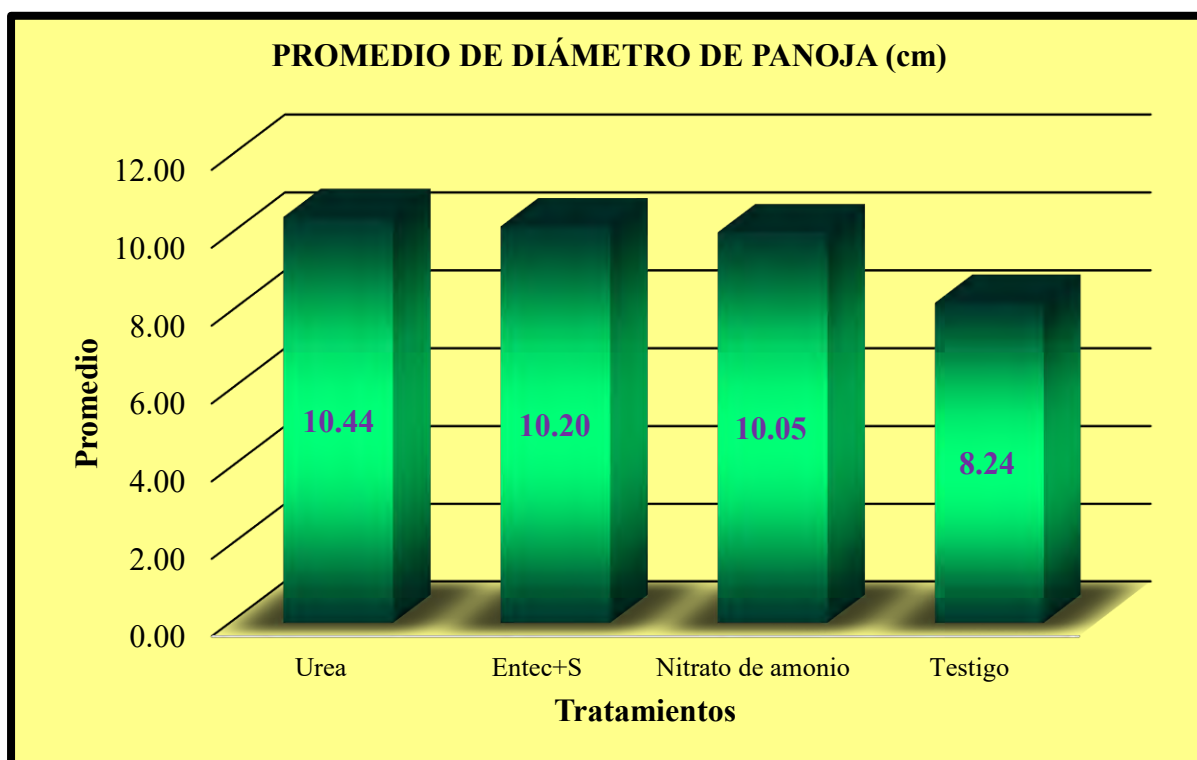
**Tabla 33.***Tukey para diámetro de panoja (cm) de quinua CICA-127.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación	
			0.05	0.01
I	Urea	10.44	a	a
II	Entec+S	10.20	a	a
III	Nitrato de amonio	10.05	a	b
IV	Testigo	8.24		b
ALS(0.05)= 1.82			ALS(0.01)= 2.46	

La prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 33) mostró diferencias significativas en el diámetro de panoja de quinua CICA-127. Al 95 % de confianza, se formaron dos grupos estadísticos: el grupo “a”, conformado por los tratamientos Urea (10.44 cm), Entec + S (10.20 cm) y Nitrato de amonio (10.05 cm), que registraron los mayores valores promedio; y el grupo “b”, representado por el testigo sin fertilización (8.24 cm), con el valor más bajo. En cambio, al 99 % de confianza, todos los tratamientos se integraron en un mismo grupo estadístico “a”, indicando ausencia de diferencias significativas a este nivel. Estos resultados evidencian que las fuentes de fertilización química contribuyeron a mejorar el grosor de la panoja en comparación con el testigo, destacando nuevamente el efecto positivo de Urea y Entec + S sobre las características morfológicas del cultivo.

**Figura 12.**

*Representación gráfica del diámetro promedio de panoja (cm) de quinua CICA-127.*



La figura 12, proporciona una representación visual clara de la variabilidad en el diámetro de panoja entre los tratamientos. Se evidencia la superioridad de los tratamientos con fertilización química sobre el testigo, destacándose que la aplicación de urea y Entec+S resultó en un mayor desarrollo de la inflorescencia. La correspondencia entre los valores graficados y el análisis estadístico confirma la efectividad de la fertilización en la optimización del crecimiento reproductivo del cultivo de quinua.

### 6.1.3. Rentabilidad económica

El análisis económico de rentabilidad se realizó siguiendo el esquema de costos de producción agrícola empleado por la Gerencia Regional de Agricultura de Cusco (GERAGRI-Cusco), adaptado a las condiciones experimentales del Centro Agronómico K'ayra. Este esquema considera los costos directos y los costos indirectos, empleando valores reales de mercado y rendimientos registrados en campo durante la campaña agrícola 2023–2024. Este procedimiento permitió estimar de forma precisa los indicadores económicos: valor bruto de la producción, costo total, utilidad neta y tasa interna de retorno (TIR), asegurando la validez técnica y comparabilidad con los estudios económicos regionales de quinua realizados por la GERAGRI-Cusco y el INIA.

**Tabla 34.**

*Análisis económico de rentabilidad y Tasa Interna de Retorno (TIR) para diferentes fertilizantes nitrogenados en el rendimiento del cultivo de quinua, variedad CICA – 127.*

N°	Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Valor Bruto de la Producción (S/.)	Costo Total de Producción (S/.)	Utilidad Neta (S/.)	TIR (%)
1	Urea	6,590.14	19,770.41	8,662.25	11,108.16	128.24
2	Entec+S	6,608.26	19,824.78	9,097.99	10,726.79	117.90
3	Nitrato de amonio	5,734.81	17,204.42	8,830.45	8,373.97	94.83
4	Testigo	4,516.75	13,550.24	7,532.46	6,017.78	79.89

El análisis económico reveló diferencias sustanciales en la rentabilidad obtenida con la aplicación de distintos fertilizantes nitrogenados. Como se observa en la Tabla 34, los tratamientos con urea y Entec + S alcanzaron los mayores rendimientos, con 6,590.14 kg/ha y 6,608.26 kg/ha, respectivamente; mientras que el nitrato de amonio presentó un rendimiento intermedio (5,734.81 kg/ha) y el testigo, sin fertilización química, registró el valor más bajo (4,516.75 kg/ha). Este incremento productivo se tradujo directamente en un mayor valor bruto

de producción y utilidad neta, demostrando la influencia determinante del nitrógeno en la productividad y rentabilidad del cultivo.

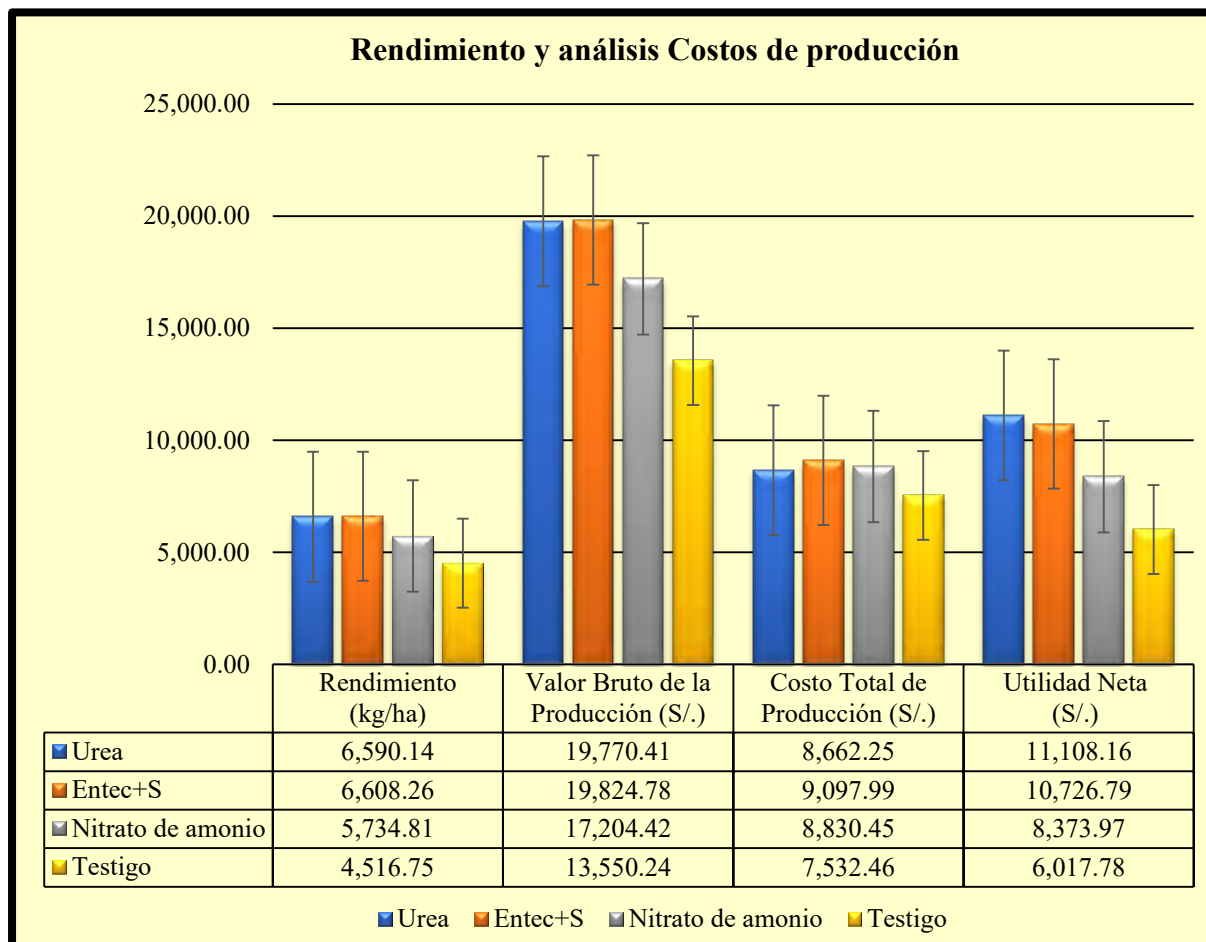
En cuanto al valor bruto de la producción, la urea generó S/. 19,770.41, seguida por Entec + S (S/. 19,824.78), mientras que el nitrato de amonio y el testigo alcanzaron S/. 17,204.42 y S/. 13,550.24, respectivamente. La utilidad neta mostró la misma tendencia, destacando la urea (S/. 11,108.16) y Entec + S (S/. 10,726.79) como los tratamientos más rentables.

El indicador financiero TIR reflejó la eficiencia económica de cada tratamiento. La urea alcanzó una TIR del 128.24 %, seguida de Entec + S (117.90 %); ambas superan el umbral del 100 %, lo que implica que la inversión inicial se recupera completamente y genera una ganancia equivalente o superior al capital invertido. Por su parte, el nitrato de amonio obtuvo una TIR del 94.83 %, y el testigo una TIR del 79.89 %, evidenciando una menor rentabilidad por la falta o ineficiencia de la fertilización química.

Estos resultados fueron representados en la Figura 13 (rendimiento y costos de producción) y Figura 14 (TIR), donde se observa con claridad la superioridad económica de los tratamientos con urea y Entec + S, consolidando su rol como estrategias óptimas para maximizar los márgenes de ganancia del cultivo de quinua en las condiciones agroecológicas del Centro Agronómico K'ayra (Cusco).

**Figura 13.**

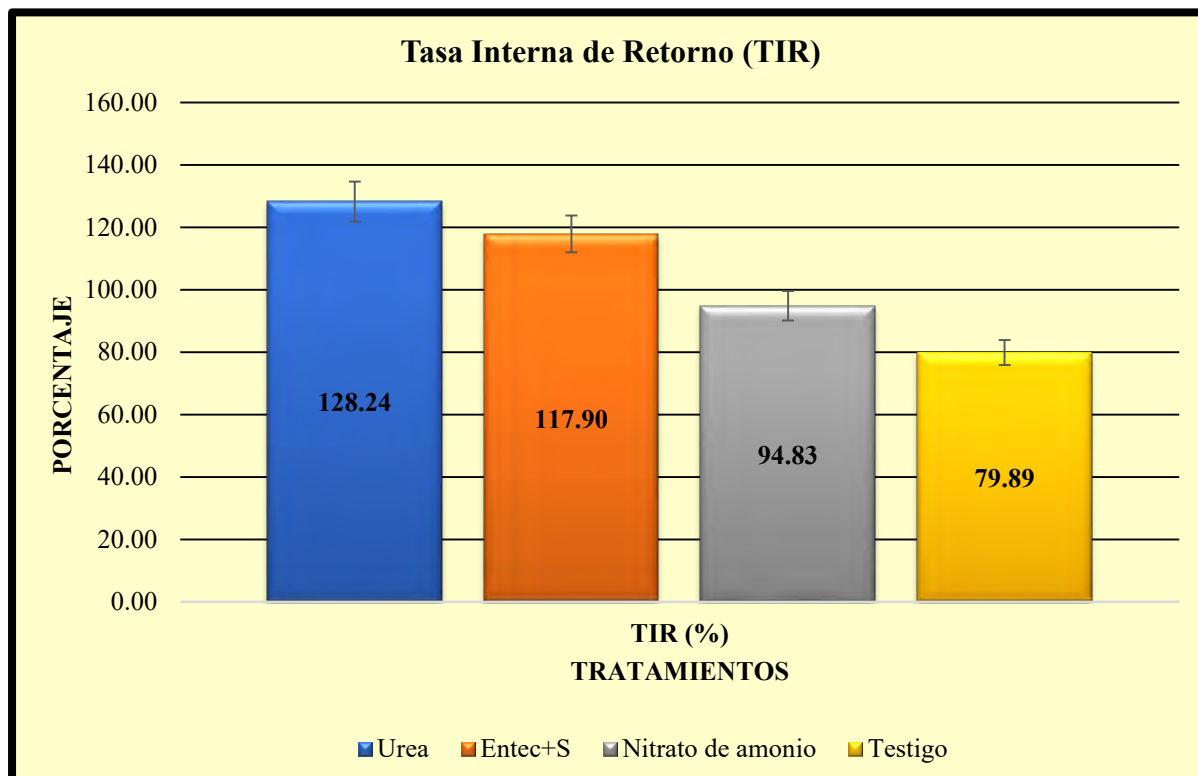
*Rendimiento y análisis Costos de producción para diferentes fertilizantes nitrogenados en cultivo de quinua.*



La figura 13 ilustra la relación entre el rendimiento, el valor bruto de producción, el costo total de producción y la utilidad neta, reafirmando la tendencia observada en los datos de la tabla 32. Se evidencia una clara superioridad de los tratamientos con fertilización química en términos de ingresos y rentabilidad.

