

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS:**

**Bioestimulantes y gallinaza compostada en la precocidad y  
rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), Canaán, 2750  
msnm - Ayacucho**

Para optar el título profesional de:  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:  
**Bach. Ismael ACHALLMA CCORIÑAHUI**

ASESOR:  
**M.Sc. Fortunato ÁLVAREZ AQUISE**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2025**

*A nuestro Dios creador que me guio en transcurros de mi vida. Un padre que brinda la fortaleza necesaria para conseguir una meta y sueño logrado.*

*A mis padres Florencio y Carlota quienes permanentemente me apoyaron en transcurros de mis estudios, son los mejores padres.*

*A mis hermanos por sus consejos, su ayuda en momentos difíciles, sin ustedes no podría haber logrado esta meta.*

***Ismael A.***

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi alma mater de estudios, a través de la Facultad de Ciencias Agrarias y la Escuela Profesional de Agronomía, por haberme acogido en sus aulas durante mi formación profesional.

Al M.Sc. Fortunato Álvarez Aquise, por su asesoría durante en el desarrollo del trabajo de investigación, por su confianza, tiempo, enseñanzas y orientación.

A los miembros del Jurado Dr. José A. Quispe Tenorio, Dr. Rolando Bautista Gómez e Ing. Juan B. Girón Molina por sus aportes en la realización de este trabajo de investigación.

Al Centro Experimental de Canaán, perteneciente a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por brindarme la oportunidad de llevar a cabo el trabajo de investigación.

Agradezco de corazón a mis padres, hermanos y amigos, por su incondicional apoyo y sus palabras de aliento, que me motivaron y acompañaron durante el desarrollo de este estudio.

.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Agradecimientos.....	iii
Índice general .....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras .....	vii
Índice de anexos .....	viii
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I.....	4
MARCO TEORICO .....	4
1.1. Antecedentes de la investigación.....	4
1.2. El cultivo de Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> W.).....	6
1.2.1. Origen.....	6
1.2.2. Situación del cultivo.....	7
1.2.3. Clasificación taxonómica.....	8
1.2.4. Importancia de la quinua.....	8
1.2.5. Descripción botánica.....	10
1.2.6. Variedades de la quinua .....	11
1.2.7. Fenología de la quinua .....	14
1.2.8. Requerimientos del cultivo de quinua.....	16
1.2.9. Manejo agronómico de cultivo de quinua.....	19
1.3. Abonos orgánicos .....	27
1.3.1. Gallinaza compostada .....	27
1.4. Bioestimulantes .....	30
1.4.1. Bioestimulantes utilizados en la investigación .....	32
CAPITULO II.....	36
METODOLOGÍA.....	36
2.1. Del lugar del estudio.....	36
2.1.1. Ubicación geográfica .....	36

2.1.2. Características climatológicas.....	36
2.1.3. Análisis químico y físico del suelo .....	39
2.1.4. Análisis químico del Biol.....	39
2.1.5. Procedencia de Aminofol.....	40
2.1.6. Procedencia de Aminofish .....	41
2.2. Materiales, equipos e insumos para el trabajo de investigación.....	42
2.2.1. Material genético (semilla de la quinua INI 415-Pasankalla).....	42
2.2.2. Maquinaria agrícola .....	43
2.2.3. Insumos .....	43
2.2.4. Herramientas y equipos.....	44
2.3. Metodología experimental.....	44
2.3.1. Problemática en estudio .....	44
2.3.2. Metodología del trabajo experimental .....	44
2.3.3. Instalación y conducción del experimento.....	48
2.3.4. Parámetros a evaluar .....	51
2.3.5. Análisis estadístico.....	53
CAPITULO III .....	54
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	54
3.1. Variables de precocidad.....	54
3.2. Variables de rendimiento.....	56
3.2.1. Altura de planta.....	56
3.2.2. Longitud de la panoja.....	58
3.2.3. Peso de panoja.....	60
3.2.4. Rendimiento de grano de quinua .....	62
3.2.5. Peso de 1000 semillas de quinua.....	65
CONCLUSIONES.....	67
RECOMENDACIONES .....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69
ANEXOS.....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 Aminoácidos que componen la proteína del grano de quinua.....	9
Tabla 1.2 Contenido de nutrientes de la Quinua.....	10
Tabla 2.1 Temperatura máxima, media, mínima, precipitación y balance hídrico de la campaña agrícola 2023 según la Estación Meteorológica INIA – Ayacucho. ....	37
Tabla 2.2 Resultados de análisis químico-físico de suelo del Centro Experimental Canaán - UNSCH, 2750 msnm.....	39
Tabla 2.3 Resultados de análisis químico del Biol.....	40
Tabla 2.4 Composición química de Aminofol.....	41
Tabla 2.5 Composición química de Aminofol.....	41
Tabla 2.6 Composición química y física de Aminofish .....	42
Tabla 2.7 Composición química de aminofish .....	42
Tabla 2.8 Tratamientos empleados en el experimento .....	46
Tabla 2.9 Cantidad de nutrientes, expresado en N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y K <sub>2</sub> O, aplicados en cada tratamiento, proveniente de la gallinaza compostada y fertilizantes químicos. ....	49
Tabla 3.1 Fases fenológicas de la planta, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.....	54
Tabla 3.2 Análisis de varianza de altura de planta, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.....	56
Tabla 3.3 Análisis de varianza de longitud de panoja, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.....	58
Tabla 3.4 Análisis de varianza de peso de panoja, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.....	60
Tabla 3.5 Análisis de varianza del rendimiento de grano, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.....	62
Tabla 3.6 Análisis de varianza de peso de 1000 semillas, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Balance hídrico, precipitación, evapotranspiración, temperatura máxima y mínima de la campaña agrícola 2023 de la Estación Meteorológica INIA-Ayacucho. ....	38
Figura 2.2 Croquis y randomización del campo experimental. ....	47
Figura 2.3 Croquis de la unidad experimental .....	48
Figura 3.1 Prueba de Tukey, de altura de planta, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.....	57
Figura 3.2 Prueba de Tukey, de longitud de panoja, con dosis de bioestimulantes y en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023. ....	59
Figura 3.3 Prueba de Tukey, de peso de panoja, con niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023. ....	61
Figura 3.4 Prueba de Tukey, rendimiento de granos, con niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023. ....	63
Figura 3.5 Análisis de tendencia de regresión lineal del rendimiento de granos, niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. El mapa de ubicación geográfica de la parcela experimental .....	74
Anexo 2. El panel fotográfico .....	75
Anexo 3. Análisis físico y químico de suelo .....	83
Anexo 4. Análisis químico de Biol.....	84
Anexo 5. Promedio de la evaluación de los parámetros estudiados .....	85

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó durante la campaña agrícola 2023, en el Centro Experimental Canaán, perteneciente a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, con los siguientes objetivos: a) Evaluar la influencia de bioestimulantes y gallinaza compostada en la precocidad de la quinua, y b) Evaluar la influencia de bioestimulantes y gallinaza compostada en el rendimiento del cultivo de quinua. El experimento se hizo utilizando un Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial, evaluándose cuatro niveles de abonamiento conformado por (3.0, 4.5 y 6.0 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza compostada), y un testigo (180-00-00 de NPK) y tres bioestimulantes (Aminofol, Aminofish y Biol en dosis comerciales). De la interacción resultaron 12 tratamientos, cada uno con tres repeticiones. La unidad experimental fue una parcela de 21.6 m<sup>2</sup> donde se realizaron todas las labores agronómicas desde la siembra hasta la cosecha, evaluándose variables relacionados con la precocidad y el rendimiento. Los resultados muestran que la aplicación de 6 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza compostada produjo la mayor altura de planta (125.59 cm), el mayor peso de panoja (56.22 g) y el mayor rendimiento total de granos (2652.55 kg ha<sup>-1</sup>). La mayor longitud de panoja (43.50 cm) se obtuvo con la aplicación foliar del bioestimulante Aminofol. Por otro lado, la aplicación de diferentes niveles de gallinaza compostada al suelo aumentó días a la emergencia de quinua, el pleno panojamiento, la madurez fisiológica y madurez a la cosecha. Se concluye las variables evaluadas durante las etapas fenológicas, denota que el abonamiento con niveles de gallinaza compostada mostró mejores resultados en la precocidad de quinua. La aplicación del 6 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza compostada, complementada con bioestimulante Aminofol, tuvo un efecto positivo en el cultivo de quinua, reflejándose en una altura de planta de 125.24 cm, una longitud de panoja de 43.50 cm y un peso de panoja de 56.22 g. Asimismo, con el tratamiento presentó el mayor rendimiento de grano, alcanzando 2652.55 kg ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** Quinua, bioestimulante, gallinaza compostada.

## INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo ancestral originario de los Andes peruanos y de la región andina de América del Sur; región trascendental considerada como centro de domesticación de vegetales alimenticias por su diversidad de zonas agroecológicas, debido a la presencia de microclimas y diferencias geográficas en elevación (IICA, 2015, p. 15).

La producción nacional de quinua ha experimentado un notable incremento en la última década, con una tasa de crecimiento anual promedio del 9.0%, al pasar de 52 130 toneladas en 2013 a 113 355 toneladas en 2022. Este significativo aumento registrado en 2022 se debió principalmente a la expansión de las áreas cosechadas, las cuales crecieron a una tasa media del 4.9%, y, en menor proporción, al aumento en los rendimientos por hectárea, que alcanzaron un crecimiento del 3.9%, con rendimiento promedio nacional de 1 639 kg ha<sup>-1</sup>, en tanto Ayacucho consigue una producción con rendimiento de 1 836 kg ha<sup>-1</sup>. Las principales producciones nacionales de la quinua de 2022 son Puno (45 188 toneladas), Ayacucho (27 147 toneladas), Apurímac (12 825 toneladas), Cusco (10 313 toneladas), Junín (6 196 toneladas y Arequipa (5 527 toneladas) (MIDAGRI, 2023, pp. 4-5).

En la campaña de 2019, se sembraron 67.8 mil hectáreas de quinua en todo el país, lo que representa un aumento del 2.1% en comparación con el 2018. Los principales departamentos productoras de quinua en el país son Puno, con 35.8 mil hectáreas; Ayacucho, con 14.7 mil hectáreas; Apurímac, con 5.6 mil hectáreas; Cusco, con 3 mil hectáreas; y Junín, con 2.7 mil hectáreas (MIDAGRI, 2020, p. 1).

La quinua es un grano de elevado valor nutricional, y su contenido proteico varía entre el 13.8% y el 21.90%, dependiendo de la variedad. Este alto contenido en proteínas se destaca por su riqueza en aminoácidos esenciales, la quinua se considera el único alimento del reino vegetal

que puede aportar todos los aminoácidos esenciales, los cuales se acercan mucho a los estándares de la nutrición humana (PROINPA, 2011, p. 7).

La gallinaza compostada cuando se utiliza correctamente demuestra ser un fertilizante muy eficaz. Este material cuenta con un buen aporte de contenido de nitrógeno, junto con una abundante presencia de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y otros o algunos micronutrientes. La utilización de gallinaza en el suelo también mejora la calidad, la fertilidad y la cantidad de materia orgánica en el suelo (INTAGRI, 2015, p. 4).

Los bioestimulantes poseen una composición amplia, a menudo formulada a partir de extractos o hormonas de plantas metabólicamente activas, como aminoácidos y ácidos orgánicos. Estas sustancias se emplean especialmente para mejorar el crecimiento y la productividad de las vegetales, precisamente como para soportar periodos de estrés. Cuando se trata de estimular el crecimiento, intervienen tres hormonas principales: auxinas, giberelinas y citoquininas (Jorquera & Yuri, 2006, p. 1).

La urgencia de reducir la dependencia de productos químicos sintéticos en la agricultura ha impulsado la búsqueda de opciones seguras y sostenibles. Es vital enfatizar la relevancia de potenciar varias características químicas, físicas y biológicas del terreno. En este contexto, la utilización de fertilizantes naturales desempeña un rol crucial.

Por lo tanto, es indispensable llevar a cabo estudios de investigación en las situaciones de nuestra región, que determinan la importancia de bioestimulantes y gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Esto accederá ofrecer opciones para el progreso de la agricultura de forma sostenible, ecológica con el medio ambiente, consiguiendo neutralizar el uso desmedido de los recursos químicos.

### **Objetivo General**

Evaluar la influencia de bioestimulantes y gallinaza compostada en la precocidad y rendimiento de quinua en el Centro Experimental Canaán.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar la influencia de bioestimulantes y gallinaza compostada en la precocidad de quinua.
2. Evaluar la influencia de bioestimulantes y gallinaza compostada en el rendimiento de quinua.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEORICO

#### 1.1. Antecedentes de la investigación

Castro (2019) llevó a cabo un estudio titulado Los niveles de gallinaza en tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), los Morochucos. En este trabajo se evaluaron 4 dosis de gallinaza: 0, 1.5, 3.0 y 4.5 t ha<sup>-1</sup>, aplicadas a 3 variedades de quinua: Pasankalla, Rosada de Junín y Blanca de Junín. Para ello, se diseñó un experimento de campo con 12 tratamientos y 3 repeticiones. Los parámetros evaluados en el estudio fueron la altura de la planta, la madurez fisiológica y el rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>). Se concluyó que el nivel de gallinaza de 3.0 t ha<sup>-1</sup> mostró una mejor respuesta en términos de altura de planta y madurez fisiológica, alcanzando 157.8 cm y 124.8 días, respectivamente. En cuanto al rendimiento de grano, las variedades respondieron de manera distinta a los niveles de gallinaza aplicados. La variedad Rosada de Junín, con 1.5 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza, mostró el mejor rendimiento, alcanzando 4 993.2 kg ha<sup>-1</sup>, seguida por las variedades Pasankalla y Blanca de Junín, con los niveles de 3.0 y 4.5 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza, respectivamente. En cuanto a la altura de la planta, la variedad Blanca de Junín alcanzó la mayor medida, con 168.2 cm, y también presentó el periodo vegetativo más largo, con 139.5 días, seguida por Pasankalla y Rosada de Junín (p. 11).