**Figura 14.**

*Tasa Interna de Retorno (TIR) para diferentes fertilizantes nitrogenados en cultivo de quinua.*



Asimismo, la figura 14 representa la TIR, donde se observa que la aplicación de urea y Entec+S generaron los mayores beneficios económicos, mientras que el testigo mostró la menor rentabilidad. Estos resultados confirman que la aplicación de fertilizantes nitrogenados es una estrategia efectiva para optimizar la producción y mejorar la rentabilidad del cultivo de quinua en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, Cusco.

## **6.2. Discusiones**

### **6.2.1. Rendimiento**

#### **6.2.1.1. Peso de granos por planta**

El peso de grano por planta es un indicador esencial de la productividad de la quinua, pues refleja la eficiencia del cultivo para acumular biomasa utilizable. En este estudio, la fertilización química mostró un efecto significativo; la urea registró el mayor valor con 90.61 g, seguida de Entec + S con 86.00 g, mientras que el nitrato de amonio y el testigo alcanzaron 73.73 g y 60.64 g, respectivamente. Estos resultados confirman el papel determinante del nitrógeno en la formación y llenado del grano, además de resaltar la importancia del tipo de fertilizante en su absorción y aprovechamiento.

Al comparar con estudios previos, Villaca (2024) reportó un peso de 84.37 g para la variedad CICA-127 sin fertilización química; por tanto, los tratamientos con urea y Entec + S superaron ampliamente a dicho valor. Ello sugiere que una fertilización ajustada al análisis del suelo mejora la eficiencia del nitrógeno, mientras que fuentes más solubles, como el nitrato de amonio, presentan mayor susceptibilidad a pérdidas por lixiviación.

En conjunto, la aplicación de urea y Entec + S demostró ser más eficiente para incrementar la biomasa y el peso de grano; en consecuencia, la fertilización química se consolida como un factor decisivo para optimizar el rendimiento del cultivo de quinua, siempre que se ajuste a las condiciones edáficas y climáticas del entorno.

#### **6.2.1.2. Peso de mil granos**

El peso de mil granos es un indicador determinante en la calidad y rendimiento de la quinua, ya que expresa la eficiencia del cultivo en la formación y llenado de los granos. En este estudio, la fertilización química produjo diferencias significativas entre tratamientos; el Entec + S alcanzó el valor más alto con 3.71 g, seguido de la urea con 3.66 g; mientras que el nitrato de amonio y el testigo registraron promedios menores de 3.38 g y 3.06 g, respectivamente.

Estos resultados confirman que la disponibilidad sostenida de nitrógeno favorece el llenado del grano y aumenta su densidad, sobre todo cuando se utilizan fuentes de liberación controlada.

Al comparar con estudios previos, Villaca (2024) obtuvo 3.66 g en la variedad CICA-127, y Huillca (2019) reportó 3.15 g en CICA-17, ambos sin fertilización química. Los valores alcanzados con Entec + S y urea superaron estas referencias, demostrando que una fertilización ajustada al análisis del suelo optimiza la asimilación del nitrógeno. Por su parte, el nitrato de amonio mostró menor eficiencia, probablemente por pérdidas por lixiviación, reduciendo su disponibilidad durante el llenado del grano.

En conjunto, la urea y el Entec + S se consolidan como las fuentes nitrogenadas más eficientes para incrementar el peso de mil granos, mejorando la calidad y la productividad del cultivo de quinua CICA-127 bajo las condiciones edafoclimáticas del Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

### **6.2.1.3. Peso de granos transformados a ton/ha**

El rendimiento de grano es uno de los indicadores más representativos de la eficiencia de la fertilización química, pues refleja la capacidad del cultivo de quinua para transformar los nutrientes absorbidos en biomasa cosechable. En este estudio, los tratamientos con Entec + S y urea alcanzaron los rendimientos más altos, con 6.61 t/ha y 6.59 t/ha, respectivamente; el nitrato de amonio obtuvo un valor intermedio de 5.73 t/ha, mientras que el testigo sin fertilización presentó el rendimiento más bajo con 4.52 t/ha. Estos resultados confirman la influencia directa del nitrógeno sobre la productividad y demuestran que su disponibilidad sostenida favorece la formación y llenado de grano.

Al comparar con investigaciones previas, Mendoza *et al.* (2016) reportaron rendimientos entre 1.70 y 2.90 t/ha con dosis de 100 a 400 kg/ha de N, mientras que el INIA (2014) informó valores de hasta 5.00 t/ha en las variedades Salcedo INIA e INIA 431–Altiplano, bajo fertilización de 180–240 kg/ha de N. De manera similar, en suelos franco

arenosos con riego, se alcanzaron rendimientos de 6.00 a 7.00 t/ha aplicando 300–120–300 kg/ha de NPK, lo que coincide estrechamente con los resultados obtenidos en esta investigación.

Desde un enfoque agronómico, las diferencias observadas se explican por la dinámica de liberación del nitrógeno; la urea y el Entec + S ofrecen una entrega gradual del nutriente, garantizando su disponibilidad durante las fases críticas del cultivo; en contraste, el nitrato de amonio, al ser más soluble, puede sufrir pérdidas por lixiviación, reduciendo su eficiencia.

En síntesis, la fertilización química influyó de forma significativa en el rendimiento del cultivo de quinua CICA-127; las fuentes urea y Entec + S se destacaron como las más eficientes para maximizar la producción de biomasa y grano, reafirmando la necesidad de emplear estrategias de fertilización específicas, ajustadas a las condiciones edafoclimáticas y al potencial genético del material cultivado.

## **6.2.2. Características agronómicas**

### **6.2.2.1. Altura de planta**

Para la variable de altura de planta en la quinua, los valores reportados en investigaciones previas indican diferencias entre los materiales genéticos evaluados. En la presente investigación, la altura promedio alcanzada fue de 231.636 cm con la aplicación de urea, seguida por 229.358 cm con Entec+S, mientras que el nitrato de amonio registró 213.329 cm y el testigo, sin fertilización, obtuvo el menor crecimiento con 197.430 centímetro. Estos resultados confirman que la disponibilidad de nitrógeno influye directamente en el desarrollo estructural del cultivo.

En comparación, Villaca (2024) reportó para la variedad CICA-127 una altura promedio de 191.30 cm, mientras que Huillca (2019) encontró en la variedad CICA – 17 un promedio de 163.00 cm. La diferencia entre estos estudios y el presente puede explicarse por el ajuste de la fertilización basado en análisis de suelo, lo que optimizó la disponibilidad de

nitrógeno en el momento clave del desarrollo fenológico. Asimismo, factores como el ambiente edafoclimático y el manejo agronómico pueden haber influido en las variaciones observadas entre estudios.

Desde un punto de vista fisiológico, el nitrógeno es esencial en la síntesis de proteínas y la división celular, promoviendo un mayor crecimiento vegetativo. Los fertilizantes de liberación controlada, como Entec+S, proporcionan un suministro progresivo del nutriente, favoreciendo una absorción constante a lo largo del ciclo del cultivo. En contraste, fuentes altamente solubles como el nitrato de amonio pueden sufrir pérdidas por lixiviación, reduciendo su disponibilidad efectiva para la planta.

Estos resultados resaltan la importancia de una fertilización estratégica para maximizar la eficiencia del uso del nitrógeno y mejorar la estructura de la planta. La urea y Entec+S demostraron ser las opciones más eficientes, asegurando un mayor desarrollo en altura. Sin embargo, futuras investigaciones podrían evaluar la interacción del nitrógeno con otros macronutrientes esenciales y explorar estrategias de fertilización más necesarias para potenciar aún más el crecimiento del cultivo.

#### **6.2.2.2. Diámetro de tallo principal**

El diámetro del tallo principal es un componente estructural importante del cultivo de quinua, pues influye en la resistencia mecánica y en la capacidad de sostener estructuras reproductivas. En el presente estudio, los tratamientos con Entec + S y urea alcanzaron los mayores valores con 15.95 mm y 15.13 mm, respectivamente; mientras que el nitrato de amonio y el testigo registraron diámetros menores de 15.09 mm y 14.65 mm. Aunque las diferencias no fueron significativas, la tendencia indica que la fertilización química favorece un desarrollo más robusto del tallo principal, lo cual puede atribuirse a una mejor asimilación y aprovechamiento del nitrógeno por parte de la planta.

En comparación, Villaca (2024) reportó para la variedad CICA-127 un diámetro promedio de 2.26 cm, mientras que Huilca (2019), en la variedad CICA-17, observó 1.11 cm; las diferencias entre estudios pueden deberse al manejo agronómico, las condiciones ambientales y la fuente de nitrógeno empleada. En este sentido, los fertilizantes de liberación controlada, como Entec + S, aseguran una disponibilidad progresiva del nutriente, promoviendo un crecimiento uniforme; en contraste, fuentes más solubles, como el nitrato de amonio, pueden experimentar pérdidas por lixiviación, reduciendo su eficacia.

En síntesis, la urea y el Entec + S mostraron una tendencia favorable en el aumento del diámetro del tallo, reforzando la estructura de la planta y su capacidad de sostener biomasa. Estos resultados destacan la importancia de un manejo equilibrado de la fertilización química, no solo para maximizar el rendimiento, sino también para mejorar la estabilidad y arquitectura del cultivo de quinua CICA-127 bajo las condiciones del Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

### **6.2.2.3. Numero de ramas primarias**

El número de ramas primarias es una característica morfoestructural que influye directamente en la arquitectura y productividad de la planta de quinua. En este estudio, la fertilización química no generó diferencias estadísticamente significativas; sin embargo, se observaron variaciones numéricas entre tratamientos. Los valores promedio fueron 14.93, 14.70, 14.51 y 14.39 para urea, Entec + S, nitrato de amonio y testigo, respectivamente. Esta ligera tendencia sugiere que el nitrógeno pudo favorecer la formación de estructuras vegetativas, aunque su efecto fue menos pronunciado que en otras variables agronómicas.

En comparación con estudios previos, Huilca (2019) reportó valores entre 9 y 11 ramas primarias en líneas promisorias, mientras que Huamanguillas (2023) y Dávalos (2022) registraron promedios de 9.73 y 13.72 ramas, respectivamente, en la variedad CICA-17. Estas diferencias podrían atribuirse principalmente a la genética del material evaluado y a las condiciones edafoclimáticas, más que al manejo de la fertilización.

Desde un enfoque fisiológico, el nitrógeno interviene en la síntesis de proteínas y citoquininas, hormonas que estimulan la división celular y el crecimiento de brotes laterales; sin embargo, un exceso puede inducir un desarrollo vegetativo desbalanceado, reduciendo la formación de estructuras reproductivas.

En conjunto, los resultados indican que la fertilización química no tuvo un efecto determinante en la ramificación primaria del cultivo, aunque su manejo adecuado sigue siendo esencial para mantener un equilibrio entre crecimiento y rendimiento. La comparación con investigaciones previas reafirma la influencia del genotipo sobre esta característica y plantea la necesidad de explorar su interacción con otros factores agronómicos, como la densidad de siembra y la disponibilidad lumínica, para optimizar la productividad de la quinua CICA-127.

#### **6.2.2.4. Longitud de panoja**

La longitud de la panoja constituye un parámetro decisivo en la productividad de la quinua, pues determina la capacidad de formación y llenado de granos por planta. En esta investigación, la fertilización química influyó de manera significativa sobre esta variable. Los tratamientos con urea y Entec + S alcanzaron las panojas de mayor longitud, con 59.88 cm y 59.35 cm, respectivamente; mientras que el nitrato de amonio y el testigo sin fertilización registraron valores menores de 55.46 cm y 44.91 cm. Estos resultados evidencian que la disponibilidad y estabilidad del nitrógeno en el suelo favorecen el crecimiento de la inflorescencia, impactando positivamente en el rendimiento del cultivo.

En comparación con estudios previos, Villaca (2024) reportó para la variedad CICA-127 una longitud promedio de 57.73 cm, mientras que Huillca (2019) registró 44.05 cm en la variedad CICA-17. De igual modo, Dávalos (2022) reportó valores entre 55.16 cm y 66.04 cm, dependiendo del genotipo y las condiciones de manejo. Las diferencias observadas se relacionan con la eficiencia de absorción del nitrógeno, su interacción con otros nutrientes y la respuesta genética del material evaluado.

Desde el punto de vista fisiológico, la elongación de la panoja está estrechamente ligada a la disponibilidad del nitrógeno durante las etapas de floración y llenado de grano. Los fertilizantes de liberación controlada, como Entec + S, permiten una absorción gradual del nutriente, asegurando un suministro continuo; en cambio, el nitrato de amonio, por su alta solubilidad, puede sufrir pérdidas por lixiviación, reduciendo su efectividad.