Sánchez (2019) desarrolló el trabajo de investigación denominado El estudio evaluó el efecto de tres dosis de abono bioestimulante orgánico sobre el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*), variedad Rosada de Junín, en Carhuaz, Ancash. Los tratamientos aplicados fueron: T0, en el cual no se aplicó ningún tratamiento; T1, con la aplicación de Algae Plus a una dosis de 1.5 L ha<sup>-1</sup>; T2, con la aplicación de Algae Plus a una dosis de 3.0 L ha<sup>-1</sup>; y T3, con la aplicación de Algae Plus a una dosis de 4.5 L ha<sup>-1</sup>. Objetivo: Evaluar el impacto de la aplicación de distintas dosis de ALGAE PLUS (extracto de algas marinas), sobre el

rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa*), variedad rosada de Junín. En conclusión, el mejor resultado presentó el tratamiento T3: Algae plus a una dosis de 4.5 L ha<sup>-1</sup>; El rendimiento obtenido con el tratamiento T3 (Algae Plus a 4.5 L ha<sup>-1</sup>) fue de 7.202 t ha<sup>-1</sup>, superando a los rendimientos de los tratamientos T2 (5.392 t ha<sup>-1</sup>), T1 (3.852 t ha<sup>-1</sup>) y T0 (1.464 t ha<sup>-1</sup>). Así, se concluyó que el mejor rendimiento se alcanzó con T3, que presentó un rendimiento de 7.202 t ha<sup>-1</sup> y un índice de rentabilidad del 76.9%, en comparación con el tratamiento testigo (T0), que obtuvo un rendimiento de 1.470 t ha<sup>-1</sup> y un índice de rentabilidad de -12.1% (p. 16).

López (2021) en su trabajo de tesis investigó el efecto de bioestimulantes aplicados en dos dosis sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), variedad Alderman, en Choclococha, Huancavelica. Se utilizaron los bioestimulantes Vigor Plus y Microbiota en dos dosis diferentes, además de un tratamiento testigo. El estudio se llevó a cabo mediante un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. El objetivo del estudio fue evaluar el impacto de los dos bioestimulantes aplicados en diferentes dosis en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arveja, variedad Alderman. En conclusión, el bioestimulante Vigor Plus aplicado en dosis alta mostró el mayor efecto sobre el crecimiento de las plantas, alcanzando un promedio de 144.1 cm de altura, superando al tratamiento testigo en un 17.4%. La mayor producción de vainas por planta se observó con la aplicación de Vigor Plus en dosis alta, con un promedio de 25.7 vainas por planta, lo que representó un aumento del 32.5% respecto al testigo. Asimismo, la mayor producción de vainas se logró con la aplicación de Vigor Plus en dosis alta, alcanzando un valor de 213 g/planta, lo que fue un 32.0% superior al tratamiento testigo (p. 15).

Fernández y Laureano (2022) desarrollaron un trabajo de investigación denominado El estudio evaluó el efecto de tres bioestimulantes en la producción de dos variedades de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* A.) en condiciones de Huariaca. Se utilizaron los bioestimulantes en 2 variedades, Cullpi e Illpa INIA. Los objetivos de la investigación fueron: determinar las características agronómicas de las 2 variedades de cañihua con la aplicación de bioestimulantes en las condiciones de Huariaca, evaluar la precocidad de ambas variedades al aplicar bioestimulantes, y analizar los componentes de rendimiento de las variedades de cañihua con el uso de estos bioestimulantes. Los resultados mostraron que el porcentaje de emergencia fue superior al 96.0%, y la mayor altura de planta al momento de la cosecha (59.0 cm en ambas variedades) se logró con el bioestimulante Biozyme. Además, los componentes de rendimiento también mostraron mejoras significativas con el uso de los bioestimulantes. El mayor diámetro

de grano (0.12 cm) se obtuvo en las variedades Illpa INIA y Cullpi, aplicando Biozyme y Aminofol. El mayor rendimiento se logró con el bioestimulante Biozyme en las variedades Illpa y Cullpi con 2439 y 2414 kg ha<sup>-1</sup> (p. 3).

Ramírez (2020) realizó un estudio sobre la respuesta agronómica del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) a la aplicación de dos bioestimulantes orgánicos. Se utilizaron tres variedades de amaranto: San Pedro (*A. hypochondriacus*), Sangorache (*A. quitensis*) y Valentina (*A. tricolor*), aplicándose dos bioestimulantes a base de algas marinas y aminoácidos en dosis de 2.4 y 6.0 ml L<sup>-1</sup>. El estudio contó con 21 tratamientos y tres repeticiones, además de tres testigos absolutos por cada variedad. El objetivo fue evaluar la respuesta agronómica del cultivo de amaranto a la aplicación de estos bioestimulantes en distintas dosis. Los resultados mostraron que el porcentaje de emergencia fue de 95.0%, las variedades florecieron entre los 65 y los 105 días, y las evaluaciones sobre longitud del tallo, número de hojas, ramas productivas y número de panojas variaron según el tratamiento. En particular, el tratamiento T5 (V1B2D2) presentó el mayor promedio en longitud de tallo (62.4 cm a los 75 días) y número de hojas (34.7 hojas a los 75 días), mientras que el tratamiento T15 (V3B1D3) obtuvo el mayor promedio en ramas productivas (12.5 a los 110 días) y el tratamiento T15 (V3B2D3) obtuvo el mayor número de panojas (12.6 a los 120 días) (p. 14).

## **1.2. El cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* W.)**

### **1.2.1. Origen**

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo ancestral originario de los Andes peruanos y de la región andina de América del Sur; región trascendental considerada como centro de domesticación de vegetales alimenticias por su diversidad de zonas agroecológicas, debido a la presencia de microclimas y diferencias geográficas en elevación (IICA, 2015, p. 15).

La quinoa se originó en las regiones circundantes al lago Titicaca y, a partir de ese punto, se ha expandido a todas las naciones andinas. A lo largo de 7,000 años, las comunidades indígenas han conservado, regulado, protegido y resguardado las distintas variedades de quinoa en diversas áreas ecológicas en bancos de germoplasma natural. Por su elevado valor nutricional para la dieta, tanto las comunidades indígenas como los científicos lo llaman (el grano de oro de los andes) (Apaza et al., 2013, p. 11).

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un pseudocereal andino, cultivado tradicionalmente en países como Bolivia, Perú, Argentina, Ecuador, Chile y Colombia, así como en los Estados Unidos. A nivel mundial, Bolivia ocupa el primer lugar como productor, seguido por Perú y los Estados Unidos (SEPHU, 2010, p. 2).

### **1.2.2. Situación del cultivo**

De acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2023), la producción nacional de quinua ha experimentado un crecimiento sostenido durante la última década, con una tasa promedio anual del 9%, incrementándose de 52,130 toneladas en 2013 a 113,355 toneladas en 2022. Este notable incremento en la producción durante el año 2022 se debió principalmente a la expansión de las áreas cosechadas, que crecieron a un ritmo promedio del 4.9% anual, y en menor medida, al incremento de los rendimientos por hectárea, que aumentaron en un 3.9%. Desde el año 2014, Perú se consolidó como el principal productor de quinua a nivel mundial, desplazando a Bolivia del primer lugar. Esta última, de acuerdo con datos de la FAO (FAOSTAT), alcanzó 38 800 toneladas en 2021, mientras que Perú logró 106 757 toneladas en ese mismo año. Las principales producciones nacionales de quinua de 2022 son Puno (45 188 toneladas), Ayacucho (27 147 toneladas), Apurímac (12 825 toneladas), Cusco (10 313 toneladas), Junín (6 196 toneladas) y Arequipa (5 527 toneladas). (pp. 4-5)

Desde hace 5 años, los rendimientos por hectárea de la quinua en Perú han experimentado un notable aumento, dando lugar para que los niveles de producción cada vez se aproximaran a la producción récord lograda el año 2014; por ejemplo, a nivel nacional, los rendimientos promedio se incrementaron de 1 318 kg ha<sup>-1</sup> en 2018, a 1 639 kg en 2022; evidenciando un crecimiento acumulativo durante el último quinquenio, del 24.3%. Los rendimientos promedio de los principales departamentos productores de quinua de 2022 son Arequipa (3 677 kg ha<sup>-1</sup>), Cusco (2 691 kg ha<sup>-1</sup>), Apurímac (2 388 kg ha<sup>-1</sup>), Junín (2 313 kg ha<sup>-1</sup>) y Ayacucho (1 836 kg ha<sup>-1</sup>) (MIDAGRI, 2023, pp. 9-10).

Según MIDAGRI (2020), durante la campaña agrícola de 2019 se sembraron aproximadamente 67.8 mil hectáreas de quinua a nivel nacional, lo que representó un incremento del 2.1% en comparación con el año 2018. Las principales regiones productoras de este grano fueron Puno 35.8 mil ha, Ayacucho 14.7 mil ha, Apurímac 5.6 mil ha, Cusco 3 mil ha y Junín 2.7 mil ha. Desde 2014, Perú se ha consolidado como el principal exportador mundial de quinua, logrando colocar más de 50 mil toneladas en mercados estratégicos como Estados Unidos, la Unión

Europea, Australia, Brasil, Chile, Hong Kong, Taiwán, entre otros. (p. 1)

### **1.2.3. Clasificación taxonómica**

Según Apaza et al. (2013, p. 17) proponen la siguiente clasificación taxonómica para la quinua:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Clase	: Dicotiledóneas
Sub clase	: Angiospermas
Orden	: Centrospermales
Familia	: Chenopodiaceae
Género	: <i>Chenopodium</i>
Sección	: <i>Chenopodia</i>
Subsección	: <i>Cellulata</i>
Especie	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willdenow

### **1.2.4. Importancia de la quinua**

La quinua es un grano de elevado valor nutricional, y su contenido proteico varía entre el 13.8% y el 21.90%, dependiendo de la variedad. Este alto contenido en proteínas se destaca por su riqueza en aminoácidos esenciales, la quinua se considera el único alimento del reino vegetal que puede aportar todos los aminoácidos esenciales, los cuales se acercan mucho a los estándares de la nutrición humana. En este sentido, Risi (1993) señala que el perfil de aminoácidos esenciales presente en la proteína de la quinua es superior al del trigo, la cebada y la soya, mostrando una composición que se asemeja favorablemente a la de la proteína de la leche (PROINPA, 2011, p. 7).

Durante siglos, la quinua ha sido reconocida como un cultivo alimenticio de gran importancia en la región andina de Sudamérica. Este pseudocereal destaca por su elevado contenido proteico, bajo índice glucémico y presencia de compuestos bioactivos, lo que le confiere un valor biológico superior al de los cereales convencionales. En consecuencia, la quinua se considera un alimento nutricionalmente balanceado, con propiedades funcionales relevantes que contribuyen a la reducción de factores de riesgo asociados a enfermedades crónicas, gracias a sus efectos antioxidantes, antiinflamatorios y anticancerígenos, entre otros (FAO, 2013, p. 1).

La quinua contiene un elevado porcentaje de proteínas de alta calidad biológica, que oscila entre el 14.0 % y el 22.0 %, presentando un perfil equilibrado y óptimo de aminoácidos esenciales.

Destaca especialmente su alto contenido de lisina, un aminoácido escaso en la mayoría de los vegetales, pero fundamental para el desarrollo cerebral en las etapas tempranas de la infancia. Además, posee un alto contenido de calcio, hierro, zinc y fitoestrógeno que previenen la osteoporosis y las dificultades de la menopausia. Además, incluye albúmina, una proteína que se encuentra en la clara de huevo y otros alimentos. Sus semillas carecen de gluten, lo que la hace una opción apropiada y deliciosa para aquellos que no pueden consumir este elemento alimentario (Vilca & Carrasco, 2013, p. 5).

Según León (2003), la principal relevancia nutricional de la quinua radica en su contenido de aminoácidos esenciales, destacando especialmente la lisina y la metionina, que conforman su proteína. Aunque su proporción proteica no es excepcionalmente elevada, supera a la de otros cereales en cuanto a calidad. Si bien las leguminosas contienen mayor cantidad de proteínas, estas son de menor valor biológico. En contraste, la quinua se caracteriza por ser un grano con alto valor biológico. Asimismo, presenta un contenido significativo de minerales como fósforo y calcio, aunque estos valores pueden variar según la variedad. El pericarpio del grano contiene saponina, un glucósido de sabor amargo cuya concentración oscila entre 0.02% en variedades dulces y 0.18% en variedades amargas. La lisina, uno de los aminoácidos más representativos en la quinua, se complementa con la presencia de vitaminas como la A (caroteno), vitaminas del complejo B (riboflavina, niacina) y vitamina C (ácido ascórbico). Además, el grano es una fuente importante de calcio, hierro, fósforo y potasio. (p. 16)

**Tabla 1.1**

*Aminoácidos que componen la proteína del grano de quinua.*

<b>Aminoácidos</b>	<b>Cantidad</b>
Arginina	7.4%
Isoleucina	6.4%
Leucina	7.1%
Lisina	6.6%
Fenilamina	3.5%
Metionina	2.4%
Tirosina	2.8%
Treonina	4.8%
Valina	4.0%

Fuente. León (2003)

**Tabla 1.2***Contenido de nutrientes de la Quinua*

<b>NUTRIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR POR 100 G</b>
Agua	g	13.28
Energía	Kcal	368
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	mg	47.00
Fierro	mg	4.57
Magnesio	mg	197.00
Fósforo	mg	457.00
Potasio	mg	563.00
Sodio	mg	5.00
Zinc	mg	3.10
Cobre	mg	0.59
Manganeso	mg	2033.00
Selenio	µg	8.50

Fuente. FAO (2013)

**1.2.5. Descripción botánica**

La Dirección Regional de Agricultura (DRA, s.f.) menciona la siguiente descripción botánica de la quinua:

La planta de la quinua exhibe una amplia diversidad de genotipos y fenotipos, cada uno con características particulares, como la variación en el color de las panojas, hojas y tallos, que abarcan tonos que van desde el púrpura hasta el amarillo y verde. Además, puede conseguir a alcanzar una altura de hasta dos metros.

La raíz es de tipo pivotante, fuerte, profunda y altamente ramificada, con una estructura fibrosa que le permite una destacada capacidad para resistir en condiciones difíciles.

El tallo de la quinua tiene una forma casi cilíndrica en la zona del cuello, volviéndose anguloso desde el inicio de las ramificaciones. Su diámetro varía entre 1.0 y 8.0 cm.

Las hojas de quinua son variadas, dispuestas de manera alterna, simples y exhiben colores que van del verde al rojo. También pueden ser consumidas como hortaliza

debido a su alto valor nutritivo, y se recolectan antes de la floración.

La inflorescencia de la quinua es una panoja formada por un eje central, acompañado de ejes secundarios y terciarios, que sostienen los glomérulos, los cuales son conjuntos de flores.

Las flores de la quinua son pequeñas, con un tamaño que puede llegar hasta 3 mm, y se dividen en tres tipos: las hermafroditas, que contienen pistilo y estambres y se localizan en la parte superior del glomérulo; las pistiladas “femeninas”, que se encuentran en la parte inferior del glomérulo; y las androestériles, que cuentan con pistilo y estambres estériles.

El fruto de la quinua es un aquenio, rodeado por un perigonio con forma de estrella que envuelve la semilla. Es seco e indehisciente en la mayoría de los genotipos cultivados. Además, en las variedades silvestres, el borde del aquenio es afilado, lo que facilita las liberaciones de las semillas al llegar estado de maduración, mientras que, en las variedades cultivadas, el borde suele ser más redondeado. (pp. 7, 9)

#### ***1.2.6. Variedades de la quinua***

Dentro de los cultivos en las zonas andinas, la quinua ha recibido el mayor respaldo y compromiso, especialmente en Bolivia, Perú y Ecuador. Los estudios sobre la diversidad genética han permitido clasificar las quinuas en cinco grupos principales, basados en sus características de adaptación y algunas características morfológicas de alta heredabilidad, que son fácilmente identificables y capaces de perdurar en toda la zona de distribución (PROINPA, 2011, p. 16).

##### **a) INIA 415-Pasankalla**

La variedad INIA 415-Pasankalla fue lanzada en 2006 por el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA). Esta variedad destaca por su alto valor nutricional y excelente calidad de grano, lo que la hace adecuada para la transformación agroindustrial, con rendimientos superiores a 3 000 kg ha<sup>-1</sup>. Es una variedad de maduración temprana, con un ciclo de crecimiento de aproximadamente 140 días. El grano presenta un pericarpio de color plomo y un epispermo de tonalidad castaño rojo (FAO & UNALM, 2016, p. 33).

### **b) Salcedo INIA**

Se originó del cruce entre las variedades Real Boliviana y Sajama. Entre sus características destacan: grano grande “2 mm de diámetro”, sabor dulce, ciclo temprano de 150 días vegetativos, panoja compacta y glomerulada, alto potencial de rendimiento, tolerancia al mildiu, contenido de saponina del 0.014% “grano dulce”, resistencia a heladas y sequías, así como un mayor contenido proteico (14.50%). Esta variedad es fundamental para la agroindustria y el mercado internacional (Estrada, 2013, p. 12).

### **c) Illpa INIA**

La variedad Blanca de Juli, resultado del cruce con Sajama, fue desarrollada mediante un método de selección de progenies basado en el masal genético, implementado en el anexo Salcedo en 1985. Esta variedad se adapta a la zona agroecológica circunlacustre y suni del altiplano, ubicada entre los 3800 y 3900 msnm, caracterizada por un clima frío y seco, con precipitaciones entre 450 y 600 mm, y temperaturas que oscilan entre 4 °C y 15 °C. Los suelos son de textura arenosa a franco-franca, con un pH que varía de 5.5 a 8. Se reporta una productividad de 3,000 kg ha<sup>-1</sup> y un ciclo vegetativo tardío de aproximadamente 145 días para esta región del altiplano (Apaza et al., 2013, p. 38)

### **d) INIA 420 – Negra Collana**

Está conformada por 13 acciones en 12 localidades, comúnmente conocidas como Qyutu Jiwras. Su desarrollo máximo se da en la región agroecológica Suni del Altiplano, situada entre los 3,815 y 3,900 msnm, con un clima frío y seco, precipitaciones entre 400 y 550 mm, y temperaturas que varían de 4 °C a 15 °C. La planta mide entre 94 y 110 cm de altura, con un ciclo de crecimiento que va de 136 a 140 días. El pericarpio de la semilla presenta un tono plomo, mientras que el epispermo es de color negro. La productividad promedio reportada es de 3,000 kg ha<sup>-1</sup> (FAO & UNALM, 2016, p. 33).

### **e) Kcancolla**

Se seleccionó a partir del ecotipo local de la región de Cabanillas, Puno, una planta de color verde, de tamaño mediano que puede alcanzar hasta 120 cm de altura, con un ciclo vegetativo prolongado de 170 días. Presenta grano blanco de tamaño medio y un elevado contenido de saponina. La panoja es generalmente amarantiforme, y la planta es resistente al frío, al granizo

y al mildiu, con una productividad promedio de 2,500 kg ha<sup>-1</sup>. Esta variedad está ampliamente distribuida en el altiplano peruano (Estrada, 2013, p. 12).

#### **f) INIA 427 – Amarilla Sacaca**

Seleccionada en el departamento de Cusco, esta variedad muestra una buena adaptación a las zonas de Cusco y Apurímac, especialmente en los valles interandinos situados entre 2,750 y 3,650 msnm. La planta alcanza alturas entre 160 y 200 cm, con un ciclo vegetativo que varía entre 160 y 180 días. Las semillas tienen un epispermo de color amarillo anaranjado, con un diámetro que oscila entre 1.60 y 2.20 mm, y presentan sabor amargo. Su productividad puede llegar hasta 2.3 t ha<sup>-1</sup>. Se destaca por su resistencia al mildiu y a la plaga kona kona (*Eurisaca melanocampta*), atribuida a la forma particular de su panoja (FAO & UNALM, 2016, p. 31).

#### **g) Amarilla Marangani**

Originaria de la zona de Maranganí, esta planta es erecta y presenta poca ramificación, alcanzando en promedio una altura de 180 cm. Posee un follaje abundante y un tallo grueso. La panoja, al madurar, muestra un color anaranjado. Su ciclo vegetativo es tardío, con una duración que varía entre 170 y 210 días. La panoja es glomerulada y semicompacta, y el grano, de color anaranjado y tamaño superior a 2 mm, tiene un alto contenido de saponina. Además, esta variedad es tolerante al mildiu. Su potencial de producción puede llegar hasta 3.0 t ha<sup>-1</sup>, mostrando un mejor desempeño en los valles interandinos a altitudes de hasta 3,600 msnm (Estrada, 2013, p. 9).

#### **h) Blanca de Juli**

La selección masal se basó en datos genéticos recolectados en 1969 cerca del lago Titicaca, en el distrito de Juli, provincia de Chucuito, departamento de Puno. Esta zona agroecológica circunlacustre y suni del altiplano se ubica entre los 3,800 y 3,900 msnm, caracterizándose por un clima frío y seco, con precipitaciones que oscilan entre 450 y 600 mm, y temperaturas que van de 4°C a 15°C. Los suelos son de textura franco arenosa y presentan un pH entre 5.5 y 8. Se reporta una productividad de 1.5 a 2.0 t ha<sup>-1</sup>, con un ciclo vegetativo tardío de aproximadamente 160 días, clasificándose como semi precoz (Apaza et al., 2013, p. 54).

### ***1.2.7. Fenología de la quinua***

**Germinación.** En condiciones óptimas de humedad, oxígeno y temperatura, las semillas de quinua pueden germinar rápidamente. El agua es esencial para iniciar este proceso y mantener un metabolismo adecuado. Además, la temperatura del suelo es un factor clave para que la germinación comience correctamente. La primera estructura en desarrollarse es la radícula, que se extiende a lo largo del suelo y da inicio al sistema radicular. Posteriormente, el hipocótilo emerge de la semilla, crece hacia arriba atravesando el suelo, y lleva consigo los cotiledones que se despliegan, se vuelven verdes y comienzan el proceso de fotosíntesis (FAO & UNALM, 2016, p. 17).

**Desarrollo vegetativo.** El desarrollo continúa con la aparición de la primera y segunda hoja verdadera entre las dos hojas cotiledones; estas hojas se despliegan y crecen en direcciones opuestas, de manera simétrica y perpendicular a los cotiledones, los cuales aún mantienen su color verde. En el ápice de crecimiento comienzan a formarse la tercera y cuarta hoja. Antes de que las dos primeras hojas verdaderas se expandan completamente, y una vez formada la quinta hoja verdadera, es posible observar las axilas de las primeras hojas. Durante esta fase, también se evidencia la caída o liberación de las hojas cotiledones (FAO & UNALM, 2016, p. 17).

El desarrollo y crecimiento foliar sigue este patrón simétrico previamente descrito. Cuando la planta alcanza la etapa de diez pares de hojas verdaderas, las yemas axilares de las primeras hojas comienzan a formar las ramas, lo que ocasiona que la planta pierda la simetría en la disposición de las hojas. Generalmente, en el ápice de crecimiento se observa la aparición del primordio floral. En algunos genotipos, el crecimiento en esta fase es claramente más rápido, brindando una ventaja competitiva frente a otras especies arvenses (FAO & UNALM, 2016, p. 17).

**Ramificación.** El proceso inicia cuando las plantas presentan 5 pares de hojas verdaderas, etapa en la que el crecimiento vegetal y la formación del botón floral se ven afectados. Las yemas axilares que se desarrollan en las axilas de las primeras hojas se activan de forma secuencial, comenzando por la yema axilar de la primera hoja y siguiendo el mismo patrón con las siguientes. En esta fase, es posible observar claramente la presencia de cristales de oxalato de calcio en las hojas, lo que les confiere un aspecto cristalino y a veces colorido, característica que varía según el genotipo. Debido a la abundancia de hojas en esta etapa, es común que estas sean recolectadas para su consumo como vegetales (FAO & UNALM, 2016, p. 18).

**Desarrollo del Botón Floral.** Esta fase fenológica ocurre simultáneamente con el crecimiento vegetativo y la ramificación, y se caracteriza por ser muy rápida. Se identifica fácilmente por la presencia del primordio o botón floral en el ápice de la planta. Este botón se presenta como una estructura compacta, protegida por hojas y cubierta por una pubescencia vesicular granular rica en oxalato de calcio. En esta etapa, la planta generalmente muestra alrededor de 5 pares de hojas. El desarrollo del primordio floral se describe desde su aparición hasta la formación de una estructura piramidal, la cual señala el inicio de la conformación de la panoja o inflorescencia (FAO & UNALM, 2016, p. 18).

**Desarrollo Panoja.** Esta etapa comprende la formación y el crecimiento de la panoja o inflorescencia; la estructura cónica, formada por los primordios de los glomérulos, comienza a expandirse, mostrando claramente la disposición de los ejes principal, secundario y terciario. Durante este proceso, los primordios de los glomérulos se desarrollan y aparecen las hojas características de la inflorescencia, adoptando así la forma particular de cada tipo de inflorescencia. Se forman las flores y demás estructuras reproductivas. La inflorescencia está cubierta por una pubescencia vesicular granular, rica en oxalato de calcio, que puede presentar colores blanco, rosado y púrpura, contribuyendo a la coloración distintiva de cada variedad. De manera similar, las inflorescencias también se desarrollan en las ramas del tallo (FAO & UNALM, 2016, pp.18-19).

**Floración.** Esta etapa inicia con la apertura de las flores. Tanto las flores hermafroditas como las pistiladas se abren simultáneamente y son fácilmente visibles, destacándose especialmente las flores hermafroditas por sus anteras amarillas brillantes. En algunas variedades, la apertura comienza en la flor hermafrodita situada en el ápice del glomérulo, con flores distribuidas en diferentes partes del glomérulo y a lo largo de la inflorescencia. En otras variedades, las flores se abren simultáneamente en varios glomérulos a lo largo de toda la panoja. Además, la floración en las ramas puede iniciar durante el período de floración de la inflorescencia principal y prolongarse más allá de ésta (FAO & UNALM, 2016, p. 19).

**Fruto, crecimiento y estado acuoso.** Luego de la fecundación, los frutos comienzan su crecimiento y desarrollo. Durante esta fase, los granos están llenos de una sustancia líquida, conocida como "estado acuoso". En este momento, se puede observar la formación de los componentes esenciales del fruto, especialmente los cotiledones. La duración de esta etapa varía según la variedad y las condiciones ambientales (FAO & UNALM, 2016, p. 20).