En síntesis, la urea y el Entec + S fueron las fuentes nitrogenadas más eficientes para promover una mayor longitud de panoja, mejorando la arquitectura reproductiva del cultivo. Estos resultados confirman el papel determinante del nitrógeno en el desarrollo morfológico de la quinua y destacan la importancia de ajustar las estrategias de fertilización según la genética del cultivo, la fertilidad del suelo y las condiciones edafoclimáticas locales.

#### **6.2.2.5. Diámetro de panoja**

El diámetro de la panoja representa una característica agronómica determinante en la quinua, pues influye directamente en la capacidad de retención de semillas y en el rendimiento final del cultivo. En la presente investigación, se evidenció que la fertilización química tuvo un efecto positivo sobre esta variable. Los tratamientos con urea y Entec + S alcanzaron los mayores valores, con 10.44 cm y 10.20 cm, respectivamente; mientras que el nitrato de amonio y el testigo sin fertilización presentaron valores menores, de 10.05 cm y 8.24 cm, respectivamente. Estos resultados sugieren que la disponibilidad y estabilidad del nitrógeno en el suelo influyen de manera decisiva en el desarrollo estructural de la inflorescencia.

Al comparar con estudios previos, Villaca (2024) reportó un diámetro de 9.90 cm para la variedad CICA-127, y Huillca (2019) obtuvo 7.90 cm en la CICA-17, ambos en condiciones sin fertilización controlada. Los valores superiores obtenidos con urea y Entec + S en este estudio confirman que una fertilización ajustada mejora el desarrollo de estructuras reproductivas más robustas. Las variaciones entre estudios podrían atribuirse a diferencias genéticas, edafoclimáticas y de manejo agronómico.

Desde una perspectiva fisiológica, la urea y el Entec + S proporcionaron una liberación gradual de nitrógeno, garantizando su disponibilidad durante las etapas de floración y llenado de grano, lo que favoreció el crecimiento sostenido de la panoja. En cambio, el nitrato de amonio, por su alta solubilidad y susceptibilidad a la lixiviación, mostró menor eficiencia en la acumulación de biomasa reproductiva.

En conjunto, los resultados confirman que la fertilización química, especialmente con urea y Entec + S, influye significativamente en el diámetro de la panoja, fortaleciendo la estructura reproductiva y contribuyendo a mejorar la productividad del cultivo de quinua CICA-127 bajo las condiciones del Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

### **6.2.3. Rentabilidad económica**

El análisis económico de rentabilidad permitió evidenciar diferencias notables entre los tratamientos con fertilizantes nitrogenados, reflejadas en indicadores financieros clave como la utilidad neta y la tasa interna de retorno (TIR). Estos parámetros son esenciales para determinar la viabilidad económica del cultivo de quinua y orientar la toma de decisiones hacia estrategias de mayor eficiencia productiva. En este estudio, los tratamientos con urea y Entec + S registraron las mayores tasas de rentabilidad, con 128.24 % y 117.90 %, respectivamente; en tanto, el nitrato de amonio alcanzó 94.83 %, y el testigo sin fertilización presentó la menor TIR, con 79.89 %. Este comportamiento confirma que una adecuada nutrición nitrogenada no solo mejora el rendimiento, sino también la rentabilidad del sistema productivo.

De acuerdo con Roque (2019), la eficiencia en el uso de fertilizantes tiene un efecto directo sobre la rentabilidad de los sistemas agrícolas; este autor reportó en Puno una rentabilidad de 255.59 % en la producción de semilla de quinua certificada, con un ingreso neto de S/. 13,889.30, evidenciando el peso económico de un manejo nutricional adecuado. De manera similar, Sulca (2022) señaló que la eficiencia del nitrógeno es determinante en la

rentabilidad del cultivo, especialmente en sistemas orgánicos donde los costos son mayores, pero el valor del producto compensa la inversión.

En la presente investigación, la superioridad de la urea y Entec + S puede atribuirse a su mayor estabilidad en el suelo y a una liberación progresiva del nitrógeno, que garantiza una absorción eficiente durante las etapas críticas del cultivo. En contraste, el nitrato de amonio, por su alta solubilidad, puede sufrir pérdidas por lixiviación, reduciendo su impacto productivo y, por consiguiente, la rentabilidad. Este patrón coincide con lo reportado por Sulca (2022), quien destacó la necesidad de ajustar las dosis y los métodos de aplicación para maximizar la eficiencia del fertilizante.

Desde una perspectiva económica, los resultados confirman que la fertilización con urea y Entec + S constituye la estrategia más rentable para la producción de quinua CICA-127, al combinar alto rendimiento agronómico con elevado retorno financiero. Además, el uso de fertilizantes de liberación controlada representa una alternativa sostenible, al reducir las pérdidas de nitrógeno y minimizar los riesgos de contaminación ambiental.

En conclusión, la fertilización química influyó significativamente en la rentabilidad del cultivo de quinua, consolidando a urea y Entec + S como las fuentes más eficientes en términos económicos y agronómicos. Los resultados respaldan la importancia de un manejo racional del nitrógeno basado en análisis de suelo, ajustado a las condiciones edafoclimáticas locales, y abren camino a futuras investigaciones orientadas a optimizar la eficiencia y sostenibilidad económica de la producción de quinua en el Perú.

## VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

### 7.1. Conclusiones

El presente estudio, desarrollado Centro Agronómico K'ayra – Cusco, evaluó el rendimiento, las características agronómicas y la rentabilidad del cultivo de quinua CICA-127, bajo la aplicación de tres fertilizantes químicos, arribando a las siguientes conclusiones:

#### **Sobre el rendimiento**

La aplicación de la fertilización química influyó de manera determinante en el rendimiento del cultivo. Los tratamientos con Entec + S y urea alcanzaron los mayores rendimientos de grano, con valores de 6.61 t/ha y 6.59 t/ha, respectivamente; mientras que el nitrato de amonio obtuvo 5.73 t/ha y el testigo, 4.52 t/ha. En cuanto al peso de grano por planta, la urea (90.61 g) y Entec + S (86.01 g) superaron significativamente a los demás tratamientos. Finalmente, en el peso de mil granos, se evidenció que Entec + S (3.71 g) y urea (3.66 g) demostraron mayor eficiencia en la formación de granos más pesados. Estos resultados demuestran la eficacia del nitrógeno en la acumulación de biomasa, reafirmando su papel esencial en la productividad de la quinua variedad CICA-127.

#### **Sobre las características agronómicas**

La aplicación de la fertilización química influyó significativamente en las características agronómicas de la planta, La altura de planta mostró diferencias destacando la urea (231.64 cm) y Entec + S (229.36 cm) con los valores más altos. En el diámetro del tallo principal y el número de ramas primarias, no se encontraron diferencias significativas; sin embargo, se evidenció una ligera superioridad numérica en los tratamientos fertilizados. En la longitud y diámetro de panoja, sí se registraron diferencias con los mayores valores en urea (59.88 cm y 10.44 cm) y Entec + S (59.35 cm y 10.20 cm). Estos resultados demuestran que el suministro de nitrógeno estimula la formación de estructuras reproductivas más desarrolladas y, en consecuencia, un mayor potencial productivo.

## **Sobre la rentabilidad económica**

El análisis económico demostró que la inversión en fertilización nitrogenada es altamente rentable bajo las condiciones del experimento. El tratamiento con urea presentó la mayor utilidad neta (S/. 11,108.16) y la Tasa Interna de Retorno más alta (128.24 %), seguido de Entec + S, con una utilidad neta de S/. 10,726.79 y una TIR de 117.90 %. En tanto, el nitrato de amonio mostró una TIR de 94.83 %, mientras que el testigo registró la menor rentabilidad (79.89 %). Estos resultados evidencian que la urea y Entec + S representan las alternativas más eficientes y sostenibles, al combinar alta productividad con excelente retorno económico, optimizando el uso del nitrógeno y reduciendo los costos relativos de producción.

### **7.2. Sugerencias**

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación y con el objetivo de contribuir al desarrollo sostenible del cultivo de quinua en condiciones similares a las evaluadas, se proponen las siguientes sugerencias:

#### **1. Optimización de la fertilización química para maximizar la productividad**

Se recomienda priorizar el uso de fertilizantes nitrogenados de liberación controlada, como Entec + S y la urea y, debido a su mayor eficiencia en la asimilación del nitrógeno y su impacto positivo en el rendimiento del cultivo. La aplicación de estos fertilizantes debe ajustarse a las condiciones edafoclimáticas específicas, utilizando análisis de suelo previos para determinar con precisión los requerimientos nutricionales del cultivo y evitar excesos o deficiencias que puedan comprometer la productividad y la sostenibilidad del sistema agrícola.

#### **2. Implementación de estrategias de manejo agronómico complementarias**

Dado que el nitrógeno es un elemento clave en la estructuración morfológica del cultivo, se recomienda combinar la fertilización química con prácticas agronómicas que favorezcan la eficiencia en la absorción de este nutriente. La rotación de cultivos con leguminosas, el

uso de materia orgánica y la aplicación fraccionada del fertilizante en etapas críticas del desarrollo del cultivo pueden mejorar la eficiencia del nitrógeno y reducir las pérdidas por lixiviación, asegurando un suministro continuo y óptimo para la planta.

- 3. Ajuste de la dosis y forma de aplicación del nitrato de amonio para mejorar su eficiencia**  
Considerando que el tratamiento con nitrato de amonio mostró una menor respuesta en comparación con la urea y Entec+S, se sugiere evaluar su aplicación en dosis fraccionadas y en combinación con otras fuentes nitrogenadas de liberación controlada. Esta estrategia permitiría reducir la volatilización y lixiviación del nitrógeno, optimizando su disponibilidad y mejorando su impacto en el rendimiento del cultivo.
- 4. Evaluaciones económicas continuas para optimizar la rentabilidad del cultivo**  
Con el propósito de garantizar una producción sostenible y económicamente viable, se recomienda realizar análisis periódicos de costos de producción y rentabilidad en función de las fluctuaciones del mercado y la disponibilidad de insumos agrícolas. La adopción de fertilizantes con una mejor relación costo-beneficio, como la urea y Entec+S, debe ser considerada en la planificación agrícola a nivel productivo, asegurando un equilibrio entre el incremento del rendimiento y la optimización de los recursos económicos.
- 5. Investigaciones futuras sobre la interacción del nitrógeno con otros nutrientes esenciales**  
Si bien la presente investigación ha demostrado la importancia del nitrógeno en la productividad del cultivo de quinua, se recomienda la realización de estudios complementarios que evalúen la interacción de este macronutriente con otros elementos esenciales, como el fósforo y el potasio. Esto permitiría establecer estrategias de fertilización aún más eficientes y mejorar la sostenibilidad del cultivo en diferentes condiciones agroecológicas.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña Cárdenas, L. (2012). *Niveles de fertilización química en el cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en Común Era – Acobamba*. Huancavelica Peru: Universidad Nacional de Huancavelica. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6995aa4a-cc6e-469e-877f-52f6f6863438/content>
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú* (2013 ed.). Lima, Perú: FAO, INIA. <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/06b66d94-b8d6-432c-b29c-42b5db9de9fb/content>
- APRODES. (s.f.). *Cuaderno de campo Quinua: Programa de inclusión económica y desarrollo sostenible a través del cultivo de quinua en Cusco*. Cusco, Perú: Asociación Pro Desarrollo Social. [https://www.aprodes.org/pdf/cuaderno\\_quinua.pdf](https://www.aprodes.org/pdf/cuaderno_quinua.pdf)
- Aroni, G., Blajos, J., Bonifacio, A., Rojas, W., Oros, R., Plata, G., & Quispe, R. (2024). Origen y características agronómicas de la quinua. En G. Calvo Cárdenas, *La agricultura boliviana del siglo XXI: la experiencia de la quinua* (Primera ed., págs. 53-60). Cochabamba, Bolivia: Universidad Privada Boliviana. [https://www.swisscontact.org/\\_Resources/Persistent/e/7/9/f/e79f3a6052f9820bd13a3aa5ec1fd7742369edf1/EL-LIBRO-DE-LA-QUINUA-2024.pdf](https://www.swisscontact.org/_Resources/Persistent/e/7/9/f/e79f3a6052f9820bd13a3aa5ec1fd7742369edf1/EL-LIBRO-DE-LA-QUINUA-2024.pdf)
- Berti, M., Wilckens, R., Hevia, F., Serri, H., Vidal, I., & Mendez, C. (1995). Fertilización nitrogenada en quinoa (*Chenopodium quinoa* WILD). *Ciencia e Investigación Agraria*, 2(27), 81-90. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7764/rcia.v27i2.999>
- Calla Calla, J. (2012). *Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de quinua orgánica*. Puno, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, AGROBANCO. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-a-quinua.pdf>

- Carbonero Zalduegui, P. (1975). *Química del suelo y los fertilizantes*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Correa Jiménez, C. (2023). *Efecto de diferentes niveles de nitrógeno sobre el rendimiento de quinua bajo las condiciones agroclimáticas de la hoya de Loja*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.  
[https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27168/1/CatyMaría\\_CorreaJiménez.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27168/1/CatyMaría_CorreaJiménez.pdf)
- Davalos Alagon, C. R. (2022). *Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina del grano de 14 líneas promisorias y una variedad de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow) en Kayra - San Jerónimo - Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. París, Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación & Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d81ae4cf-54e9-421d-8bac-d36719b2eaf0/content>
- FAO. (2011). *La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Santiago de Chile, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.  
[https://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo\\_quinua\\_es.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo_quinua_es.pdf)
- FAO. (2013). *Plataforma de información de la quinua*. Retrieved 25 de Enero de 2025, from Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO: <https://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/es/>
- FAO. (2016). *Guía del cultivo de quinua*. Lima, Perú: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Y UNALM.