**Fruto en estado lechoso.** Esta fase se superpone con la etapa del estado acuoso del grano. Durante este periodo, las hojas comienzan a transferir fotosintatos hacia los granos en desarrollo, y las partes verdes de las inflorescencias, junto con el contenido acuoso, son sustituidas por una sustancia con aspecto lechoso. El color del fruto empieza a diferenciarse del tono del perigonio sepaloide o de las envolturas florales, así como del color de los ejes de la inflorescencia. Conforme el grano crece, el perigonio sepaloide se expande, mostrando los cinco tépalos independientes con forma estrellada, lo que permite observar el color del pericarpio. En esta etapa, el tercio superior de las hojas permanece verde, indicando actividad fotosintética plena, mientras que los dos tercios inferiores comienzan el proceso de senescencia o ya están en proceso de decoloración (FAO & UNALM, 2016, p. 20).

**Fruto en estado pastoso.** Cuando se presionan, los frutos presentan una textura pastosa de color blanco, con una apariencia similar a una masa y una humedad aproximada del 45%. En esta fase, la planta alcanza la madurez fisiológica (FAO & UNALM, 2016, p. 21).

La condición de grano pastoso se caracteriza porque, al ser presionados, los granos adquieren una textura pastosa y un color blanco. En esta fase, el cultivo es vulnerable al ataque de la plaga *Kona kona* (*Eurysacca quinoae*) y a aves como palomas y gorriones, que causan daños importantes al formar nidos y dañar el grano. Además, en esta etapa las precipitaciones de lluvia ya no son indispensables para el desarrollo del cultivo (SEPHU, 2010, pp. 7, 19).

**La madurez fisiológica.** Este proceso inicia con la pérdida gradual de agua o humedad en los granos hasta alcanzar la madurez para la cosecha. Los frutos secos que contienen aproximadamente un 20% de humedad pueden romperse fácilmente al presionarlos con la uña, mientras que aquellos con un contenido de humedad entre 12% y 14% requieren ser partidos con los dientes, encontrándose en lo que se denomina el “estado frágil bajo el diente” (FAO & UNALM, 2016, p. 21).

#### ***1.2.8. Requerimientos del cultivo de quinua***

**Suelo.** La planta requiere suelos francos, franco-arenosos o franco-arcillosos con pendientes moderadas y un elevado nivel de materia orgánica, dado que demanda una cantidad considerable de nitrógeno. En suelos arenosos, la emergencia de las plantas ocurre más rápidamente de lo normal, pero el desarrollo estructural de la planta resulta restringido. Por otro lado, en suelos arcillosos, el exceso de agua provoca inundaciones, ya que la planta es muy

sensible a la humedad excesiva. Además, en suelos con bajo contenido de materia orgánica, el crecimiento se ve limitado y la planta se vuelve más vulnerable a ataques de enfermedades y plagas (Calla, 2012, p. 8).

La quinua es capaz de crecer en una amplia diversidad de tipos de suelo, siendo los más idóneos aquellos con buen drenaje franco, profundidad media y alto contenido de materia orgánica. Es fundamental evitar terrenos que presenten problemas de inundación o encharcamiento, ya que dificultan el establecimiento inicial del cultivo y, a lo largo del ciclo, favorecen la pudrición de las raíces (FAO & UNALM, 2016, p. 5).

**pH.** El cultivo requiere un pH próximo a la neutralidad, aunque puede desarrollarse muy bien en suelos alcalinos con valores de hasta 9, así como en suelos ácidos con pH de hasta 4.5, dependiendo de la variedad de quinua. Sin embargo, el rango óptimo de pH para su crecimiento se encuentra entre 6.5 y 8 (Calla, 2012, p. 9).

De acuerdo con AGROBANCO (2012), la quinua puede desarrollarse satisfactoriamente en suelos alcalinos con pH de hasta 9, así como en suelos ácidos con pH tan bajo como 4.5, dependiendo de la variedad de la planta. No obstante, el rango óptimo de pH para su cultivo se sitúa entre 6.5 y 8 (p. 7).

**Agua.** La planta demuestra una alta eficiencia en el uso del agua, ya que puede florecer tanto en zonas costeras áridas como en regiones selváticas húmedas. No obstante, la humedad del suelo es fundamental, especialmente en las etapas iniciales del cultivo, desde la emergencia hasta la formación de las primeras cuatro hojas. Para la germinación, se requiere una precipitación mínima de 30 a 45 mm distribuidos en 2 a 5 días. Posteriormente, la planta puede tolerar periodos secos de hasta dos meses gracias a la presencia de papilas higroscópicas en sus hojas y un sistema radicular bien desarrollado que le permite resistir la sequía. El rango óptimo de lluvias durante la campaña agrícola está entre 300 y 500 mm, condiciones en las que el cultivo puede desarrollarse y crecer adecuadamente (Calla, 2012, p. 9).

**Temperatura.** Las temperaturas bajas afectan especialmente la etapa de germinación, requiriéndose un mínimo de -4 °C para su desarrollo. Durante la floración, las bajas temperaturas pueden reducir la producción de polen, lo que provoca la esterilidad de la planta. Sin embargo, en la fase de ramificación, la planta tolera sin mayores problemas temperaturas por debajo de -4 °C (Calla, 2012, pp. 9-10).

La quinua, gracias a su amplia diversidad genética, se adapta a distintos tipos de climas, desde los cálidos y secos de la costa desértica, pasando por los climas variables de los valles interandinos que pueden ser lluviosos o secos, hasta los climas fríos y húmedos o secos de la sierra alta y el altiplano. Las temperaturas óptimas para su crecimiento y desarrollo, dependiendo de la variedad, oscilan entre 15 y 25 °C. Esta planta puede resistir heladas y altas temperaturas durante las fases de crecimiento vegetativo y formación de la inflorescencia, pero no durante la floración ni cuando el grano está en estado pastoso. Las temperaturas extremas, tanto bajas como altas, afectan la fertilidad del polen y obstaculizan el desarrollo de la planta, lo que puede causar esterilidad o producir granos inmaduros y arrugados (FAO & UNALM, 2016, p. 3).

**Heladas.** Cuando las temperaturas bajan bruscamente por debajo de los 4 °C, se generan alteraciones fisiológicas en las células de la planta, incluyendo daños en la membrana celular causados por la formación de cristales de hielo en los espacios entre células. Las heladas suelen presentarse en los meses de junio, julio y agosto, especialmente cuando el cielo está despejado, aunque también pueden ocurrir en otras etapas del ciclo agrícola. La quinua puede tolerar temperaturas inferiores a -4 °C durante aproximadamente veinte días en casi todas las fases de su desarrollo, excepto durante los primeros 40 días y la floración. Algunos ecotipos son capaces de resistir hasta -8 °C y, tras sufrir daño, pueden recuperarse generando ramas secundarias (Calla, 2012, p. 9).

**Radiación.** La quinua soporta bien las radiaciones fuertes propias de las zonas altas de los Andes; de hecho, esta alta radiación ayuda a compensar las horas de calor necesarias para completar su ciclo de crecimiento y producción. Las regiones con mayor exposición a la luz solar resultan ideales para cultivar quinua, ya que esto impulsa una mayor actividad fotosintética en la planta (SEPHU, 2010, pp. 10, 19).

**Fotoperiodo.** Gracias a su gran diversidad genética, la quinua se desarrolla muy bien en regiones con diferentes fotoperiodos, tanto en días largos como en días cortos. Sin embargo, lo óptimo para su crecimiento es recibir aproximadamente doce horas de luz al día (Calla, 2012, p. 11).

**Altitud.** La quinua puede florecer en una amplia gama de altitudes, desde el nivel del mar hasta cerca de 4 000 metros sobre el nivel del mar. En zonas bajas, presenta un ciclo vegetativo corto y puede alcanzar altos rendimientos de hasta 6 000 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que en altitudes elevadas

el periodo vegetativo es más prolongado. Por ejemplo, con variedades como la blanca de Junín, la altitud óptima para su cultivo se encuentra entre 2 800 y 3 500 metros, típicamente en los valles interandinos (Calla, 2012, p. 11).

### ***1.2.9. Manejo agronómico de cultivo de quinua***

#### **a) Época de siembra**

Las fechas para sembrar quinua varían entre octubre y diciembre, dependiendo del comienzo de las lluvias. En áreas con sistemas de riego y en los valles interandinos, la siembra puede extenderse hasta finales de diciembre. Además, se ha establecido que el periodo principal de siembra corresponde a noviembre y diciembre, coincidiendo con la época en que se cultivan cereales y maíz canchero (Pérez, 2005, p. 21).

#### **b) Elección de semilla**

Sobre la elección de semilla de quinua, FAO y UNALM (2016) señala:

Es fundamental adquirir semillas autorizadas o certificadas de la variedad seleccionada que cuenten con las características indicadas. Si el agricultor decide conservar su propia semilla, debe seleccionar una zona del terreno donde la cosecha asegure la calidad requerida y esté libre de la presencia de *Perenospora variabilis*.

Valor genético. Por lo tanto, es fundamental adquirir semillas en centros autorizados que mantengan la integridad de los genotipos, asegurando así un nivel adecuado de uniformidad y estabilidad en la variedad.

Valor físico. Las semillas de quinua deben estar enteras, libres de daños físicos, con tamaño y peso apropiados, y completamente limpias. No deben contener materiales extraños como piedras, residuos vegetales, semillas de otras especies o granos diferentes.

Alta capacidad de germinación y vigor. De cada 100 semillas de esta variedad, al menos 80 deben brotar en un período de 5 a 7 días. Es fundamental realizar una prueba de germinación algunos días antes de la siembra, porque las semillas de quinua, al mantenerse en ambientes con cerca de 20 °C, pierden rápidamente su poder germinativo. Las semillas deben estar sanas y libres de patologías que puedan ser

transmitidas por ellas. En el caso del mildiu, esta enfermedad puede diseminarse a través del material de siembra, por lo que es esencial emplear semillas procedentes de campos libres de la infección o someterlas a un proceso de desinfección antes de su uso. (pp. 37-38)

### **c) Preparación del terreno para la siembra**

Las labores preparatorias para la siembra, Pérez (2005) señala:

La preparación del suelo debe realizarse de forma óptima, logrando una textura suelta y homogénea, lo cual puede efectuarse utilizando yunta o maquinaria agrícola. Dado el pequeño tamaño de la semilla, es fundamental una adecuada labranza, que se consigue primero con un arado de discos y posteriormente con el uso de una rastra, con el fin de asegurar que el terreno esté en condiciones ideales para la siembra y favorezca una germinación eficiente. Asimismo, es crucial nivelar correctamente el suelo para evitar acumulaciones de agua que puedan provocar la asfixia y muerte de las plantas.

La preparación del terreno no solo requiere una labranza adecuada, sino que también cumple una función importante al permitir exponer y reducir la presencia de malezas y plagas, ya que al remover el suelo se sacan a la superficie los estados inmaduros de diversos insectos, facilitando su eliminación. (p. 19)

### **d) Sistema y densidad de siembra**

Sistema y densidad de siembra de la quinua, FAO y UNALM (2016) explica:

La siembra debe realizarse inmediatamente tras concluir la preparación del terreno, de modo que las semillas aprovechen la humedad disponible y se reduzca la competencia con las malezas. Dado el pequeño tamaño de las semillas de quinua, es fundamental sembrarlas con precisión para asegurar una buena germinación y un desarrollo óptimo del cultivo. Este puede establecerse ya sea por siembra directa o a través de trasplante.

Se recomienda utilizar el sistema de siembra en surcos, ya que facilita la realización de distintas labores culturales a lo largo del ciclo del cultivo. Es importante trazar los surcos considerando una pendiente apropiada que permita distribuir el agua de manera eficiente sin causar erosión del suelo. La distancia entre los surcos dependerá del tipo de

maquinaria agrícola o del equipo de tracción animal utilizado, y suele variar entre 40 y 80 cm, con una profundidad aproximada de 15 a 20 cm.

La profundidad adecuada de siembra es aquella que permite que las semillas queden ubicadas en una zona con suficiente humedad para iniciar la germinación, evitando que se sequen posteriormente. Dado el tamaño pequeño de las semillas, no deben enterrarse a más de 2 cm de profundidad. Estas deben cubrirse con una capa delgada de tierra, utilizando herramientas simples que aseguren un movimiento suave del suelo en el área inmediata a las semillas.

Densidad de siembra o cantidad por superficie cultivada: Se recomienda utilizar entre 10 y 12 kg de semilla por hectárea en zonas costeras o terrenos planos con suelos que retienen bien la humedad. En cambio, en el altiplano o en los valles interandinos donde el cultivo se realiza sin riego, se sugiere incrementar la cantidad a 15–20 kg por hectárea. Esto es especialmente necesario en suelos pedregosos, con pendientes marcadas o poca profundidad, ya que estas condiciones provocan una rápida pérdida de humedad debido a la intensa radiación solar característica de estas regiones. (pp. 41-42)

#### **e) Abonamiento del cultivo de Quinua**

El abonamiento de quinua, Pérez (2005) señala:

La quinua presenta una alta exigencia nutricional, requiriendo principalmente nitrógeno (N) y calcio (Ca), y en menor medida, fósforo (P) y potasio (K). Las dosis de fertilización dependen del contenido de nutrientes del suelo, por lo que es fundamental realizar el análisis correspondiente del terreno, además de considerar el cultivo con el que se está rotando.

Se recomienda aplicar la fórmula 80, 60 y 40 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O para fertilizar este cultivo, administrando el nitrógeno en dos etapas: el 50% junto con la totalidad del fósforo y potasio en el momento de la siembra, y el 50% restante al inicio de la formación de la panoja (pp. 22-23)

#### **f) Desahíje o raleo**

Desahíje o raleo en cultivo de quinua, FAO y UNALM (2016) señala:

Altas densidades de siembra dan lugar a plantas débiles y de menor tamaño, lo que reduce el rendimiento individual por planta. Por otro lado, emplear una menor cantidad de plantas por superficie favorece la formación de ejemplares más ramificados, lo que prolonga el ciclo de crecimiento, incrementa el espacio disponible para el desarrollo de malezas y dificulta las labores de cosecha. Se ha establecido que una densidad óptima es aquella que alcanza aproximadamente cincuenta plantas por metro lineal, es decir, unas 500 000 plantas por hectárea.

Esta práctica agrícola se realiza junto con el control de malezas, cuando las plantas de quinua alcanzan entre 15 y 20 cm de altura, asegurando que el suelo conserve una humedad apropiada. Se recomienda conservar los ejemplares más robustos y eliminar aquellos débiles, enfermos, de menor tamaño o que no correspondan a la variedad cultivada. Esta acción es especialmente importante en la gestión de semilleros certificados. Las plantas sanas y vigorosas pueden ser trasladadas a zonas rurales con baja densidad de población. (pp. 53-54)

#### **g) Aporque en la quinua**

El aporque de cultivo de la quinua, FAO y UNALM (2016) señala:

El aporque favorece la sujeción de las raíces y protege a las plantas contra el vuelco, especialmente en las plantas de quinua que alcanzan mayor altura. Esta labor se realiza inmediatamente después del deshierbe y el raleo. Asimismo, permite cubrir el fertilizante nitrogenado suplementario, que se deposita entre las hileras de las plantas.

La humedad del suelo debe ser óptima para realizar esta labor, que puede efectuarse manualmente con herramientas de campo como lampas, azadones, palas, entre otras, o bien mediante una yunta o una rastra equipada con implementos apropiados arrastrados por un tractor, de forma similar a la práctica empleada en el cultivo del maíz. (p. 54)

#### **h) Control de arvenses**

El control de arvenses del cultivo de quinua, Pérez (2005) señala:

La cantidad de deshierbos depende del tipo de rotación implementada y del control de arvenses realizado en el cultivo previo, recomendándose realizar entre uno y dos

deshierbos cuando las plantas alcancen aproximadamente 10 cm de altura o a los 45 días después de la siembra, con el fin de evitar la competencia por luz y nutrientes.

Se han obtenido resultados muy favorables al aplicar riego entre 20 y 25 días antes de la siembra, con el propósito de favorecer la germinación de las semillas de malezas. Posteriormente, se realiza la aradura, seguida del paso de la rastra y, finalmente, se efectúa el surcado correspondiente. (pp. 23-24)

## **i) Riegos**

Los riegos del cultivo de quinua, FAO y UNALM (2016) señala:

En la costa peruana, la siembra de quinua se realiza utilizando riego. Es fundamental aplicar el agua en la cantidad necesaria para asegurar un crecimiento y desarrollo óptimos del cultivo. El agricultor que maneja el riego conoce la pendiente del terreno, identifica las áreas más difíciles de irrigar y las zonas donde el agua tiende a acumularse, entre otros factores. Esta información, junto con un plano topográfico, permite diseñar adecuadamente el sistema de riego y drenaje. Es importante resaltar que el desarrollo y crecimiento de la quinua se ven significativamente afectados en zonas del campo propensas a inundaciones.

La producción de quinua se concentra principalmente en la zona andina, donde las precipitaciones varían entre 200 mm en los “Salares de Bolivia” y 1000 mm en “Concepción, Chile”. Se ha constatado que, en condiciones de riego en la costa, el cultivo requiere entre 5,000 y 10,000 m<sup>3</sup> de agua mediante riego por gravedad, y entre 3,500 y 7,500 m<sup>3</sup> con riego por goteo. La demanda hídrica o la cantidad aplicada depende del clima (invierno, primavera y verano), del tipo de suelo (arenosos, francos, arcillosos, entre otros), de la variedad cultivada (precoces o tardías), y del método de riego empleado. En quinua se utilizan tres métodos principales de riego: riego por gravedad en surcos, riego tecnificado por goteo y riego por aspersión.

El riego para el establecimiento del cultivo se realiza antes de la preparación del terreno, para garantizar una humedad adecuada durante la siembra. De ser necesario, se puede aplicar un riego adicional posterior a la siembra para favorecer la germinación y el establecimiento del cultivo. Los riegos de mantenimiento se programan con intervalos

de 10, 15 o 20 días, según el tipo de suelo y las condiciones climáticas de la región, procurando evitar la humedad excesiva. (pp. 55-56)

#### **j) Principales plagas y enfermedades del maíz morado y formas de control fitosanitario.**

Principales plagas del cultivo de quinua:

***Eurisacca melanocampta***. El insecto conocido como "pegador de hojas", "polilla de la quinua" o "Khona Khona" es la plaga más importante que afecta a la quinua. Las larvas de la primera generación excavan galerías en las hojas y destruyen las inflorescencias en desarrollo, pegando las hojas jóvenes de los brotes, enrollándolas y alimentándose del parénquima. Cuando la infestación es intensa, las plantas detienen su crecimiento y, en pocos días, el cultivo puede quedar totalmente arruinado. Las larvas de la segunda y tercera generación atacan las plantas desde el inicio de la formación de la panoja. Durante la maduración, se alimentan de los granos en distintas fases de desarrollo, desde el estado lechoso y pastoso hasta los granos maduros y secos, todos dentro de las panojas. Esta plaga se presenta principalmente en períodos de sequía y altas temperaturas; la ausencia de lluvias al final del ciclo vegetativo favorece el ataque sobre las panojas (Pérez, 2005, p. 26).

***Diabrotica speciosa* y *Diabrotica* sp.** Este insecto completa todo su ciclo de vida, pasando por las etapas de huevo, larva, pupa y adulto. Las larvas se encuentran en el suelo y se alimentan de las raíces, hipocótilos y nódulos. Si el daño ocurre durante la germinación, las hojas del cotiledón se perforan al abrirse, de forma similar a las lesiones causadas por los adultos; como resultado, las plantas quedan atrofiadas y deformadas. Al atacar plantas ya germinadas, las hojas basales se vuelven amarillentas, se marchitan y el crecimiento de la planta se ve retrasado. Los adultos se alimentan del follaje, provocando grandes orificios circulares en las hojas, lo que reduce su capacidad para realizar la fotosíntesis. Además, los adultos actúan como vectores mecánicos de enfermedades virales y otras patologías de origen viral (Trabanino, 1997, p. 71).

**Las aves.** Se establece una plaga que ocasiona pérdidas económicas significativas en la producción, ya que se alimenta de los granos en su fase lechosa y pastosa. Asimismo, consumen los granos dentro de la misma panoja, causando la pérdida de muchas semillas debido al desgrane (Pérez, 2005, p. 31).

***Epicauta latitarsis***. Conocido como escarabajo negro (acchu), es una plaga ocasional que puede

causar daños significativos en un período muy corto. Atacan las hojas y las inflorescencias en desarrollo o tiernas, provocando la esqueletización de las plantas. Esta plaga suele presentarse durante períodos de sequía y tiene el potencial de arrasar completamente los cultivos (Pérez, 2005, p. 30).

***Macrosiphum euphorbiae* y *Mysus persicae* (pulgonos, áfidos).** En las zonas de costa y sierra donde ocurren veranillos, estos pulgonos adquieren importancia debido a que provocan daños económicos considerables en infestaciones graves. Generan dos tipos de perjuicios: directos e indirectos. Los daños directos consisten en la succión de savia de hojas, brotes, tallos jóvenes e inflorescencias, lo que causa marchitez y muerte de las plantas. Por otro lado, los daños indirectos se deben a la presencia del hongo negro del género *Fumagina*, que recubre las hojas, reduciendo la capacidad fotosintética y posiblemente actuando como vectores de virus (FAO & UNALM, 2016, p.77).

#### **Principales enfermedades del cultivo de la quinua:**

**Mildiu (*Peronospora variabilis*).** Es el agente patógeno más perjudicial para la quinua, afectando tanto la costa, el altiplano como los valles interandinos. Además, se han registrado daños en zonas fuera de la región andina. Las hojas son las partes más afectadas por esta enfermedad, lo que reduce la superficie fotosintética de la planta y repercute negativamente en su desarrollo y rendimiento. La infección provoca enanismo (una afectación sistémica) y una defoliación prematura.

Se presenta como pequeñas manchas irregulares que se extienden conforme avanza la enfermedad. Su color puede variar entre tonalidades cloróticas o amarillas, rosadas, rojizas u otras, dependiendo del pigmento de la planta. Asimismo, es frecuente observar un micelio grisáceo en el envés de las hojas, especialmente en las variedades más susceptibles. Aunque los síntomas se manifiestan principalmente en las hojas, también pueden aparecer en tallos, ramas, inflorescencias y granos (FAO, 2016 & UNALM, p. 64).

**Podredumbre marrón del tallo (*Phoma exigua* var *foveata*).** Se presenta como lesiones de color marrón intenso con bordes de apariencia vítrea. En el interior de estas manchas, es posible identificar picnidios del hongo, que se observan como puntos oscuros, principalmente en los tallos y en la panoja. El tallo puede doblarse o fracturarse en las zonas afectadas. El hongo requiere heridas mecánicas para penetrar en las plantas y se adapta preferentemente a climas

fríos (FAO & UNALM, 2016, p. 66).

**Podredumbre radicular.** Originada por un conjunto de hongos como *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. y *Pythium* sp., esta enfermedad ha adquirido gran importancia, especialmente en cultivos bajo sistemas de riego y en regiones costeras. (FAO & UNALM, 2016, p. 67).

El control fitosanitario del cultivo de la quinua, Pérez (2005) señala:

Desde la etapa de emergencia hasta la madurez, el cultivo de quinua está expuesto a la acción de diversos insectos, por lo que es fundamental implementar estrategias de manejo integrado de plagas que protejan el medio ambiente y la fauna benéfica, permitiendo así obtener productos ecológicos.

Sin embargo, es importante destacar las plagas que representan una mayor importancia económica y que afectan de forma constante al agricultor. (p. 25)

#### **k) Cosecha**

La cosecha del cultivo de quinua, FAO y UNALM (2016) indica:

La cosecha debe planificarse cuidadosamente. Una cosecha prolongada implica que los granos permanezcan expuestos al ambiente, pudiendo perderse por granizadas, desgrane excesivo durante el secado de la planta, lluvias inesperadas o el ataque de aves.

Para determinar el momento adecuado de la cosecha se consideran varios indicadores: Humedad de los granos: Al alcanzar la madurez fisiológica, la quinua presenta un estado pastoso con aproximadamente 45% de humedad.

Luego, la planta atraviesa un proceso de secado donde la humedad disminuye, pasando por el estado “rayable” con la uña, asociado a un 20% de humedad, y el grano “frágil bajo el diente”, vinculado a un 14% de humedad, hasta llegar a la madurez óptima para cosecha. Este procedimiento es similar al aplicado en cereales.

También se debe considerar las precipitaciones durante la temporada de cosecha y el sistema o la programación de rotación de cultivos.

Es importante colocar las plantas en parvas sobre mantas para evitar que sean frotadas o golpeadas con garrotes o palos, facilitando así la separación de los granos del resto de

la planta. Posteriormente, se realiza la separación de los granos de las envolturas florales, pudiendo utilizarse viento, equipos manuales o mecánicos con tamices específicos para conservar únicamente los granos de quinua. (pp. 97-98)

La recolección de las plantas debe efectuarse en el momento oportuno, cuando el cultivo haya llegado a su madurez. Tras el emparvado, se procede a la trilla, que puede realizarse manualmente o con maquinaria. Para garantizar granos de alta calidad, es fundamental realizar una limpieza adecuada mediante zarandeo, venteo y un secado correcto (INIA, 2006 p. 2).

### **1.3. Abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos, Garro (2016) señala:

La materia orgánica se refiere a cualquier sustancia de origen vegetal o animal presente en el suelo. Cuando proviene de plantas, está formada por hojas, troncos y raíces; si proviene de animales o microorganismos, está compuesta por cuerpos muertos y sus excretas. Es importante entender que la materia orgánica no solo aporta nutrientes, sino que el humus producto final de su descomposición y capaz de mejorar la estructura y fertilidad del suelo se genera únicamente a partir de materiales ricos en carbono y de descomposición lenta, y no de estiércoles ni leguminosas, que suelen actuar como fertilizantes de efecto inmediato. (Primavesi, 1984). En la agricultura orgánica, es ideal que la mayoría de estos materiales provengan directamente de la propia finca, para promover la sostenibilidad de los sistemas productivos. En caso de requerir insumos externos, se recomienda que sean los mínimos indispensables y que estén libres de contaminantes. (p. 20)

#### ***1.3.1. Gallinaza compostada***

Se produce a partir del estiércol de pollos enjaulados mezclado con aserrín, cascarilla de café o arroz y fibra fina de caña de azúcar. Esta gallinaza compostada se emplea como acondicionador orgánico para su incorporación al suelo. Su aplicación permite reponer la materia orgánica que se ha perdido debido al uso intensivo del suelo, ayudando a restaurar los niveles de fertilidad y productividad del terreno (ABONOS BIORMIN, 2020, p. 2).