- FAO. (2017). *Guía para la formulación de proyectos de inversión del sector agropecuario bajo el enfoque de planificación estratégica y gestión por resultados*. Ciudad de panama, Panama: FAO.  
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/616d6087-40ec-469f-b62e-994bea3259b3/content>
- FAO. (2024). *FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Retrieved 2025 de Enero de 27, from Portal Terminológico de la FAO:  
<https://www.fao.org/faoterm/viewentry/es/?entryId=34539>
- FAO. (s.f.). *Alimento nutritivo: Plataforma de información de la quinua*. Retrieved 13 de Marzo de 2026, from Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO): <https://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/es/>
- Gómez Pando, L., & Aguilar Castellanos, E. (2016). *Guía de cultivo de la quinua* (Segunda ed.). Lima, Perú: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Universidad Nacional Agraria La Molina.  
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/76594aca-c6a8-45e0-97db-39905cd72575/content>
- Huamanguillas Estalla, Y. (2023). *Rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina de 12 líneas de quinua en proceso de selección y una variedad (Chenopodium quinoa Willdenow), en Kayra - San Jeronimo - Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Huillca Huaman, M. H. (2019). *Comparativo de rendimiento de grano, caracterización botánica comportamiento fenológico y contenido de saponina de 11 líneas promisorias de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow) bajo condiciones del centro agronómico K'ayra - Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

- Humpiri Ramos, I. (1982). *Cuatro formulaciones N, P205 y K20 en dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd)*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano de Puno.
- Hurtado Huaman, F. (2014). *Lo que usted debe tomar en cuenta al formular un proyecto de desarrollo rural*. Cusco, Perú: Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- INIA. (2014). *Manejo integrado del cultivo de quinua en la costa*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. La Molina.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. (2015). *Estudio: El mercado y la producción de quinua en el Perú*. Lima, Perú: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA.  
<https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/dd2055fb-b24e-46af-a5df-8d1e05a06f27/content>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía [IDAE]. (2007). *Ahorro, eficiencia energética y fertilización nitrogenada*. Madrid, España: IDAE.  
[https://icaen.gencat.cat/web/.content/20\\_Energia/24\\_usos\\_energia/06\\_sector\\_primari/documents/arxiu/11\\_fertilizacion\\_nitrogenada.pdf](https://icaen.gencat.cat/web/.content/20_Energia/24_usos_energia/06_sector_primari/documents/arxiu/11_fertilizacion_nitrogenada.pdf)
- Mendoza Coaquiri, J. E. (1979). *Comparativo de cuatro formulaciones de N, P205 y K20 en cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd) Var. Sajama en tres localidades*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano de Puno.
- Mendoza Nieto, E., Luis Olivas, D., Mejía Domínguez, C., & García Cochagne, J. (2016). Fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos variedades de quinua. *Infinitum*, 6(1), 11-15. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.51431/infinitum.v6i1.3>
- MIDAGRI. (2023). *Pronóstico de producción de quinua al 2023*. Lima, Perú: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI.

<https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1460/1/Pronóstico%20de%20producción%20de%20quinua%20al%202023.pdf>

MIDAGRI. (2024). *Observatorio de siembras y perspectivas de producción de quinua: Boletín anual N.º 01-2023*. Lima, Perú: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5945877/4344772-observatorio-de-siembras-y-perspectivas-de-produccion-quinua%282%29.pdf?v=1709155759>

Mujica, Á. (2015). El origen de la quínoa y la historia de su domesticación. *Tierra Adentro-Especial Quinoa*, 1(1), 14-17. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/1f433a25-daa0-46d8-bfd9-3c422732a590/content>

Mujica, Á., Rojas Beltran, J. A., Bonifacio, A., Viñas, O., Quispe, H., Chambi, W., . . . Corredor, G. (2022). Origen y domesticación andina de la quinua. En J. A. Rojas Beltran, G. Ren, & A. Mujica Sánchez, *La quinua, el grano sagrado de los Incas* (págs. 51-75). Puno, Perú: Bolivia - Editorial Ortega.

Murillo, Á., Vega, L., Peralta, E., Mazón, N., & Lomas, L. (2023). *Manual del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en Ecuador. Manual de cultivo No. 130*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/6054/1/Manual%20de%20quinua.pdf>

Oficina Internacional del Trabajo [OIT]. (2015). *Análisis de la cadena de valor en el sector de la quinua en Perú*. Ginebra, Suiza: Oficina Internacional del Trabajo - OIT. [https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-05/pru\\_wcms\\_423584.pdf](https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-05/pru_wcms_423584.pdf)

Oña Simbaña, C. E. (2023). *Caracterización agronómica de variedades locales de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) de Ecuador y diseño de un sistema de monitoreo de humedad con tecnología WSN*. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica de Madrid. [https://oa.upm.es/73267/1/TFM\\_CYINTIA\\_ELIZABETH\\_ONA\\_SIMBANA.pdf](https://oa.upm.es/73267/1/TFM_CYINTIA_ELIZABETH_ONA_SIMBANA.pdf)

- Qquenaya Quijhua, B. (2022). *Fertilización orgánica en tres variedades de vainita (Phaseolus vulgaris L.) en condiciones de Quellouno, La Convención - Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- RAE. (2014). *Efecto*. En *Diccionario de la lengua española*. Retrieved 13 de Marzo de 2025, from Real Academia Española La 23.<sup>a</sup> edición : <https://dle.rae.es/efecto>
- Roque Cruz, M. J. (2019). *Costos de producción y análisis de rentabilidad de semilla de quinua para el manejo de escenarios de riesgo e incertidumbre en el anexo experimental Tahuaco del INIA Puno*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano - Puno.
- Salmerón Miranda, F., & Garcia Centeno, L. (1994). *Fertilidad y fertilización de suelos*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria: Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. <https://repositorio.una.edu.ni/2804/1/nf04s171.pdf>
- Sánchez Ballesta, J. P. (2002). *Análisis de rentabilidad de la empresa*. Instituto de Estudios Universitarios (IEU) Análisis contable. Retrieved 13 de Marzo de 2025, from <http://www.5campus.com/leccion/anarenta>
- SENASA. (s.f.). *Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de quinua*. Lima, Perú: Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/12/GUIA-BPA-QUINUA.pdf>
- Sulca Mendoza, E. (2022). *Costos de Producción y Comercialización de la Quinua Orgánica en la "Asociación Agroecológica Puyas de Raymondi-AGROPURA" Ayacucho 2020*. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Valdivia Tinoco, P. (2018). *Efecto de la densidad y el nivel nitrogenado sobre la producción de quinua (Chenopodium quinoa Willd.), variedad INIA Salcedo en el distrito de La Joya, Arequipa*. Arequipa, Perú: Universidad Católica de Santa María.

<https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6d3ed00c-6d2b-40a7-a555-dd5433cb80fd/content>

Velasco Luque, C. (2013). *Evaluación del rendimiento de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) var. Real Boliviana con fertilización nitrogenada y materia orgánica en el Centro Experimental Agrícola III, Los Pichones - Tacna 2013*. Tacna, Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.  
<https://repositorio.unjbg.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3053e9b0-bb32-4f17-80b3-bfad1ad97626/content>

Villaca Meza, Y. J. (2024). *Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobótica y contenido de saponina de 14 líneas de quinua y variedad CICA - 127 (Chenopodium quinoa Willdenow) en Kayra San Jerónimo - Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Vitorino, B. (2010). *Prácticas de fertilidad de suelos y abonamiento*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

## IX. ANEXOS

### Anexo 1: Resultados de análisis físico químico de suelo



SOLICITANTE : NENERUTH ANGELA LAUCARA SUNI  
 PREDIO : KAYRA  
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 929-049 -2023  
 LUGAR : Cusco  
 FECHA DE RECEP. : 16/09/2023

**INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN CON MICRONUTRIENTES DISPONIBLES**  
 MUESTRA : SAN JERONIMO - QUINUA - 30cm - 12-09-23

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO	TECNICA
Textura				
Arena	40.56	%		
Limo	30.36	%		
Arcilla	29.08	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	<b>FRANCO ARCILLOSO</b>			
Carbonato de Calcio Total	4.05	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	1.28	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 23.5 °C	8.26		MES - 005	Electrométrico
Densidad Aparente	1.28	g / cm <sup>3</sup>	MES - 006	Gravimétrico
Fósforo Disponible	26.50	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	2.05	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.09	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	206.60	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	16.44	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	0.96	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.49	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.53	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	2.66	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	18.42	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Micronutrientes Disponibles				Extractante: DTPA
Cobre	2.44	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc	1.70	ppm	MES - 018	FAAS
Manganeso	12.00	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro	20.13	ppm	MES - 021	FAAS
Boro	0.34	ppm	MES - 022	Extractante: CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O Colorimétrico

**CONSEJO:**

E.S. : Extracto de Saturación.  
 (1/1) : Relación Masa del Sólido / Volumen del Agua.  
 P.S.I. : Porcentaje de Sodio Intercambiable.  
 C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Cationico Eléctrico.

% - Masa / Masa.  
 ppm - mg / kg.  
 MES : Método Propio del Laboratorio.  
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

**NOTA:**

1. Los resultados presentados corresponden a la muestra indicada.
2. Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe en la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón  
 JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo  
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

## Anexo 2. Datos obtenidos de evaluaciones en campo

**Cuadro 1.**

*Resultados peso de granos por planta (g) de 20 plantas evaluadas.*

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas																		Promedio		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20
<b>I</b>	Urea	91.12	89.63	91.23	95.54	94.89	95.45	85.65	93.56	95.51	94.55	96.73	97.89	97.41	88.13	91.55	92.42	90.75	92.86	92.78	96.46	<b>93.21</b>
	Entec + S	89.40	87.91	89.51	93.82	93.17	93.73	83.93	91.84	93.79	92.83	95.01	96.17	95.69	86.41	89.82	90.69	89.03	91.14	91.06	94.74	<b>91.48</b>
	Nitrato de amonio	66.67	65.18	66.78	71.09	70.44	71.00	61.20	69.11	71.06	70.10	72.28	73.44	72.96	63.68	67.10	67.97	66.30	68.41	68.33	72.01	<b>68.76</b>
	Testigo	55.04	53.55	55.15	59.46	58.81	59.37	49.57	57.48	59.43	58.47	60.65	61.81	61.33	52.05	55.46	56.33	54.67	56.78	56.70	60.38	<b>57.12</b>
<b>II</b>	Urea	88.13	86.64	88.24	92.55	91.90	92.46	82.66	90.57	92.52	91.56	93.74	94.90	94.42	85.14	88.55	89.42	87.76	89.87	89.79	93.47	<b>90.21</b>
	Entec + S	83.97	82.48	84.08	88.39	87.74	88.30	78.50	86.41	88.36	87.40	89.58	90.74	90.26	80.98	84.39	85.26	83.60	85.71	85.63	89.31	<b>86.05</b>
	Nitrato de amonio	70.00	68.51	70.11	74.42	73.77	74.33	64.53	72.44	74.39	73.43	75.61	76.77	76.29	67.01	70.42	71.29	69.63	71.74	71.66	75.34	<b>72.08</b>
	Testigo	62.16	60.67	62.27	66.58	65.93	66.49	56.69	64.60	66.55	65.59	67.77	68.93	68.45	59.17	62.59	63.46	61.79	63.90	63.82	67.50	<b>64.25</b>
<b>III</b>	Urea	92.93	91.44	93.04	97.35	96.70	97.26	87.46	95.37	97.32	96.36	98.54	99.70	99.22	89.94	93.35	94.22	92.56	94.67	94.59	98.27	<b>95.01</b>
	Entec + S	79.88	78.39	79.99	84.30	83.65	84.21	74.41	82.32	84.27	83.31	85.49	86.65	86.17	76.89	80.31	81.18	79.51	81.62	81.54	85.22	<b>81.97</b>
	Nitrato de amonio	73.06	71.57	73.17	77.48	76.83	77.39	67.59	75.50	77.45	76.49	78.67	79.83	79.35	70.07	73.49	74.36	72.69	74.80	74.72	78.40	<b>75.15</b>
	Testigo	57.40	55.91	57.51	61.82	61.17	61.73	51.93	59.84	61.79	60.83	63.01	64.17	63.69	54.41	57.82	58.69	57.03	59.14	59.06	62.74	<b>59.48</b>
<b>IV</b>	Urea	81.91	80.42	82.02	86.33	85.68	86.24	76.44	84.35	86.30	85.34	87.52	88.68	88.20	78.92	82.34	83.21	81.54	83.65	83.57	87.25	<b>84.00</b>
	Entec + S	82.41	80.92	82.52	86.83	86.18	86.74	76.94	84.85	86.80	85.84	88.02	89.18	88.70	79.42	82.84	83.71	82.04	84.15	84.07	87.75	<b>84.50</b>
	Nitrato de amonio	76.85	75.36	76.96	81.27	80.62	81.18	71.38	79.29	81.24	80.28	82.46	83.62	83.14	73.86	77.27	78.14	76.48	78.59	78.51	82.19	<b>78.93</b>
	Testigo	59.61	58.12	59.72	64.03	63.38	63.94	54.14	62.05	64.00	63.04	65.22	66.38	65.90	56.62	60.03	60.90	59.24	61.35	61.27	64.95	<b>61.69</b>

**Cuadro 2.**

*Resultados peso de mil granos (g) de 20 plantas evaluadas.*

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas																				Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
I	Urea	3.45	4.23	3.45	3.87	3.79	2.97	2.98	3.12	3.56	3.67	3.12	3.48	3.95	3.87	3.67	3.96	3.77	3.92	4.12	4.15	<b>3.66</b>
	Entec + S	3.55	4.33	3.55	3.97	3.89	3.07	3.08	3.22	3.66	3.77	3.22	3.58	4.05	3.97	3.77	4.06	3.87	4.02	4.22	4.25	<b>3.75</b>
	Nitrato de amonio	3.13	3.91	3.13	3.55	3.47	2.65	2.66	2.80	3.24	3.35	2.80	3.16	3.63	3.55	3.35	3.64	3.45	3.60	3.80	3.83	<b>3.33</b>
	Testigo	2.86	3.64	2.86	3.28	3.20	2.38	2.39	2.53	2.97	3.08	2.53	2.89	3.36	3.28	3.08	3.37	3.18	3.33	3.53	3.56	<b>3.06</b>
II	Urea	3.50	4.28	3.50	3.92	3.84	3.02	3.03	3.17	3.61	3.72	3.17	3.53	4.00	3.92	3.72	4.01	3.82	3.97	4.17	4.20	<b>3.70</b>
	Entec + S	3.53	4.31	3.53	3.95	3.87	3.05	3.06	3.20	3.64	3.75	3.20	3.56	4.03	3.95	3.75	4.04	3.85	4.00	4.20	4.23	<b>3.74</b>
	Nitrato de amonio	3.23	4.01	3.23	3.65	3.57	2.75	2.76	2.90	3.34	3.45	2.90	3.26	3.73	3.65	3.45	3.74	3.55	3.70	3.90	3.93	<b>3.43</b>
	Testigo	2.86	3.64	2.86	3.28	3.20	2.38	2.39	2.53	2.97	3.08	2.53	2.89	3.36	3.28	3.08	3.37	3.18	3.33	3.53	3.56	<b>3.07</b>
III	Urea	3.45	4.23	3.45	3.87	3.79	2.97	2.98	3.12	3.56	3.67	3.12	3.48	3.95	3.87	3.67	3.96	3.77	3.92	4.12	4.15	<b>3.66</b>
	Entec + S	3.45	4.23	3.45	3.87	3.79	2.97	2.98	3.12	3.56	3.67	3.12	3.48	3.95	3.87	3.67	3.96	3.77	3.92	4.12	4.15	<b>3.65</b>
	Nitrato de amonio	3.20	3.98	3.20	3.62	3.54	2.72	2.73	2.87	3.31	3.42	2.87	3.23	3.70	3.62	3.42	3.71	3.52	3.67	3.87	3.90	<b>3.41</b>
	Testigo	2.86	3.64	2.86	3.28	3.20	2.38	2.39	2.53	2.97	3.08	2.53	2.89	3.36	3.28	3.08	3.37	3.18	3.33	3.53	3.56	<b>3.06</b>
IV	Urea	3.42	4.20	3.42	3.84	3.76	2.94	2.95	3.09	3.53	3.64	3.09	3.45	3.92	3.84	3.64	3.93	3.74	3.89	4.09	4.12	<b>3.63</b>
	Entec + S	3.51	4.29	3.51	3.93	3.85	3.03	3.04	3.18	3.62	3.73	3.18	3.54	4.01	3.93	3.73	4.02	3.83	3.98	4.18	4.21	<b>3.71</b>
	Nitrato de amonio	3.13	3.91	3.13	3.55	3.47	2.65	2.66	2.80	3.24	3.35	2.80	3.16	3.63	3.55	3.35	3.64	3.45	3.60	3.80	3.83	<b>3.34</b>
	Testigo	2.85	3.63	2.85	3.27	3.19	2.37	2.38	2.52	2.96	3.07	2.52	2.88	3.35	3.27	3.07	3.36	3.17	3.32	3.52	3.55	<b>3.06</b>

### Cuadro 3.

Resultados altura de plantas (cm) de 20 plantas evaluadas.

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas																			Promedio	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
I	Urea	250.00	243.70	245.60	235.80	239.90	240.90	243.90	220.20	240.30	243.80	250.80	241.80	241.30	242.00	249.90	241.80	245.90	241.70	242.40	241.90	<b>242.18</b>
	Entec + S	247.24	240.94	242.84	233.04	237.14	238.14	241.14	217.44	237.54	241.04	248.04	239.04	238.54	239.24	247.14	239.04	243.14	238.94	239.64	239.14	<b>239.42</b>
	Nitrato de amonio	218.01	211.71	213.61	203.81	207.91	208.91	211.91	188.21	208.31	211.81	218.81	209.81	209.31	210.01	217.91	209.81	213.91	209.71	210.41	209.91	<b>210.19</b>
	Testigo	223.57	217.27	219.17	209.37	213.47	214.47	217.47	193.77	213.87	217.37	224.37	215.37	214.87	215.57	223.47	215.37	219.47	215.27	215.97	215.47	<b>215.75</b>
II	Urea	244.84	238.54	240.44	230.64	234.74	235.74	238.74	215.04	235.14	238.64	245.64	236.64	236.14	236.84	244.74	236.64	240.74	236.54	237.24	236.74	<b>237.02</b>
	Entec + S	227.03	220.73	222.63	212.83	216.93	217.93	220.93	197.23	217.33	220.83	227.83	218.83	218.33	219.03	226.93	218.83	222.93	218.73	219.43	218.93	<b>219.21</b>
	Nitrato de amonio	230.07	223.77	225.67	215.87	219.97	220.97	223.97	200.27	220.37	223.87	230.87	221.87	221.37	222.07	229.97	221.87	225.97	221.77	222.47	221.97	<b>222.25</b>
	Testigo	213.13	206.83	208.73	198.93	203.03	204.03	207.03	183.33	203.43	206.93	213.93	204.93	204.43	205.13	213.03	204.93	209.03	204.83	205.53	205.03	<b>205.31</b>
III	Urea	236.26	229.96	231.86	222.06	226.16	227.16	230.16	206.46	226.56	230.06	237.06	228.06	227.56	228.26	236.16	228.06	232.16	227.96	228.66	228.16	<b>228.44</b>
	Entec + S	226.10	219.80	221.70	211.90	216.00	217.00	220.00	196.30	216.40	219.90	226.90	217.90	217.40	218.10	226.00	217.90	222.00	217.80	218.50	218.00	<b>218.28</b>
	Nitrato de amonio	219.83	213.53	215.43	205.63	209.73	210.73	213.73	190.03	210.13	213.63	220.63	211.63	211.13	211.83	219.73	211.63	215.73	211.53	212.23	211.73	<b>212.01</b>
	Testigo	206.00	199.70	201.60	191.80	195.90	196.90	199.90	176.20	196.30	199.80	206.80	197.80	197.30	198.00	205.90	197.80	201.90	197.70	198.40	197.90	<b>198.18</b>
IV	Urea	226.73	220.43	222.33	212.53	216.63	217.63	220.63	196.93	217.03	220.53	227.53	218.53	218.03	218.73	226.63	218.53	222.63	218.43	219.13	218.63	<b>218.91</b>
	Entec + S	248.35	242.05	243.95	234.15	238.25	239.25	242.25	218.55	238.65	242.15	249.15	240.15	239.65	240.35	248.25	240.15	244.25	240.05	240.75	240.25	<b>240.53</b>
	Nitrato de amonio	216.69	210.39	212.29	202.49	206.59	207.59	210.59	186.89	206.99	210.49	217.49	208.49	207.99	208.69	216.59	208.49	212.59	208.39	209.09	208.59	<b>208.87</b>
	Testigo	178.31	172.01	173.91	164.11	168.21	169.21	172.21	148.51	168.61	172.11	179.11	170.11	169.61	170.31	178.21	170.11	174.21	170.01	170.71	170.21	<b>170.49</b>

#### Cuadro 4.

Resultados de diámetro de tallo principal (mm) de 20 plantas evaluadas.

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas																				Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
I	Urea	15.76	15.50	13.75	14.32	13.85	14.28	15.00	14.50	14.36	14.45	13.15	13.90	14.76	14.23	15.20	13.67	13.99	13.88	15.37	14.15	<b>14.40</b>
	Entec + S	20.50	14.74	21.10	18.60	16.90	18.52	17.30	16.72	17.11	15.70	16.97	19.21	20.26	19.32	21.56	21.29	19.89	21.12	17.73	18.43	<b>18.65</b>
	Nitrato de amonio	15.26	16.15	13.45	11.99	12.78	13.00	14.50	12.98	12.50	15.66	16.99	13.24	13.65	14.56	15.50	12.67	13.10	13.50	14.16	15.13	<b>14.04</b>
	Testigo	18.15	16.00	13.50	13.52	13.60	13.78	14.56	14.78	15.56	16.43	17.00	17.10	19.20	18.90	16.99	19.54	18.90	19.10	18.30	16.75	<b>16.58</b>
II	Urea	15.23	15.78	15.12	14.99	15.00	15.50	16.00	16.10	15.99	14.50	14.80	15.60	14.70	15.12	14.00	14.15	16.20	14.70	15.80	14.90	<b>15.21</b>
	Entec + S	16.15	17.10	14.25	16.99	15.60	14.54	15.69	14.21	14.23	15.60	14.50	13.56	15.70	16.00	14.99	15.10	15.50	16.21	14.00	14.50	<b>15.22</b>
	Nitrato de amonio	16.00	15.90	13.21	13.50	14.12	15.80	14.56	13.78	14.00	15.00	15.90	14.50	13.45	14.53	15.76	14.44	13.99	15.60	14.99	15.30	<b>14.72</b>
	Testigo	17.12	16.70	13.00	13.10	14.32	14.50	14.60	15.21	15.60	16.34	13.90	14.55	15.70	16.50	13.84	16.80	13.20	13.56	14.98	15.15	<b>14.93</b>
III	Urea	14.43	16.50	15.43	16.00	15.45	14.60	15.70	14.90	15.60	14.15	15.40	16.10	14.60	15.40	14.80	14.70	14.00	15.10	14.10	15.90	<b>15.14</b>
	Entec + S	14.99	15.00	14.50	13.80	14.70	15.10	12.80	14.00	15.00	14.00	13.40	14.90	14.10	13.40	15.50	16.00	13.40	12.90	15.00	15.80	<b>14.41</b>
	Nitrato de amonio	14.25	13.90	17.00	16.80	16.50	16.70	15.40	15.60	17.10	14.60	16.10	19.00	16.90	14.00	15.20	16.00	18.20	16.90	15.50	14.70	<b>16.02</b>
	Testigo	17.10	14.15	16.00	15.70	16.80	15.50	14.90	15.20	16.50	16.90	15.10	15.40	16.50	14.60	14.10	15.00	14.20	16.00	16.10	14.90	<b>15.53</b>
IV	Urea	16.22	16.00	15.00	16.20	14.90	15.30	15.80	16.20	16.10	15.70	14.50	15.70	16.00	17.40	17.50	18.50	12.90	14.00	15.70	16.00	<b>15.78</b>
	Entec + S	15.80	15.69	15.70	16.00	16.10	14.70	15.30	13.90	14.80	15.80	14.30	14.60	13.97	15.20	15.00	13.99	17.50	18.20	17.00	16.50	<b>15.50</b>
	Nitrato de amonio	16.11	16.50	14.30	15.70	15.00	14.10	17.00	15.60	18.10	16.70	15.50	18.60	14.60	13.40	16.70	17.20	12.80	13.00	14.30	16.70	<b>15.60</b>
	Testigo	15.20	15.42	11.90	12.80	13.40	12.90	14.70	12.10	13.00	13.50	12.80	13.20	12.90	13.00	11.80	11.90	14.20	15.60	15.40	14.90	<b>13.53</b>

**Cuadro 5.**

*Resultados de numero de ramas primarias (Unid.) de 20 plantas evaluadas.*

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas																				Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>I</b>	<b>Urea</b>	14	13	13	12	11	13	14	15	16	15	15	14	16	14	16	15	14	15	16	15	<b>14.30</b>
	<b>Entec + S</b>	16	14	13	12	13	13	14	15	16	15	16	14	16	14	16	15	14	15	16	15	<b>14.60</b>
	<b>Nitrato de amonio</b>	14	13	12	11	11	13	14	11	14	15	15	14	15	13	16	15	14	15	16	15	<b>13.80</b>
	<b>Testigo</b>	14	13	13	12	11	13	14	15	16	15	15	14	16	14	16	16	14	17	16	16	<b>14.50</b>
<b>II</b>	<b>Urea</b>	16	15	15	14	13	15	16	17	18	17	17	16	17	16	15	17	16	17	18	17	<b>16.10</b>
	<b>Entec + S</b>	15	14	16	14	14	14	15	16	17	16	16	17	17	15	17	16	15	16	17	16	<b>15.65</b>
	<b>Nitrato de amonio</b>	14	13	13	12	13	13	14	15	16	15	16	14	16	14	16	15	14	15	16	15	<b>14.45</b>
	<b>Testigo</b>	14	13	13	12	11	14	14	15	16	15	15	17	16	14	16	15	14	15	16	15	<b>14.50</b>
<b>III</b>	<b>Urea</b>	14	15	15	14	10	15	16	17	18	17	17	16	18	16	18	17	16	17	18	17	<b>16.05</b>
	<b>Entec + S</b>	14	13	13	12	14	13	14	15	16	15	15	14	16	14	16	15	15	15	17	16	<b>14.60</b>
	<b>Nitrato de amonio</b>	15	14	14	13	12	13	15	16	17	16	16	15	17	15	15	16	15	16	14	16	<b>15.00</b>
	<b>Testigo</b>	15	14	14	13	12	14	15	16	17	16	16	15	17	15	17	16	15	16	17	16	<b>15.30</b>
<b>IV</b>	<b>Urea</b>	13	12	12	11	10	12	12	14	15	14	14	13	15	13	15	14	13	14	15	14	<b>13.25</b>
	<b>Entec + S</b>	12	13	13	12	11	13	14	15	14	15	15	14	14	14	16	15	14	15	14	16	<b>13.95</b>
	<b>Nitrato de amonio</b>	13	14	14	13	13	14	15	16	17	14	16	15	16	15	14	16	15	16	14	16	<b>14.80</b>
	<b>Testigo</b>	11	13	12	11	10	12	13	14	15	14	14	13	15	13	15	14	13	14	15	14	<b>13.25</b>