Tradicionalmente, la gallinaza compostada se emplea como estiércol o fertilizante, y su composición depende principalmente de la alimentación de las aves y del sistema de crianza.

La gallinaza producida en explotaciones en piso es una mezcla de excrementos y materiales absorbentes como virutas, pasto seco, entre otros, formando lo que se conoce como la cama, que se almacena en un galpón durante todo el ciclo productivo. Por otro lado, la gallinaza proveniente de la cría en jaulas está compuesta por excrementos, plumas, restos de alimento y huevos rotos que caen al suelo y se mezclan. Este tipo de estiércol posee un alto contenido de humedad y nitrógeno, que se volatiliza con facilidad, generando un olor fuerte y desagradable, lo que reduce la calidad del abono. Para mitigar este problema, es necesario secar el estiércol, lo que además facilita su manejo. Durante el proceso de deshidratación se produce una fermentación aeróbica que genera nitrógeno orgánico, más estable y duradero (Estrada, 2005, p. 2).

Existen dos clases de gallinaza, Estrada (2005) menciona:

**La gallinaza obtenida de explotaciones en jaulas**, es producto de la crianza de gallinas, y está formada por plumas, excrementos y restos de alimento que se acumulan en las mismas jaulas. Su composición en nitrógeno, minerales y fibra varía según el tipo de ave, su alimentación y la antigüedad de la cama. Asimismo, se señala que no existen diferencias significativas en el contenido nutricional entre la gallinaza de piso y la de jaula; ambas son igualmente nutritivas y contienen elementos que las plantas pueden absorber fácilmente. En términos generales, 1 kilogramo de gallinaza, ya sea de jaula o de suelo, contiene aproximadamente 17 g de nitrógeno, 0.81 g de fósforo, 5.70 g de potasio, 1.12 g de calcio, 0.70 g de magnesio y 2.10 g de azufre. Este material tiene un pH de 8.2, lo que lo hace adecuado para su aplicación en suelos ácidos. (pp. 43, 48)

**La gallinaza obtenida de explotaciones en piso**, se extrae de gallinas criadas sobre superficies con camas formadas por cascarilla de arroz, aserrín y otros materiales. En promedio, una gallina produce 138 gramos de excretas diarias, lo que equivale a 50 kilogramos por ave al año, de los cuales aproximadamente el 25% corresponde a excretas secas. Esto significa que una gallina genera alrededor de 12.5 kilogramos de excretas secas anuales y solo utiliza un 19% del nitrógeno para la producción de huevos o carne, mientras que el resto se elimina a través de las deyecciones y la orina.

En las camas de engorde de pollos, después de dos meses, el nitrógeno comienza a disminuir debido a la volatilización. Con el tiempo, el contenido de cenizas en las aves ponedoras aumenta, como resultado de la acumulación de deyecciones ricas en

minerales, la pérdida de nitrógeno y materia orgánica, y la incorporación de tierra en la cama cuando las aves se revuelcan. El almacenamiento de las excretas puede ocasionar la pérdida de hasta un 75% del nitrógeno y un 50% de la materia orgánica en un periodo de 10 semanas. (pp. 43, 48)

La importancia de la gallinaza, INTAGRI (2015) señala:

Debido a su producción masiva, la industria avícola tiene la capacidad de proveer, además de huevos y carne, residuos orgánicos de alta calidad como la gallinaza. Este material brinda múltiples ventajas para mejorar la producción agrícola, entre las que destacan: el aporte de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, así como el incremento de la materia orgánica del suelo.

La gallinaza está compuesta por las heces de gallinas ponedoras, almacenadas durante la etapa de producción de huevos o crecimiento de las aves, mezcladas con restos de alimento y plumas. Puede incluirse o no la combinación con materiales de la cama, dependiendo del manejo que se realice. (p. 2)

La cantidad y calidad del estiércol de gallina están determinadas, según INTAGRI (2015), por los siguientes factores:

- **Edad del ave:** Existe una relación directa entre la edad y el tamaño del ave con la cantidad de heces producidas. Aves jóvenes y pequeñas generan menos excrementos, mientras que las aves adultas y de mayor tamaño producen una mayor cantidad.
- **Línea de producción:** El manejo varía según la línea productiva, principalmente en la formulación del alimento, lo que impacta directamente en la cantidad y calidad nutricional de las excretas. Cabe destacar que, por cada kilogramo de alimento consumido, se generan entre 1.10 y 1.2 kg de heces frescas, con un contenido de humedad del 70-80% en la gallinaza.
- **Alimentación:** La cantidad de excretas depende del volumen de alimento ingerido y de la capacidad digestiva del ave.
- **Desperdicio de alimento:** La calidad de la gallinaza está influenciada por la composición química del alimento usado en la avicultura. Cuando el alimento

desperdiciado se mezcla con las heces en el suelo, aumenta el contenido nutritivo, especialmente en nitrógeno, según la cantidad no aprovechada.

- **Número de plumas:** Las plumas contienen queratina, una proteína rica en nitrógeno, por lo que un mayor número de plumas en la gallinaza mejora su valor nutricional.
- **Temperatura:** Las altas temperaturas y humedad favorecen la generación de gases, especialmente amoníaco, producto de la fermentación anaeróbica, lo que provoca la pérdida considerable de nitrógeno y reduce la calidad del estiércol.
- **Ventilación:** La circulación de aire sobre la gallinaza ayuda a disminuir la pérdida de nitrógeno debido a la volatilización en forma de amoníaco. (p. 3)

La calidad de la gallinaza está determinada principalmente por factores como el tipo de alimento, la edad del pollo, la cantidad de plumas, el desperdicio de comida, la temperatura ambiental y la ventilación del gallinero. Además, el tiempo que la gallinaza permanece almacenada en el gallinero es crucial; un almacenamiento prolongado genera una fuerte emisión de amoníaco, lo que disminuye notablemente el contenido de nitrógeno del estiércol. Por último, el procesamiento del estiércol, especialmente el secado, influye en su calidad final (Estrada, 2005, p. 2).

Cuando se emplea adecuadamente, el estiércol de gallina resulta ser un fertilizante altamente eficiente. Este material aporta un buen nivel de nitrógeno, además de cantidades significativas de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. La aplicación de estiércol de gallina también contribuye a mejorar la calidad, fertilidad y el contenido de materia orgánica del suelo. Es importante destacar que el valor nutritivo y la calidad del estiércol dependen de diversos factores. Para asegurar una correcta utilización de sus nutrientes, se recomienda realizar un análisis en un laboratorio certificado antes de usarlo como fuente fertilizante. De esta manera, se puede conocer con precisión el aporte nutritivo real del estiércol y definir la dosis adecuada para su aplicación. En comparación con otros fertilizantes orgánicos, la gallinaza presenta un mayor contenido nutricional (INTAGRI, 2015, p. 4).

#### **1.4. Bioestimulantes**

Las moléculas denominadas bioestimulantes tienen una composición variada y suelen estar formuladas a partir de extractos o fitohormonas activas metabólicamente, como aminoácidos y

ácidos orgánicos. Estos compuestos se utilizan principalmente para mejorar el desarrollo y la productividad de las plantas, además de ayudarlas a superar situaciones de estrés. Las hormonas o extractos son sustancias orgánicas que se producen en una parte de la planta y luego se transportan a otras zonas donde regulan procesos fisiológicos esenciales, incluso en dosis muy pequeñas. Para promover el crecimiento, destacan tres hormonas principales: auxinas, citoquininas y giberelinas (Jorquera & Yuri, 2006, p. 1).

#### ➤ **Acción de los bioestimulantes**

Su modo de acción se basa en estimular los procesos naturales que impulsan el crecimiento y la respuesta frente a estrés biótico y abiótico. Esto se traduce en un desarrollo más vigoroso del cultivo, un incremento en la productividad eficiente, mejora de la calidad, mayor resistencia a enfermedades y a condiciones adversas, así como una reducción de patologías subclínicas (Palazón, s.f., p. 9).

#### ➤ **Tipos de bioestimulantes**

Las sustancias llamadas bioestimulantes tienen una composición variada y frecuentemente se elaboran a partir de extractos o fitohormonas provenientes de plantas metabólicamente activas, tales como aminoácidos y ácidos orgánicos (Jorquera & Yuri, 2006, p. 1).

Los tipos bioestimulantes, Palazón (s.f.) menciona:

**Extractos Vegetales** (como los de algas, yuca, coco, cítricos y aguacate): Actúan como estimulantes naturales que favorecen el desarrollo radicular, impulsan el crecimiento y desarrollo de las plantas, y sirven como precursores de hormonas vegetales como las auxinas y citoquininas.

**Microorganismos Antagonistas** (bacterias y micorrizas): Mejoran y restauran la actividad microbiana del suelo, reducen la necesidad de fertilizantes nitrogenados y facilitan una mejor absorción de nutrientes por parte de las plantas. Además, la aplicación de estas bacterias contribuye a disminuir la eutrofización y la contaminación por nitratos en las aguas subterráneas.

**Extractos de procesos fermentativos** (enzimas y metabolitos secundarios): Promueven una rápida germinación de las semillas y un crecimiento más vigoroso y profundo de las raíces, aumentando la capacidad de las plantas para resistir condiciones

ambientales adversas y estrés. (pp. 11, 13)

#### ***1.4.1. Bioestimulantes utilizados en la investigación***

##### **a) Aminofol**

Según AFECOR (2017), sobre aminofol menciona:

Un bioestimulante líquido de origen natural o vegetal que mejora la actividad enzimática y el metabolismo de las plantas. Se aplica a cultivos para maximizar sus reservas energéticas, ayudando a la planta a superar las etapas más críticas de su desarrollo y logrando cosechas de mayor calidad y cantidad (pp. 1-2).

<b>Composición Química</b>	<b>(% Peso/ Vol.)</b>
ACIDO N-acetiltiazolidin-4-Carboxilico “AATC”	:50 g L <sup>-1</sup>
Ácido fólico	:1 g L <sup>-1</sup>

##### **Características fisicoquímicas**

Estado físico líquido, color amarillo, Sin olor, pH de la solución 6-7, densidad 1.035 ± 0.01g L<sup>-1</sup>, completamente soluble en agua y el producto no provoca formación de espuma en diluciones en agua.

##### **Ingrediente Activo: CISTEINA + ACIDO FOLICO**

**Modo de acción.** Es un fertilizante en forma líquida que incluye el 5.0% de un derivado del ácido thiazolidin-4-carboxilico “AATC”, el 0.10% de ácido fólico y dosis reducidas de coadyuvantes y estabilizadores.

Diversas investigaciones han evidenciado que este bioestimulante puede aumentar al máximo las reservas bioquímicas y fisiológicas de las plantas, ayudándolas a superar las etapas más difíciles de su desarrollo y obteniendo cosechas más abundantes y de mejor calidad.

**El mecanismo de acción.** El aminofol se caracteriza por contener un componente clave, un derivado cíclico de la cisteína, que dentro de la célula libera de forma gradual un grupo tiólico (-SH) altamente reactivo mediante un proceso enzimático. (pp. 1-2)

## b) Aminofish

Según FAGRO (2010), sobre aminofish, menciona:

Es un Biofertilizante, elaborado a partir de compuestos orgánicos y extractos de pescado solubles.

**Aminofish.** Ofrece complejo de macro y micronutrientes, Proteínas y aminoácidos, y Aceites indispensables. Estos compuestos se asimilan rápidamente y fomentan un óptimo crecimiento de la planta. La inclusión de aminoácidos y grupos funcionales, convierten a Aminofish en un producto que funciona en sinergia con otros componentes, al facilitar su asimilación y penetración en la planta.

Aminofish promueve en la planta diversos procesos fisiológicos, como la transferencia de fotosintatos, la activación enzimática y el fortalecimiento de sus mecanismos de defensa. También contribuye a suministrar los nutrientes esenciales durante las etapas de floración y fructificación.

**Composición.** Proteína 20%, magnesio 0.25% (2500 ppm), cobalto 0.005% (50 ppm), fierro 0.05% (500 ppm), manganeso 0.5% (5000 ppm), molibdeno 0.02% (200 ppm) y zinc 0.5% (5000 ppm).

Beneficios, potencia la resistencia al estrés, previene el uso excesivo de energía reservas, regenera los tejidos de la planta, fortifica al vegetal frente al ataque de hongos y plagas, desarrollo superior, incremento en los niveles de clorofila y mejora la productividad. (p. 2)

## c) Biol

Chiriboga et al. (2015), sobre el biol señala:

El biol es un abono biofertilizante líquido que se obtiene durante la fase de higienización del compostaje, proceso en el cual se eliminan patógenos, parásitos y semillas no deseadas. Es un excelente fertilizante foliar, resultado de la fermentación y descomposición de materiales orgánicos, que además favorece la actividad de microorganismos beneficiosos en el suelo. Aunque su uso principal es foliar, también puede aplicarse directamente al sistema radicular o integrarse en sistemas de fertirriego.

Los tres nutrientes principales que contiene son: nitrógeno (10%), fósforo (4%) y potasio (3%), aunque estos valores pueden variar según la calidad de los materiales usados en el compostaje. (pp. 25-26)

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (2015), sobre composición nutricional del biol señala en su ficha técnica:

<b>Composición</b>	<b>Contenido</b>
N total (%)	:0.25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	:0.17
K (%)	:0.06
Mg (%)	:0.03
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	:0.10
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	:3.90
Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	:0.50
Zinc (mg kg <sup>-1</sup> )	:0.50
pH	:6.91
C.E. (mS cm <sup>-1</sup> )	:6.70

El proceso de elaboración de biol, Ticona y Chipana (2022), señala:

En el contenedor de 200 litros de plástico, se desglosa 100 litros de agua sin cloro con 50 kilogramos de guano bovino y 4 kilogramos de ceniza. Estos componentes son combinados hasta obtener una mezcla uniforme.