**Cuadro 6.**

*Resultados de longitud de panoja (cm) de 20 plantas evaluadas.*

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas																				Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>I</b>	<b>Urea</b>	55.51	57.18	58.18	59.11	57.84	56.58	59.40	58.21	56.42	57.18	57.97	58.23	56.22	56.84	56.73	56.18	55.40	56.09	55.43	55.82	<b>57.03</b>
	<b>Entec + S</b>	63.45	65.12	66.12	67.05	65.78	64.52	67.34	66.15	64.36	65.12	65.91	66.17	64.16	64.78	64.67	64.12	63.34	64.03	63.37	63.76	<b>64.96</b>
	<b>Nitrato de amonio</b>	53.91	55.58	56.58	57.51	56.24	54.98	57.80	56.61	54.82	55.58	56.37	56.63	54.62	55.24	55.13	54.58	53.80	54.49	53.83	54.22	<b>55.43</b>
	<b>Testigo</b>	48.68	50.35	51.35	52.28	51.01	49.75	52.57	51.38	49.59	50.35	51.14	51.40	49.39	50.01	49.90	49.35	48.57	49.26	48.60	48.99	<b>50.20</b>
<b>II</b>	<b>Urea</b>	54.90	56.57	57.57	58.50	57.23	55.97	58.79	57.60	55.81	56.57	57.36	57.62	55.61	56.23	56.12	55.57	54.79	55.48	54.82	55.21	<b>56.42</b>
	<b>Entec + S</b>	55.92	57.59	58.59	59.52	58.25	56.99	59.81	58.62	56.83	57.59	58.38	58.64	56.63	57.25	57.14	56.59	55.81	56.50	55.84	56.23	<b>57.43</b>
	<b>Nitrato de amonio</b>	51.70	53.37	54.37	55.30	54.03	52.77	55.59	54.40	52.61	53.37	54.16	54.42	52.41	53.03	52.92	52.37	51.59	52.28	51.62	52.01	<b>53.21</b>
	<b>Testigo</b>	50.32	51.99	52.99	53.92	52.65	51.39	54.21	53.02	51.23	51.99	52.78	53.04	51.03	51.65	51.54	50.99	50.21	50.90	50.24	50.63	<b>51.83</b>
<b>III</b>	<b>Urea</b>	66.93	68.60	69.60	70.53	69.26	68.00	70.82	69.63	67.84	68.60	69.39	69.65	67.64	68.26	68.15	67.60	66.82	67.51	66.85	67.24	<b>68.44</b>
	<b>Entec + S</b>	54.13	55.80	56.80	57.73	56.46	55.20	58.02	56.83	55.04	55.80	56.59	56.85	54.84	55.46	55.35	54.80	54.02	54.71	54.05	54.44	<b>55.64</b>
	<b>Nitrato de amonio</b>	51.00	52.67	53.67	54.60	53.33	52.07	54.89	53.70	51.91	52.67	53.46	53.72	51.71	52.33	52.22	51.67	50.89	51.58	50.92	51.31	<b>52.51</b>
	<b>Testigo</b>	38.75	40.42	41.42	42.35	41.08	39.82	42.64	41.45	39.66	40.42	41.21	41.47	39.46	40.08	39.97	39.42	38.64	39.33	38.67	39.06	<b>40.27</b>
<b>IV</b>	<b>Urea</b>	56.11	57.78	58.78	59.71	58.44	57.18	60.00	58.81	57.02	57.78	58.57	58.83	56.82	57.44	57.33	56.78	56.00	56.69	56.03	56.42	<b>57.63</b>
	<b>Entec + S</b>	57.85	59.52	60.52	61.45	60.18	58.92	61.74	60.55	58.76	59.52	60.31	60.57	58.56	59.18	59.07	58.52	57.74	58.43	57.77	58.16	<b>59.36</b>
	<b>Nitrato de amonio</b>	59.20	60.87	61.87	62.80	61.53	60.27	63.09	61.90	60.11	60.87	61.66	61.92	59.91	60.53	60.42	59.87	59.09	59.78	59.12	59.51	<b>60.71</b>
	<b>Testigo</b>	35.84	37.51	38.51	39.44	38.17	36.91	39.73	38.54	36.75	37.51	38.30	38.56	36.55	37.17	37.06	36.51	35.73	36.42	35.76	36.15	<b>37.36</b>

**Cuadro 7.**

*Resultados de diámetro de panoja (cm) de 20 plantas evaluadas.*

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas																				Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
I	Urea	11.59	9.92	8.92	7.99	9.26	10.52	7.70	8.89	10.69	9.92	9.13	8.88	10.88	10.26	10.37	10.92	11.70	11.01	11.67	11.28	<b>10.08</b>
	Entec + S	8.87	10.54	11.54	12.47	11.20	9.94	12.76	11.57	9.78	10.54	11.33	11.59	9.58	10.20	10.09	9.54	8.76	9.45	8.79	9.18	<b>10.39</b>
	Nitrato de amonio	7.48	9.15	10.15	11.08	9.81	8.55	11.37	10.18	8.39	9.15	9.94	10.20	8.19	8.81	8.70	8.15	7.37	8.06	7.40	7.79	<b>8.99</b>
	Testigo	7.06	8.73	9.73	10.66	9.39	8.13	10.95	9.76	7.97	8.73	9.52	9.78	7.77	8.39	8.28	7.73	6.95	7.64	6.98	7.37	<b>8.57</b>
II	Urea	7.71	9.38	10.38	11.31	10.04	8.78	11.60	10.41	8.62	9.38	10.17	10.43	8.42	9.04	8.93	8.38	7.60	8.29	7.63	8.02	<b>9.22</b>
	Entec + S	7.92	9.59	10.59	11.52	10.25	8.99	11.81	10.62	8.83	9.59	10.38	10.64	8.63	9.25	9.14	8.59	7.81	8.50	7.84	8.23	<b>9.44</b>
	Nitrato de amonio	8.71	10.38	11.38	12.31	11.04	9.78	12.60	11.41	9.62	10.38	11.17	11.43	9.42	10.04	9.93	9.38	8.60	9.29	8.63	9.02	<b>10.22</b>
	Testigo	6.76	8.43	9.43	10.36	9.09	7.83	10.65	9.46	7.67	8.43	9.22	9.48	7.47	8.09	7.98	7.43	6.65	7.34	6.68	7.07	<b>8.28</b>
III	Urea	9.65	11.32	12.32	13.25	11.98	10.72	13.54	12.35	10.56	11.32	12.11	12.37	10.36	10.98	10.87	10.32	9.54	10.23	9.57	9.96	<b>11.17</b>
	Entec + S	7.93	9.60	10.60	11.53	10.26	9.00	11.82	10.63	8.84	9.60	10.39	10.65	8.64	9.26	9.15	8.60	7.82	8.51	7.85	8.24	<b>9.44</b>
	Nitrato de amonio	8.96	10.63	11.63	12.56	11.29	10.03	12.85	11.66	9.87	10.63	11.42	11.68	9.67	10.29	10.18	9.63	8.85	9.54	8.88	9.27	<b>10.47</b>
	Testigo	7.09	8.76	9.76	10.69	9.42	8.16	10.98	9.79	8.00	8.76	9.55	9.81	7.80	8.42	8.31	7.76	6.98	7.67	7.01	7.40	<b>8.60</b>
IV	Urea	9.80	11.47	12.47	13.40	12.13	10.87	13.69	12.50	10.71	11.47	12.26	12.52	10.51	11.13	11.02	10.47	9.69	10.38	9.72	10.11	<b>11.31</b>
	Entec + S	10.03	11.70	12.70	13.63	12.36	11.10	13.92	12.73	10.94	11.70	12.49	12.75	10.74	11.36	11.25	10.70	9.92	10.61	9.95	10.34	<b>11.54</b>
	Nitrato de amonio	12.03	10.36	9.36	8.43	9.70	10.97	8.14	9.33	11.12	10.37	9.57	9.31	11.32	10.70	10.81	11.36	12.14	11.45	12.11	11.72	<b>10.52</b>
	Testigo	6.00	7.67	8.67	9.60	8.33	7.07	9.89	8.70	6.91	7.67	8.46	8.72	6.71	7.33	7.22	6.67	5.89	6.58	5.92	6.31	<b>7.51</b>

## Anexo 3: Fotografías de sustento de la investigación

### Fotografía 1.

*Muestreo del suelo.*



### Fotografía 2.

*Preparación del terreno.*



**Fotografía 3.**

*Arado y rastrado del terreno con tractor agrícola*



**Fotografía 4.**

*Surcado del terreno con tractor agrícola*



**Fotografía 5.**

*Delimitación y marcado del campo experimental*



**Fotografía 6.**

*Siembra en el campo experimental*



**Fotografía 7.**

*Raleo de plantas de quinua*



**Fotografía 8.**

*Deshierbo de malezas*



**Fotografía 9.**

*Primer y segundo aporque de la quinua.*



**Fotografía 10.**

*Riego por inundación del cultivo de quinua.*



**Fotografía 11.**

*Etiquetado de plantas a la madurez fisiológica.*



**Fotografía 12.**

*Evaluación de características agronómicas a la madurez fisiológica.*



**Fotografía 13.**

*Siega o corte de la quinua en la cosecha.*



**Fotografía 14.**

*Secado de granos de quinua .*



**Fotografía 15.**

*Zarandeo y venteado de los granos.*



**Fotografía 16.**

*Secado peso de granos de plantas individuales en estufa.*



**Fotografía 17.**

*Pesado de granos de cada parcela experimental.*



**Fotografía 18.**

*Embolsado de los granos de quinua en bolsas de polietileno.*



## Anexo 4. Análisis de costos de producción por tratamiento.

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN PARA TRATAMIENTO 01 (UREA)</b>					
<b>Cultivo</b>	: Quinua	<b>Nivel de fertilización N-P-K -quinua</b>	: 120-100-25		
<b>Variedad</b>	: CICA - 127	<b>Dosis de fertilización N-P-K</b>	: 106.18-89.82-00		
<b>Periodo vegetativo</b>	: 06 meses	<b>Tipo de riego</b>	: Gravedad		
<b>Departamento</b>	: Cusco	<b>Distanciamiento</b>	: 0.80 x 0.10		
<b>Provincia</b>	: Cusco	<b>Densidad</b>	: 125,000.00		
<b>Distrito</b>	: San Jeronimo	<b>Rendimiento</b>	: 6590.14 Kg/ha		
<b>Nivel tecnológico</b>	: Medio				
Item	Actividad	Unidad	Metrado	Precio (S./)	Parcial (S./)
<b>1</b>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>S/ 8,249.76</b>
<b>1.1</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				<b>S/ 3,900.00</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Preparación de Terreno Definitivo</b>				<b>S/ 350.00</b>
	Recojo de maleza y piedras	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Limpieza de acequias	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Riego	Jornal/día	1.00	S/ 50.00	S/ 50.00
	Tomeo y arreglo de bordes y surcos	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
<b>1.1.2</b>	<b>Siembra</b>				<b>S/ 400.00</b>
	Desinfección mezcla y distribución semilla	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Siembra a Mano	Jornal/día	6.00	S/ 50.00	S/ 300.00
<b>1.1.3</b>	<b>Labores Culturales</b>				<b>S/ 1,750.00</b>
	Aplicación de fertilizantes (1)	Jornal/día	5.00	S/ 50.00	S/ 250.00
	Aplicación de insecticidas	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Aplicación de fungicidas	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Deshierbo	Jornal/día	12.00	S/ 50.00	S/ 600.00
	Aporque	Jornal/día	9.00	S/ 50.00	S/ 450.00
	Riegos	Jornal/día	5.00	S/ 50.00	S/ 250.00
<b>1.1.4</b>	<b>Cosecha</b>				<b>S/ 1,400.00</b>
	Cosecha o siega de la planta	Jornal/día	10.00	S/ 50.00	S/ 500.00
	Carguo a la era y secado	Jornal/día	5.00	S/ 50.00	S/ 250.00
	Trilla, venteado, ensacado y acarreo	Jornal/día	10.00	S/ 50.00	S/ 500.00
	Guardanía	Jornal/día	3.00	S/ 50.00	S/ 150.00
<b>1.2</b>	<b>MAQUINARIA AGRICOLA</b>				<b>S/ 485.00</b>
	Arado	Hr. / Máq:	3.00	S/ 100.00	S/ 300.00
	Rastrado	Hr. / Máq:	1.00	S/ 95.00	S/ 95.00
	Surqueo para la siembra	Hr. / Máq:	1.00	S/ 90.00	S/ 90.00
<b>1.3</b>	<b>INSUMOS</b>				<b>S/ 2,839.76</b>
<b>1.3.1</b>	<b>Semillas</b>				<b>S/ 1,350.00</b>
	Semilla	kg	15.00	S/ 90.00	S/ 1,350.00
<b>1.3.2</b>	<b>Fertilizantes</b>				<b>S/ 1,075.99</b>
	Urea	Bolsa por 50 kg	4.62	S/ 105.67	S/ 488.20
	Superfosfato triple	Bolsa por 50 kg	3.91	S/ 150.33	S/ 587.79
<b>1.3.3</b>	<b>Insecticidas</b>				<b>S/ 140.84</b>
	Metomil	Litro	1.00	S/ 67.84	S/ 67.84
	Clorpirifos	Litro	1.00	S/ 73.00	S/ 73.00
<b>1.3.4</b>	<b>Fungicidas</b>				<b>S/ 78.00</b>
	Metalaxil-M (Ridomil Gold MZ 68)	kg	1.00	S/ 78.00	S/ 78.00
<b>1.3.5</b>	<b>pH, adherentes y surfactante</b>				<b>S/ 75.00</b>
	Varios	kg. o Lts	1.00	S/ 25.00	S/ 25.00
	Otros	kg. o Lts	1.00	S/ 50.00	S/ 50.00
<b>1.3.6</b>	<b>Agua</b>				<b>S/ 119.93</b>
	Canon de agua	m <sup>3</sup>	6,000.00	S/ 0.02	S/ 119.93
<b>1.4</b>	<b>VIARIOS</b>				<b>S/ 1,025.00</b>
	Herramientas (lampas y picos)	Unidad	5.00	S/ 25.00	S/ 125.00
	Alquiler de mochila fumigadora ( ha)	Unidad	2.00	S/ 25.00	S/ 50.00
	Traslado de insumos	Viaje	1.00	S/ 70.00	S/ 70.00
	Traslado de producción	tm	6.50	S/ 120.00	S/ 780.00
<b>2</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>S/ 412.49</b>
<b>2.1</b>	Imprevistos	%	2	S/ 8,249.76	S/ 165.00
<b>2.2</b>	Gastos administrativos	%	2	S/ 8,249.76	S/ 165.00
<b>2.3</b>	Asistencia técnica	%	1	S/ 8,249.76	S/ 82.50
<b>TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>					<b>S/ 8,662.25</b>
<b>ANALISIS ECONOMICO DE RENTABILIDAD</b>					
<b>1</b>	<b>Valoración de la Cosecha</b>				
	Rendimiento por Hectárea ( kg /Ha.)				S/ 6,590.14
	Precio Chacra (s/. X kg.)				S/ 3.00
<b>2</b>	<b>Valor Bruto de la Producción (S./)</b>				<b>S/ 19,770.41</b>
<b>3</b>	<b>Análisis de Rentabilidad</b>				
	Costo Directo (S./)	CD =			S/ 8,249.76
	Costo Indirecto (S./)	CI =			S/ 412.49
	<b>Costo Total de Producción (S./)</b>	CTP =			<b>S/ 8,662.25</b>
	<b>Valor Bruto de la Producción (S./)</b>	VBP =			<b>S/ 19,770.41</b>
	<b>Utilidad Bruta de la Producción (S./)</b>	UB = VBP - CD			<b>S/ 11,520.65</b>
	Precio Chacra de Venta Unitario (Kg.)				S/ 3.00
	Costo de Producción Unitario (kg.)				S/ 1.31
	Margen de Utilidad Unitario (kg.)				S/ 1.69
	<b>Utilidad Neta de la Producción (S./)</b>	UN = VBP - CTP			<b>S/ 11,108.16</b>
	<b>Índice de Rentabilidad (%)</b>	TIR = (VBP-CTP) / CTP x 100			<b>128.24</b>

COSTO DE PRODUCCIÓN PARA TRATAMIENTO 02 (ENTEC+S)					
Cultivo	: Quinua	Nivel de fertilización N-P-K-quinua	: 120-100-25		
Variedad	: CICA - 127	Dosis de fertilización N-P-K	: 106.18-89.82-00		
Periodo vegetativo	: 06 meses	Tipo de riego	: Gravedad		
Departamento	: Cusco	Distanciamiento	: 0.80 x 0.10		
Provincia	: Cusco	Densidad	: 125.000.00		
Distrito	: San Jeronimo	Rendimiento	: 6608.26 Kg/ha		
Nivel tecnológico	: Medio				
Item	Actividad	Unidad	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>1</b>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>S/ 8,664.75</b>
<b>1.1</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				<b>S/ 3,900.00</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Preparación de Terreno Definitivo</b>				<b>S/ 350.00</b>
	Recojo de maleza y piedras	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Limpieza de acequias	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Riego	Jornal/día	1.00	S/ 50.00	S/ 50.00
	Tomeo y arreglo de bordes y surcos	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
<b>1.1.2</b>	<b>Siembra</b>				<b>S/ 400.00</b>
	Desinfección mezcla y distribución semilla	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Siembra a mano	Jornal/día	6.00	S/ 50.00	S/ 300.00
<b>1.1.3</b>	<b>Labores Culturales</b>				<b>S/ 1,750.00</b>
	Aplicación de fertilizantes (1)	Jornal/día	5.00	S/ 50.00	S/ 250.00
	Aplicación de insecticidas	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Aplicación de fungicidas	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Deshierbo	Jornal/día	12.00	S/ 50.00	S/ 600.00
	Aporque	Jornal/día	9.00	S/ 50.00	S/ 450.00
	Riegos	Jornal/día	5.00	S/ 50.00	S/ 250.00
<b>1.1.4</b>	<b>Cosecha</b>				<b>S/ 1,400.00</b>
	Cosecha o siega de la planta	Jornal/día	10.00	S/ 50.00	S/ 500.00
	Carguío a la era y secado	Jornal/día	5.00	S/ 50.00	S/ 250.00
	Trilla, venteado, ensacado y acarreo	Jornal/día	10.00	S/ 50.00	S/ 500.00
	Guardianía	Jornal/día	3.00	S/ 50.00	S/ 150.00
<b>1.2</b>	<b>MAQUINARIA AGRICOLA</b>				<b>S/ 485.00</b>
	Arado	Hr. / Máq:	3.00	S/ 100.00	S/ 300.00
	Rastrado	Hr. / Máq:	1.00	S/ 95.00	S/ 95.00
	Surqueo para la siembra	Hr. / Máq:	1.00	S/ 90.00	S/ 90.00
<b>1.3</b>	<b>INSUMOS</b>				<b>S/ 3,254.75</b>
<b>1.3.1</b>	<b>Semillas</b>				<b>S/ 1,350.00</b>
	Semilla	kg	15.00	S/ 90.00	S/ 1,350.00
<b>1.3.2</b>	<b>Fertilizantes</b>				<b>S/ 1,490.98</b>
	Entec + S	Bolsa por 50 kg	8.17	S/ 110.67	S/ 903.91
	Superfato triple	Bolsa por 50 kg	3.91	S/ 150.33	S/ 587.07
<b>1.3.3</b>	<b>Insecticidas</b>				<b>S/ 140.84</b>
	Metomil	Litro	1.00	S/ 67.84	S/ 67.84
	Clorpirifos	Litro	1.00	S/ 73.00	S/ 73.00
<b>1.3.4</b>	<b>Fungicidas</b>				<b>S/ 78.00</b>
	Metalaxil-M (Ridomil Gold MZ 68)	kg	1.00	S/ 78.00	S/ 78.00
<b>1.3.5</b>	<b>pH, Adherentes y Surfactante</b>				<b>S/ 75.00</b>
	Varios	kg. o Lts	1.00	S/ 25.00	S/ 25.00
	Otros	kg. o Lts	1.00	S/ 50.00	S/ 50.00
<b>1.3.6</b>	<b>Agua</b>				<b>S/ 119.93</b>
	Canon de agua	m3	6,000.00	S/ 0.02	S/ 119.93
<b>1.4</b>	<b>VIARIOS</b>				<b>S/ 1,025.00</b>
	Herramientas (lampas y picos)	Unidad	5.00	S/ 25.00	S/ 125.00
	Alquiler de mochila fumigadora ( ha)	Unidad	2.00	S/ 25.00	S/ 50.00
	Traslado de insumos	Viaje	1.00	S/ 70.00	S/ 70.00
	Traslado de producción	tm	6.50	S/ 120.00	S/ 780.00
<b>2</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>S/ 433.24</b>
<b>2.1</b>	Imprevistos	%	2	S/ 8,664.75	S/ 173.30
<b>2.2</b>	Gastos Administrativos	%	2	S/ 8,664.75	S/ 173.30
<b>2.3</b>	Asistencia Técnica	%	1	S/ 8,664.75	S/ 86.65
<b>TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>					<b>S/ 9,097.99</b>
ANÁLISIS ECONOMICO DE RENTABILIDAD					
<b>1</b>	<b>Valoración de la Cosecha</b>				
	Rendimiento por Hectárea ( kg /Ha.)				<b>6,608.26</b>
	Precio Chacra (s/. X kg.)				<b>S/ 3.00</b>
<b>2</b>	<b>Valor Bruto de la Producción (S/.)</b>	VBP =			<b>S/ 19,824.78</b>
<b>3</b>	<b>Análisis de Rentabilidad</b>				
	Costo Directo (S/.)	CD =			<b>S/ 8,664.75</b>
	Costo Indirecto (S/.)	CI =			<b>S/ 433.24</b>
	<b>Costo Total de Producción (S/.)</b>	CTP =			<b>S/ 9,097.99</b>
	<b>Valor Bruto de la Producción (S/.)</b>	VBP =			<b>S/ 19,824.78</b>
	<b>Utilidad Bruta de la Producción (S/.)</b>	UB = VBP - CD			<b>S/ 11,160.03</b>
	Precio Chacra de Venta Unitario (Kg.)				<b>S/ 3.00</b>
	Costo de Producción Unitario (kg.)				<b>S/ 1.38</b>
	Margen de Utilidad Unitario (kg.)				<b>S/ 1.62</b>
	<b>Utilidad Neta de la Producción (S/.)</b>	UN = VBP - CTP			<b>S/ 10,726.79</b>
	<b>Índice de Rentabilidad (%)</b>	TIR = (VBP-CTP) / CTP x 100			<b>117.90</b>

COSTO DE PRODUCCIÓN PARA TRATAMIENTO 03 (NITRATO DE AMONIO)					
Cultivo	: Quinua	Nivel de fertilización N-P-K-quinua	: 120-100-25		
Variedad	: CICA - 127	Dosis de fertilización N-P-K	: 106.18-89.82-00		
Periodo vegetativo	: 06 meses	Tipo de riego	: Gravedad		
Departamento	: Cusco	Distanciamiento	: 0.80 x 0.10		
Provincia	: Cusco	Densidad	: 125,000.00		
Distrito	: San Jeronimo	Rendimiento	: 5,734.81 Kg/ha		
Nivel tecnológico	: Medio				
Item	Actividad	Unidad	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>1</b>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>S/ 8,409.95</b>
<b>1.1</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				<b>S/ 3,900.00</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Preparación de Terreno Definitivo</b>				<b>S/ 350.00</b>
	Recojo de maleza y piedras	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Limpieza de acequias	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Riego	Jornal/día	1.00	S/ 50.00	S/ 50.00
	Tomeo y arreglo de bordes y surcos	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
<b>1.1.2</b>	<b>Siembra</b>				<b>S/ 400.00</b>
	Desinfección mezcla y distribución semilla	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Siembra a mano	Jornal/día	6.00	S/ 50.00	S/ 300.00
<b>1.1.3</b>	<b>Labores Culturales</b>				<b>S/ 1,750.00</b>
	Aplicación de fertilizantes (1)	Jornal/día	5.00	S/ 50.00	S/ 250.00
	Aplicación de insecticidas	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Aplicación de fungicidas	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Deshierbo	Jornal/día	12.00	S/ 50.00	S/ 600.00
	Aporque	Jornal/día	9.00	S/ 50.00	S/ 450.00
	Riegos	Jornal/día	5.00	S/ 50.00	S/ 250.00
<b>1.1.4</b>	<b>Cosecha</b>				<b>S/ 1,400.00</b>
	Cosecha o siega de la planta	Jornal/día	10.00	S/ 50.00	S/ 500.00
	Carguo a la era y secado	Jornal/día	5.00	S/ 50.00	S/ 250.00
	Trilla, venteado, ensacado y acarreo	Jornal/día	10.00	S/ 50.00	S/ 500.00
	Guardianía	Jornal/día	3.00	S/ 50.00	S/ 150.00
<b>1.2</b>	<b>MAQUINARIA AGRICOLA</b>				<b>S/ 485.00</b>
	Arado	Hr. / Máq:	3.00	S/ 100.00	S/ 300.00
	Rastrado	Hr. / Máq:	1.00	S/ 95.00	S/ 95.00
	Surqueo para la siembra	Hr. / Máq:	1.00	S/ 90.00	S/ 90.00
<b>1.3</b>	<b>INSUMOS</b>				<b>S/ 2,999.95</b>
<b>1.3.1</b>	<b>Semillas</b>				<b>S/ 1,350.00</b>
	Semilla	kg	15.00	S/ 90.00	S/ 1,350.00
<b>1.3.2</b>	<b>Fertilizantes</b>				<b>S/ 1,236.17</b>
	Nitrato de amonio	Bolsa por 50 kg	6.44	S/ 110.67	S/ 712.18
	Superfosfato triple	Bolsa por 50 kg	3.49	S/ 150.33	S/ 523.99
<b>1.3.3</b>	<b>Insecticidas</b>				<b>S/ 140.84</b>
	Metomil	Litro	1.00	S/ 67.84	S/ 67.84
	Clorpirifos	Litro	1.00	S/ 73.00	S/ 73.00
<b>1.3.4</b>	<b>Fungicidas</b>				<b>S/ 78.00</b>
	Metalaxil-M (Ridomil Gold MZ 68)	kg	1.00	S/ 78.00	S/ 78.00
<b>1.3.5</b>	<b>pH, adherentes y surfactante</b>				<b>S/ 75.00</b>
	Varios	kg. o Lts	1.00	S/ 25.00	S/ 25.00
	Otros	kg. o Lts	1.00	S/ 50.00	S/ 50.00
<b>1.3.6</b>	<b>Agua</b>				<b>S/ 119.93</b>
	Canon de agua	m3	6,000.00	S/ 0.02	S/ 119.93
<b>1.4</b>	<b>VIARIOS</b>				<b>S/ 1,025.00</b>
	Herramientas (lampas y picos)	Unidad	5.00	S/ 25.00	S/ 125.00
	Alquiler de mochila fumigadora ( ha)	Unidad	2.00	S/ 25.00	S/ 50.00
	Traslado de insumos	Viaje	1.00	S/ 70.00	S/ 70.00
	Traslado de producción	tm	6.50	S/ 120.00	S/ 780.00
<b>2</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>S/ 420.50</b>
<b>2.1</b>	Imprevistos	%	2	8,409.95	S/ 168.20
<b>2.2</b>	Gastos administrativos	%	2	8,409.95	S/ 168.20
<b>2.3</b>	Asistencia técnica	%	1	8,409.95	S/ 84.10
<b>TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>					<b>S/ 8,830.45</b>
ANÁLISIS ECONOMICO DE RENTABILIDAD					
<b>1</b>	<b>Valoración de la Cosecha</b>				
	Rendimiento por Hectárea ( kg /Ha.)				S/ 5,734.81
	Precio Chacra (s/. X kg.)				S/ 3.00
<b>2</b>	<b>Valor Bruto de la Producción (S/.)</b>	VBP =			S/ 17,204.42
<b>3</b>	<b>Análisis de Rentabilidad</b>				
	Costo Directo (S/.)	CD =			S/ 8,409.95
	Costo Indirecto (S/.)	CI =			S/ 420.50
	<b>Costo Total de Producción (S/.)</b>	CTP =			S/ 8,830.45
	<b>Valor Bruto de la Producción (S/.)</b>	VBP =			S/ 17,204.42
	<b>Utilidad Bruta de la Producción (S/.)</b>	UB = VBP - CD			S/ 8,794.47
	Precio Chacra de Venta Unitario (Kg.)				S/ 3.00
	Costo de Producción Unitario (kg.)				S/ 1.54
	Margen de Utilidad Unitario (kg.)				S/ 1.46
	<b>Utilidad Neta de la Producción (S/.)</b>	UN = VBP -CTP			S/ 8,373.97
	<b>Índice de Rentabilidad (%)</b>	TIR = (VBP-CTP) / CTP x 100			<b>94.83</b>