En un recipiente plástico se mezclan 10 litros de agua limpia, dos litros de leche y dos litros de melaza. Esta mezcla se añade a un contenedor de 200 litros donde previamente se ha colocado guano de bovino mezclado con ceniza, revolviendo constantemente. Luego, se llena completamente con agua limpia hasta alcanzar los 180 litros totales y se mezcla bien.

Para que comience la fermentación anaeróbica del biofertilizante, el contenedor debe sellarse herméticamente y conectarse a un sistema para evacuar gases mediante una manguera. El recipiente se coloca en un lugar sombreado, a temperatura ambiente,

protegido del sol directo y la lluvia. La temperatura ideal para la fermentación, similar a la del rumen de los bovinos, está entre 38 y 40 °C.

Después de 20 a 30 días de fermentación anaeróbica, se abre el contenedor para verificar la calidad del producto por su olor y color. No debe oler a pudrimiento ni tener tonos azulados o violetas. El aroma característico debe ser el de fermentación; si no es así, el producto se descarta. En zonas con clima muy frío, el tiempo de fermentación puede extenderse entre 60 y 90 días. (pp. 9-10)

La aplicación de biol, Chiriboga et al. (2015), indica:

Para aplicar biol, primero se debe diluir el biofertilizante en agua y luego rociarlo sobre las plantas usando un pulverizador portátil. Es importante usar cantidades pequeñas y aplicar con regularidad, ya que el biol tiene un efecto rápido, pero de corta duración.

La dosis recomendada es de 50 a 100 mililitros de biol por cada 20 litros de agua limpia. La aplicación se debe realizar aproximadamente cada ocho días. No se debe aplicar biol bajo sol intenso, porque se pueden perder nutrientes, especialmente nitrógeno, por evaporación. Tampoco es recomendable hacerlo durante la lluvia, ya que el biofertilizante puede ser lavado de las hojas. (pp. 25-26)

## **CAPITULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Del lugar del estudio**

##### ***2.1.1. Ubicación geográfica***

La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental Canaán, perteneciente a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, a una altitud de 2750 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas UTM son: Latitud Sur 13°08'05'' y Longitud Oeste 74°12'14''.

##### ***2.1.2. Características climatológicas***

Se recopilaron datos climáticos en el observatorio climatológico del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), localizado en las coordenadas 74°12'22.92'' oeste y 13°10'00.06'' sur. Esta información fue utilizada para elaborar el balance hídrico, cuyos resultados se presentan a continuación.

Se presentan los datos de precipitación y temperaturas máximas, medias y mínimas correspondientes al periodo comprendido entre enero y diciembre de 2023. Durante este lapso, la precipitación total acumulada fue de 553.0 mm. Las temperaturas anuales registradas fueron: máxima de 23.09 °C, mínima de 6.6 °C y una temperatura media de 16.6 °C.

El balance hídrico indicó condiciones de humedad durante los meses de diciembre a marzo de 2023, mientras que se detectó un déficit hídrico en mayo, junio y julio de ese mismo año. El balance hídrico y las características meteorológicas se presentan en la Tabla 2.1 y la Figura 2.1, respectivamente.

**Tabla 2.1**

*Temperatura máxima, media, mínima, precipitación y balance hídrico de la campaña agrícola 2023 según la Estación Meteorológica INIA – Ayacucho.*

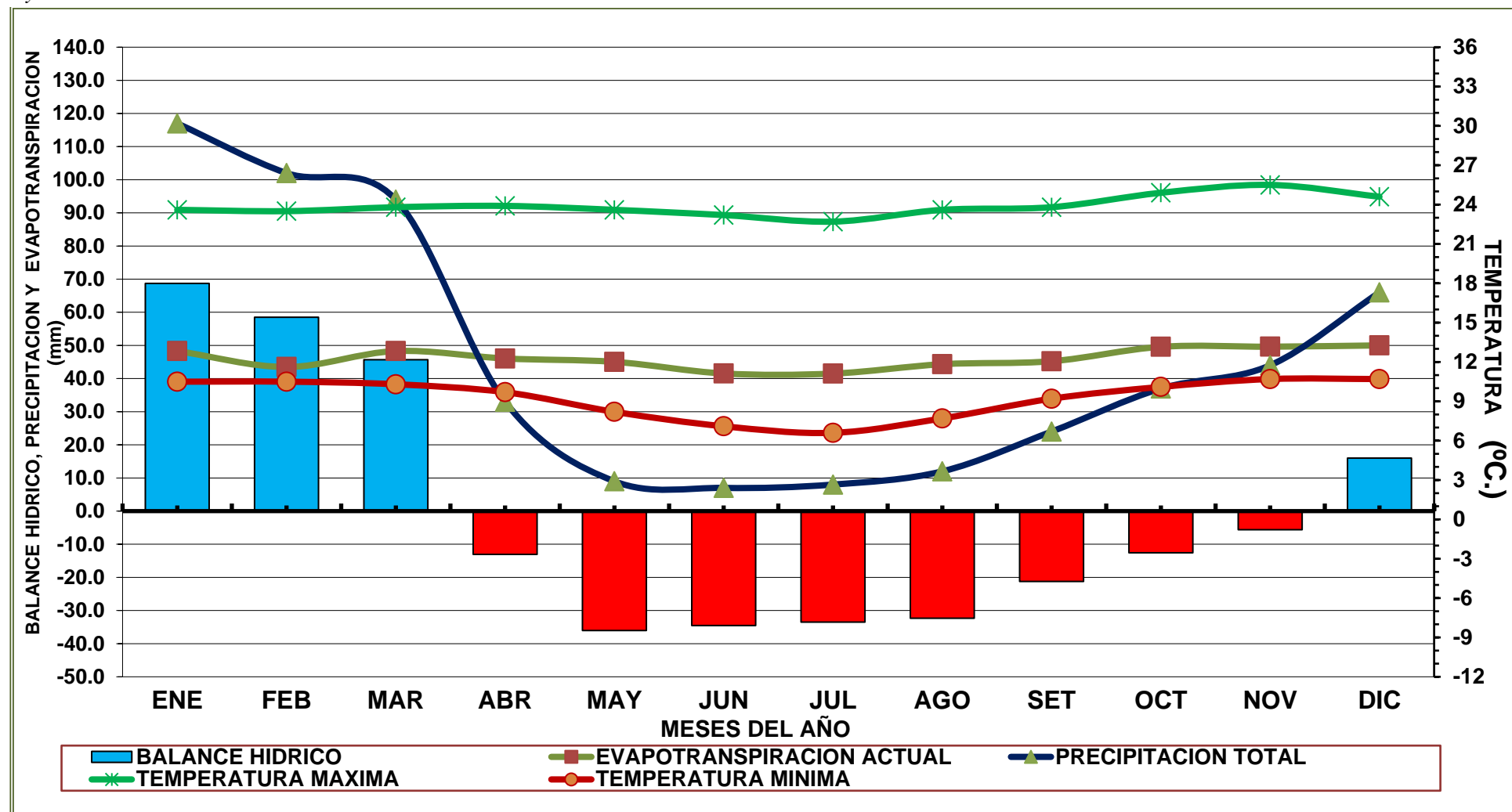
Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray Altitud : 2735 msnm  
 Provincia : Huamanga Latitud : 13° 10' 00.06" S  
 Departamento : Ayacucho Longitud: 74° 12' 22.92" W

DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total	Promedio
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
T° max. Media mensual (°C)	23.60	23.50	23.80	23.90	23.60	23.20	22.70	23.60	23.80	24.90	25.50	24.60		23.89
T° min. Media mensual (°C)	10.50	10.50	10.30	9.70	8.20	7.10	6.60	7.70	9.20	10.10	10.70	10.70		9.28
T° media mensual(°C)	17.10	17.00	17.10	16.80	15.90	15.20	14.70	15.70	16.50	17.50	18.10	17.70		16.61
Precipitación(mm)	<b>117.00</b>	<b>102.00</b>	<b>94.00</b>	<b>33.00</b>	<b>9.00</b>	<b>7.00</b>	<b>8.00</b>	<b>12.00</b>	<b>24.00</b>	<b>37.00</b>	<b>44.00</b>	<b>66.00</b>	<b>553.00</b>	
Factor de ETP	4.96	4.48	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96		
ETP (mm)	84.57	76.16	84.57	80.64	78.86	72.72	72.66	77.62	79.20	86.80	86.88	87.54	968.22	
Factor de corrección (PPT/ETP)	0.57	0.57	57	0.57	0.57	0.57	0.57	57	0.57	0.57	0.57	0.57		
ETP ajustado(mm)	48.30	43.50	48.30	46.06	45.04	41.53	41.50	44.33	45.23	49.58	49.62	50.00		
Humedad del suelo(mm)	68.70	58.50	45.70	-13.06	-36.04	-34.53	-33.50	-32.33	-21.23	-12.58	-5.62	16.00		
Exceso(mm)	<b>68.70</b>	<b>58.50</b>	<b>45.70</b>										<b>16.00</b>	
Déficit(mm)				<b>13.10</b>	<b>36.04</b>	<b>34.53</b>	<b>33.50</b>	<b>32.30</b>	<b>21.20</b>	<b>12.58</b>	<b>5.62</b>			

Fuente: Estación Meteorológica INIA (2023)

**Figura 2.1**

*Balance hídrico, precipitación, evapotranspiración, temperatura máxima y mínima de la campaña agrícola 2023 de la Estación Meteorológica INIA-Ayacucho.*



Nota. Estación Meteorológica INIA (2023)

### 2.1.3. Análisis químico y físico del suelo

Se efectuaron análisis físicos y químicos del suelo del campo experimental mediante un muestreo sistemático. Para ello, se recolectaron 16 submuestras de la capa superficial del suelo, siguiendo un recorrido en zigzag, a una profundidad de 20 cm. Posteriormente, mediante el método del cuarteo, se obtuvo una muestra compuesta representativa de aproximadamente 1 kilogramo. Esta muestra fue enviada al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de Multiservicios Agrolab para su evaluación correspondiente.

**Tabla 2.2**

*Resultados de análisis químico-físico de suelo del Centro Experimental Canaán - UNSCH, 2750 msnm.*

	<b>Componentes</b>	<b>Contenido</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Químicos</b>	Materia Orgánica (%)	2.38	Medio
	N total (%)	0.12	Medio
	P total (ppm)	38.18	Muy alto
	K disponible (ppm)	270.0	Alto
	pH	7.45	Ligeramente Alcalino
	C.E. (dS.m <sup>-1</sup> )	0.63	No salino
	CIC (cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	28.5	Alto
<b>Físicos</b>	Arena (%)	39	
	Limo (%)	29	
	Arcilla (%)	32	
	Clase textural		Franco Arcilloso

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, plantas, aguas y fertilizantes "Multiservicios Agrolab".

La Tabla 2.2 presenta los resultados del análisis del suelo. El valor de pH indica una ligera alcalinidad. El contenido de materia orgánica, con un 2.38%, clasifica al suelo como de contenido medio. En cuanto a los nutrientes, se identificó un nivel medio de nitrógeno (0.12%), un contenido muy alto de fósforo (38.18 ppm) y un nivel alto de potasio (270.0 ppm). Según la proporción de partículas texturales arena, limo y arcilla, el suelo se clasifica como franco arcilloso.

### 2.1.4. Análisis químico del Biol

El biol fue elaborado en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en el marco del curso de Agricultura Orgánica desarrollado el 6 de junio de 2022. Posteriormente, las características químicas del biol fueron enviadas para su

análisis correspondiente al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes del Multiservicios Agrolab.

**Tabla 2.3**

*Resultados de análisis químico del Biol.*

	<b>Componentes</b>	<b>Contenido</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Químicos</b>	pH	8.07	8.07
	N (ppm)	2072.0	0.21%
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	156.18	0.02%
	K <sub>2</sub> O (ppm)	5772.0	0.58%
	CaO (ppm)	793.80	0.08%
	C.E. (dS.m <sup>-1</sup> )	21.10	21.10
	MgO (ppm)	583.0	0.06%
	Na (ppm)	490.0	0.05%
	Zn (ppm)	1.0	1.0
	Mn (ppm)	7.0	7.0
	Fe (ppm)	21.0	21.0
	Cu (ppm)	1.0	1.0

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, plantas, aguas y fertilizantes “Multiservicios Agrolab”.

### ***2.1.5. Procedencia de Aminofol***

Utilizado bioestimulante comercial, se obtuvo en tienda agropecuaria de Huamanga.

Según AFECOR (2017), sobre características fisicoquímicos de aminofol, menciona en su ficha técnica, lo siguiente:

#### **Características fisicoquímicas**

Estado físico: líquido

Color amarillo

Sin olor

pH de la solución: 7

Densidad:  $1.035 \pm 0.01 \text{ g L}^{-1}$

Completamente soluble en agua.