COSTO DE PRODUCCIÓN PARA TRATAMIENTO 04 (TESTIGO)					
Cultivo	: Quinoa	Nivel de fertilización N-P-K-quinoa	: 120-100-25		
Variedad	: CICA - 127	Dosis de fertilización N-P-K	: 106.18-89.82-00		
Periodo vegetativo	: 06 meses	Tipo de riego	: Gravedad		
Departamento	: Cusco	Distanciamiento	: 0.80 x 0.10		
Provincia	: Cusco	Densidad	: 125.000.00		
Distrito	: San Jeronimo	Rendimiento	: 4516.75 Kg/ha		
Nivel tecnológico	: Medio				
Item	Actividad	Unidad	Metrado	Precio (S./)	Parcial (S./)
<b>1</b>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>S/ 7,173.77</b>
<b>1.1</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				<b>S/ 3,900.00</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Preparación de Terreno Definitivo</b>				<b>S/ 350.00</b>
	Recojo de maleza y piedras	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Limpieza de acequias	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Riego	Jornal/día	1.00	S/ 50.00	S/ 50.00
	Tomeo y arreglo de bordes y surcos	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
<b>1.1.2</b>	<b>Siembra</b>				<b>S/ 400.00</b>
	Desinfección Mezcla y Distribución Semilla	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Siembra a Mano	Jornal/día	6.00	S/ 50.00	S/ 300.00
<b>1.1.3</b>	<b>Labores Culturales</b>				<b>S/ 1,750.00</b>
	Aplicación de fertilizantes (1)	Jornal/día	5.00	S/ 50.00	S/ 250.00
	Aplicación de insecticidas	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Aplicación de Fungicidas	Jornal/día	2.00	S/ 50.00	S/ 100.00
	Deshierbo	Jornal/día	12.00	S/ 50.00	S/ 600.00
	Aporque	Jornal/día	9.00	S/ 50.00	S/ 450.00
	Riegos	Jornal/día	5.00	S/ 50.00	S/ 250.00
<b>1.1.4</b>	<b>Cosecha</b>				<b>S/ 1,400.00</b>
	Cosecha o siega de la planta	Jornal/día	10.00	S/ 50.00	S/ 500.00
	Carguo a la era y secado	Jornal/día	5.00	S/ 50.00	S/ 250.00
	Trilla, venteado, ensacado y acarreo	Jornal/día	10.00	S/ 50.00	S/ 500.00
	Guardanía	Jornal/día	3.00	S/ 50.00	S/ 150.00
<b>1.2</b>	<b>MAQUINARIA AGRICOLA</b>				<b>S/ 485.00</b>
	Arado	Hr. / Máq:	3.00	S/ 100.00	S/ 300.00
	Rastrado	Hr. / Máq:	1.00	S/ 95.00	S/ 95.00
	Surqueo para la siembra	Hr. / Máq:	1.00	S/ 90.00	S/ 90.00
<b>1.3</b>	<b>INSUMOS</b>				<b>S/ 1,763.77</b>
<b>1.3.1</b>	<b>Semillas</b>				<b>S/ 1,350.00</b>
	Semilla	kg	15.00	S/ 90.00	S/ 1,350.00
<b>1.3.2</b>	<b>Insecticidas</b>				<b>S/ 140.84</b>
	Metomil	Litro	1.00	S/ 67.84	S/ 67.84
	Clorpirifos	Litro	1.00	S/ 73.00	S/ 73.00
<b>1.3.3</b>	<b>Fungicidas</b>				<b>S/ 78.00</b>
	Metalaxil-M (Ridomil Gold MZ 68)	kg	1.00	S/ 78.00	S/ 78.00
<b>1.3.4</b>	<b>pH, Adherentes y Surfactante</b>				<b>S/ 75.00</b>
	Varios	kg. o Lts	1.00	S/ 25.00	S/ 25.00
	Otros	kg. o Lts	1.00	S/ 50.00	S/ 50.00
<b>1.3.5</b>	<b>Agua</b>				<b>S/ 119.93</b>
	Canon de agua	m <sup>3</sup>	6.000	S/ 0.02	S/ 119.93
<b>1.4</b>	<b>VARIOS</b>				<b>S/ 1,025.00</b>
	Herramientas (lampas y picos)	Unidad	5.00	S/ 25.00	S/ 125.00
	Alquiler de mochila fumigadora ( ha)	Unidad	2.00	S/ 25.00	S/ 50.00
	Traslado de insumos	Viaje	1.00	S/ 70.00	S/ 70.00
	Traslado de producción	tm	6.50	S/ 120.00	S/ 780.00
<b>2</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>S/ 358.69</b>
<b>2.1</b>	Imprevistos	%	2	S/ 7,173.77	S/ 143.48
<b>2.2</b>	Gastos Administrativos	%	2	S/ 7,173.77	S/ 143.48
<b>2.3</b>	Asistencia Técnica	%	1	S/ 7,173.77	S/ 71.74
<b>TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>					<b>S/ 7,532.46</b>
ANÁLISIS ECONÓMICO DE RENTABILIDAD					
<b>1</b>	<b>Valoración de la Cosecha</b>				
	Rendimiento por Hectárea ( kg /Ha.)				<b>S/ 4,516.75</b>
	Precio Chacra (s/. X kg.)				<b>S/ 3.00</b>
<b>2</b>	<b>Valor Bruto de la Producción (S./)</b>	VBP =			<b>S/ 13,550.24</b>
<b>3</b>	<b>Análisis de Rentabilidad</b>				
	Costo Directo (S./)	CD =			<b>S/ 7,173.77</b>
	Costo Indirecto (S./)	CI =			<b>S/ 358.69</b>
	<b>Costo Total de Producción (S./)</b>	CTP =			<b>S/ 7,532.46</b>
	<b>Valor Bruto de la Producción (S./)</b>	VBP =			<b>S/ 13,550.24</b>
	<b>Utilidad Bruta de la Producción (S./)</b>	UB = VBP - CD			<b>S/ 6,376.47</b>
	Precio Chacra de Venta Unitario (Kg.)				<b>S/ 3.00</b>
	Costo de Producción Unitario (kg.)				<b>S/ 1.67</b>
	Margen de Utilidad Unitario (kg.)				<b>S/ 1.33</b>
	<b>Utilidad Neta de la Producción (S./)</b>	UN = VBP - CTP			<b>S/ 6,017.78</b>
	<b>Índice de Rentabilidad (%)</b>	TIR = (VBP-CTP) / CTP x 100			<b>79.89</b>

**Anexo 5. Ficha técnica resumida de la variedad CICA-127 (*Chenopodium quinoa* Willd.)**

**Tabla .**

*Características principales de la variedad CICA-127.*

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción / Valor promedio o rango</b>	<b>Unidad</b>	<b>Fuente(s)</b>
<b>Código de acceso</b>	CQC-127 (Banco de germoplasma CICA-UNSAAC)	—	Álvarez & Céspedes (2017)
<b>Origen / Recolección</b>	Distrito de Acoría, provincia de Huancavelica, departamento de Huancavelica –Perú	—	T. Trucios (1983)
<b>Centro desarrollador / Conservación</b>	Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA) – Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNSAAC	—	CICA (2017–2025)
<b>Estado del material</b>	Varietal mejorada / línea avanzada en proceso de validación	—	Sivana Alvis (2016); León Guzmán (2024); Yapura Quispe (2025)
<b>Hábito de crecimiento</b>	Erecto, simple a herbáceo	—	2016–2025
<b>Altura de planta</b>	175.0 – 185.0 – 195.0 cm (promedio 185.0 cm)	cm	2016, 2017, 2024, 2025
<b>Diámetro de tallo</b>	1.76 – 2.10 cm (16.4 mm promedio)	cm	2016, 2024, 2025
<b>Color de tallo</b>	Verde, axilas sin pigmentación, estrías amarillas en madurez fisiológica	—	2016, 2024, 2025
<b>Ramificación</b>	Limitada a lo largo del tallo Principal	—	2017, 2024
<b>Forma de hoja</b>	Rombooidal lanceolada, borde dentado	—	2017, 2024, 2025
<b>Color de hoja y pecíolo</b>	Verde intenso	—	2017, 2024, 2025
<b>Tipo de panoja (inflorescencia)</b>	Amarantiforme, diferenciada, compacta, erecta	—	2016–2025
<b>Color de panoja</b>	Gris antes de la madurez fisiológica; amarillo a la cosecha	—	2016, 2024, 2025
<b>Longitud de panoja</b>	40.4 – 65.5 cm	cm	2016, 2024
<b>Diámetro de panoja</b>	7.0 – 12.6 cm	cm	2016, 2024
<b>Forma de grano</b>	Lenticular a cilíndrico	—	2017, 2024, 2025
<b>Color de grano</b>	Amarillo dorado	—	Todas las fuentes
<b>Diámetro de grano</b>	1.70 – 2.10 mm	mm	2017–2025
<b>Peso de mil granos (PMG)</b>	3.1 – 4.64 g (promedio 3.8 g)	g	2016, 2024, 2025
<b>Ciclo fenológico (siembra–madurez)</b>	147 – 185 días (intermedio a largo)	días	2016, 2017, 2025

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción / Valor promedio o rango</b>	<b>Unidad</b>	<b>Fuente(s)</b>
<b>Madurez fisiológica (R5)</b>	145 – 166 días después de la siembra	días	2016, 2025
<b>Rendimiento promedio</b>	2.10 – 7.95 t·ha <sup>1</sup> (promedio 4.5 t·ha <sup>1</sup> )	t·ha <sup>1</sup>	2016–2025
<b>Peso de grano por planta</b>	37.3 – 114.1 g	g/planta	2016, 2024, 2025
<b>Peso de kiri (biomasa)</b>	4.17 t·ha <sup>1</sup> / 36.6 g/planta	t·ha <sup>1</sup> / g	2025
<b>Contenido de saponina (índice de espuma)</b>	4.8 – 11.25 ml (nivel alto, sabor amargo)	ml	2016, 2025
<b>Resistencia / tolerancia</b>	Moderada a heladas y sequía; susceptible a mildiú en condiciones húmedas	—	CICA (2023); León Guzmán (2024)
<b>Uso tradicional</b>	Hojas tiernas como hortaliza; grano para sopas, harinas y consumo industrial (previo desamargado)	—	Álvarez & Céspedes (2017)
<b>Adaptación agroecológica</b>	Ambientes de altura intermedia a alta (3,200–3,600 m s. n. m.), valles interandinos del Cusco	—	2016–2025
<b>Tipo de ciclo</b>	Intermedio-tardío	—	2016, 2017, 2025
<b>Uso actual</b>	Variedad testigo en evaluaciones experimentales de líneas promisorias	—	2024–2025

# ENTE<sup>®</sup> 26+13S



Fertilizante mineral con nitrógeno estabilizado para su mejor eficiencia.

## Propiedades

ENTE<sup>®</sup> es un fertilizante con un inhibidor de la nitrificación (DMPP) que ayuda a la máxima eficiencia del nitrógeno, retrasando la transformación de su contenido en forma amoniacal a nítrico hasta 12 semanas. La liberación de nitrógeno se adapta a las necesidades de la planta y el fertilizante funciona de manera más eficiente. El inhibidor de nitrificación ayuda a reducir las pérdidas por lixiviación de nitratos y permite una disminución del 73% en las emisiones de óxido nítrico.

## Beneficios Clave

- Mejor aprovechamiento del N a través de su entrega adaptada a los requerimientos del cultivo.
- Contenido de nitrógeno nítrico para un efecto de asimilación inmediata y amoniacal para garantizar su asimilación por más tiempo.
- Ahorro de costos y trabajo gracias a menor aplicación de fertilizantes.
- Suministro seguro de nitrógeno sea cual sea el clima.



[www.eurochemgroup.com](http://www.eurochemgroup.com)



# ENTECH® 26+13S



Cereales



Hortalizas



Frutas



Berries



Pastizales



Papa



Maíz



Café

## Información Técnica

Nitrógeno total (N)	26.0%
Nitrógeno nítrico (NO <sub>2</sub> )	7.5%
Nitrógeno amoniacal (NH <sub>4</sub> )	18.5%
Trióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	32.5%
DMPP - Dimetilpirazol fosfato	0.8%
pH	3 - 4
Densidad aparente	0.95 t/m <sup>3</sup>
Granulometría	90% entre 2.0 y 5.0 mm
Tamaño promedio del gránulo	3.0 - 3.6 mm
Contenido en H <sub>2</sub> O	Máx. 07%

## Aplicación

1-3 veces en la temporada de crecimiento. Las tasas de aplicación deben cumplir con los requisitos del cultivo. También se debe considerar el contenido de nutrientes del suelo para evitar la aplicación excesiva. Se deben seguir las recomendaciones del servicio de asesoramiento oficial.

## Embalaje, manipulación y transporte

Ofrecemos varias opciones de embalaje y transporte para garantizar un proceso de entrega seguro y eficiente. Póngase en contacto con su asesor local para conocer las opciones disponibles para usted.



Obtenga más información y vea otros excelentes fertilizantes en [www.eurochemgroup.com](http://www.eurochemgroup.com)

Póngase en contacto con su asesor local para obtener una recomendación.