**Tabla 2.4***Composición química de Aminofol*

<b>Composición Química</b>	<b>(% Peso/ Vol.)</b>
ACIDO N-acetiltiazolidin-4-Carboxilico” AATC”	50 g/l
Ácido fólico	1 g/l

Fuente: AFECOR (2017)

**Tabla 2.5***Composición química de Aminofol*

<b>Composición Química</b>	<b>Contenido</b>
Nitrógeno (%)	:8.00
Fosforo (%)	:8.00
Fulvato de Potasio (%)	:8.00
Fulvato de Magnesio (%)	:1.00
Hierro (%)	:0.50
Fulvato de Zinc (%)	:0.50
Fulvato de Calcio (%)	:0.30
Fulvato de Manganeso (ppm)	:1000
Fulvato de Cobre (ppm)	:1000
Cobre (ppm)	:100
Molibdeno (ppm)	:100
Aminoácidos Libre (%)	:5.00
Fulvato de Cobalto (ppm)	:80
Citocininas (ppm)	:700
Auxinas (ppm)	:500
Giberelinas (ppm)	:200
Ácido Fúlvico (%)	:4.00
Extracto Algas (%)	:4.00
Materia Orgánica (%)	:61.66

Fuente: BioStar (s.f.)

**2.1.6. Procedencia de Aminofish**

Utilizado bioestimulante comercial, obtuvo en tienda agropecuaria de Huamanga.

Según FAGRO (2010), sobre aminofish menciona en su ficha técnica, lo siguiente:

**Tabla 2.6***Composición química y física de Aminofish*

<b>Composición</b>	<b>% en peso</b>
Proteína	20 %
Magnesio	0.25% (2500 ppm)
Cobalto	0.005% (50 ppm)
Fierro	0.05% (500 ppm)
Manganeso	0.5% (5000 ppm)
Molibdeno	0.02% (200 ppm)
Zinc	0.5% (5000 ppm)
pH en solución en 1%	5
Solubilidad	Soluble en agua

Fuente: FAGRO (2010)

**Tabla 2.7***Composición química de aminofish*

<b>Composición Química</b>	<b>% p/p</b>	<b>%p/v</b>
Aminoácidos Totales	30.00%	37.50%
Aminoácidos Libres	7.00%	8.75%
Materia Orgánica	47.20%	59.00%
Nitrógeno Total	5.04%	6.30%
Peróxido de Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.93%	2.41%
Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	3.10%	3.87%
Fulvato de Calcio (%)	21.40%	26.75%

Fuente: Bioval (2017)

## **2.2. Materiales, equipos e insumos para el trabajo de investigación**

### **2.2.1. Material genético (semilla de la quinua INI 415-Pasankalla)**

Se empleó semilla de la variedad INIA 415-Pasankalla, reconocida por su alta adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de la zona. Esta semilla fue adquirida a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

La variedad INIA 415-Pasankalla fue liberada en el año 2006 por el entonces Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA). Se caracteriza por su elevado contenido nutricional y destacada calidad de grano, lo que la convierte en una opción adecuada para procesos de transformación agroindustrial. Presenta un rendimiento potencial superior a 3000 kg ha<sup>-1</sup>. Es una variedad de ciclo precoz, con un periodo vegetativo de aproximadamente 140

días. El grano presenta un pericarpio de tonalidad plomiza y un epispermo de color castaño rojizo (FAO & UNALM, 2016, p. 33).

INIA (2006), Característica de la variedad en estudio “Pasankalla”

Días a la emergencia	:8 días
Días a primera floración	:70 días
Días a la madurez fisiológica	:144 días
Altura de planta a madurez	:102.8cm
Color del tallo	: Verde
Color de la panoja	: Púrpura
Forma de la panoja	: Amarantiforme
Densidad de la panoja	: Intermedia
Uniformidad color del grano	: Uniforme
Color del perigonio	: Purpura
Color del pericarpio	: Plomo claro
Color del epispermo	: Vino
Contenido de saponina	:0.044 (grano dulce)
Sabor del grano	: Dulce
Contenido de proteína en grano	: 17.41%
Tamaño del grano	:2.0mm (diámetro)
Potencial	:4.5t/ha
En campo de agricultores	:3.5t/ha

### ***2.2.2. Maquinaria agrícola***

Para las labores de preparación del campo para el cultivo de la quinua, se utilizó tractor agrícola “Shangay-50” con sus respectivos implementos agrícolas (arado y rastra).

### ***2.2.3. Insumos***

- Gallinaza compostada: Se obtuvo en tienda agropecuaria de Huamanga, el producto comercial “TERRASUR”, presentación en sacos de 40 kg. El contenido de nutrientes es: 47.9% de materia orgánica; 2.42% de nitrógeno total; 5.89% de fósforo ( $P_2O_5$ ) y 4.28 % de potasio ( $K_2O$ ).

- Bioestimulantes: Aminofol, Aminofish y Biol preparado.

#### **2.2.4. Herramientas y equipos**

- Picos, lampas y rastrillo
- Estacas de madera
- Yeso agrícola
- Rafia, costales, mantadas y Bolsas de plástico
- Flexómetro
- Balanza de precisión electrónica
- Mochila de fumigar de 20 litros de capacidad
- Cámara fotográfica
- Insecticida comercial (precisión)
- Fungicida comercial (chupadera y fitoklin)

### **2.3. Metodología experimental**

#### **2.3.1. Problemática en estudio**

1. ¿Cómo influye la aplicación de bioestimulantes en la precocidad y rendimiento de quinua?
2. ¿Cómo influye el abonamiento con gallinaza compostada en la precocidad y rendimiento de quinua?

#### **2.3.2. Metodología del trabajo experimental**

##### **a) Diseño experimental**

Para la disposición de las unidades experimentales se aplicó un “Diseño de Bloque Completo Randomizado” (DBCR) con arreglo factorial, estudiándose 4 fuentes de abonamiento (3 niveles de gallinaza compostada “3.0, 4.5 y 6.0 t ha<sup>-1</sup>” y 1 nivel de abonamiento químico”180-00-00 NPK”) y 3 bioestimulantes diferentes (aminofol, aminofish y biol preparado), se formó 12 tratamientos, con cada uno con 3 repeticiones y un total de 36 unidades experimentales.

Cuyo modelo Aditivo Lineal del diseño es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + \alpha\delta(ij) + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Es la observación del i-ésimo nivel de gallinaza compostada en la j-ésima dosis de bioestimulantes y en la k-ésima repetición.

$\mu$  = Es la media general

$\beta_k$  = Es la observación de la k-ésima repetición o bloque.

$\alpha_i$  = Es la observación del i-ésimo nivel de abonamiento de gallinaza compostada.

$\delta_j$  = Es la observación de la j-ésima dosis de bioestimulante.

$\alpha\delta_{(ij)}$  = Es la observación de la interacción entre el i-ésimo nivel de abonamiento de gallinaza compostada con la j-ésima dosis de bioestimulante.

$\epsilon_{ijk}$  = Es el error o efecto aleatorio de las observaciones.

## b) Factores en estudio

Los factores considerados para en el trabajo de experimento son:

### ➤ Niveles de gallinaza compostada (G) y sus indicadores son:

g1: 3.0 t ha<sup>-1</sup>

g2: 4.5 t ha<sup>-1</sup>

g3: 6.0 t ha<sup>-1</sup>

g4: Abono Químico: (180-00-00 de N-P-K, respectivamente, expresado en kg ha<sup>-1</sup>)

### ➤ Bioestimulantes (B) y sus indicadores son:

b1: Aminofol: 1 L ha<sup>-1</sup>

b2: Aminofish: 1.5 L ha<sup>-1</sup>

b3: Biol preparado: 70 L ha<sup>-1</sup>

## c) Tratamientos estudiados

La Tabla 2.6 presenta los doce tratamientos evaluados en el experimento. Se analizó el efecto de diferentes dosis de gallinaza compostada y bioestimulantes, así como la interacción entre estos insumos orgánicos. Además, se incluyó un tratamiento testigo que consistió en la aplicación de fertilización química (NPK).

**Tabla 2.8***Tratamientos empleados en el experimento*

<b>Tra.</b>	<b>Código</b>	<b>Combinación de factores</b>
T – 1	g1 x b1	3.0 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada y Aminofol de 1 L ha <sup>-1</sup>
T – 2	g2 x b1	4.5 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada y Aminofol de 1 L ha <sup>-1</sup>
T – 3	g3 x b1	6.0 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada y Aminofol de 1 L ha <sup>-1</sup>
T – 4	g4 x b1	Abonamiento químico “180-00-00 NPK” y Aminofol de 1 L ha <sup>-1</sup>
T – 5	g1 x b2	3.0 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada y Aminofish de 1.5 L ha <sup>-1</sup>
T – 6	g2 x b2	4.5 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada y Aminofish de 1.5 L ha <sup>-1</sup>
T – 7	g3 x b2	6.0 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada y Aminofish de 1.5 L ha <sup>-1</sup>
T – 8	g4 x b2	Abonamiento químico “180-00-00 NPK” y Aminofish de 1.5 L ha <sup>-1</sup>
T – 9	g1 x b3	3.0 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada y Biol preparado de 70 L ha <sup>-1</sup>
T – 10	g2 x b3	4.5 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada y Biol preparado de 70 L ha <sup>-1</sup>
T – 11	g3 x b3	6.0 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada y Biol preparado de 70 L ha <sup>-1</sup>
T – 12	g4 x b3	Abonamiento químico “180-00-00 NPK” y Biol preparado de 70 L ha <sup>-1</sup>

**d) Características del campo experimental**

Las dimensiones de campo experimental fueron:

**De las parcelas experimentales:**

- Numero de surcos por parcela :3 surcos
- Distanciamiento entre surcos :0.8 m.
- Ancho de la parcela :2.4 m.
- Largo de la parcela :9.0 m.
- Área de la parcela :21.6 m<sup>2</sup>
- Número de las parcelas :36.0 unidades

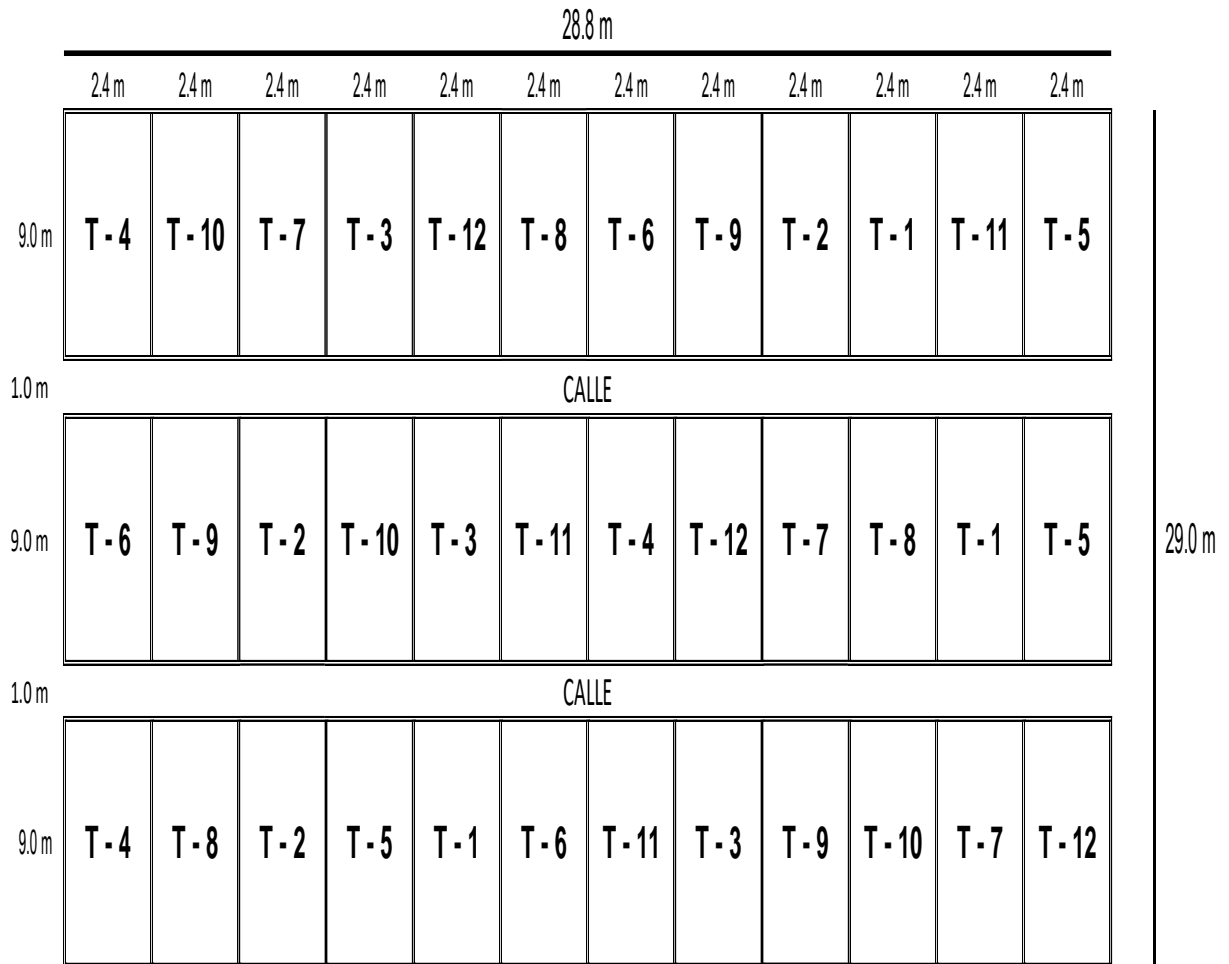
**De los bloques:**

- Ancho del bloque :9.0 m.
- Largo del bloque :28.8 m
- Área de cada bloque :259.2 m<sup>2</sup>
- Número de bloques :3.0 unidades
- Número de parcela por bloque :12.0 unidades
- Área total del experimento :777.6 m<sup>2</sup>

**e) Croquis y randomización del campo experimental**

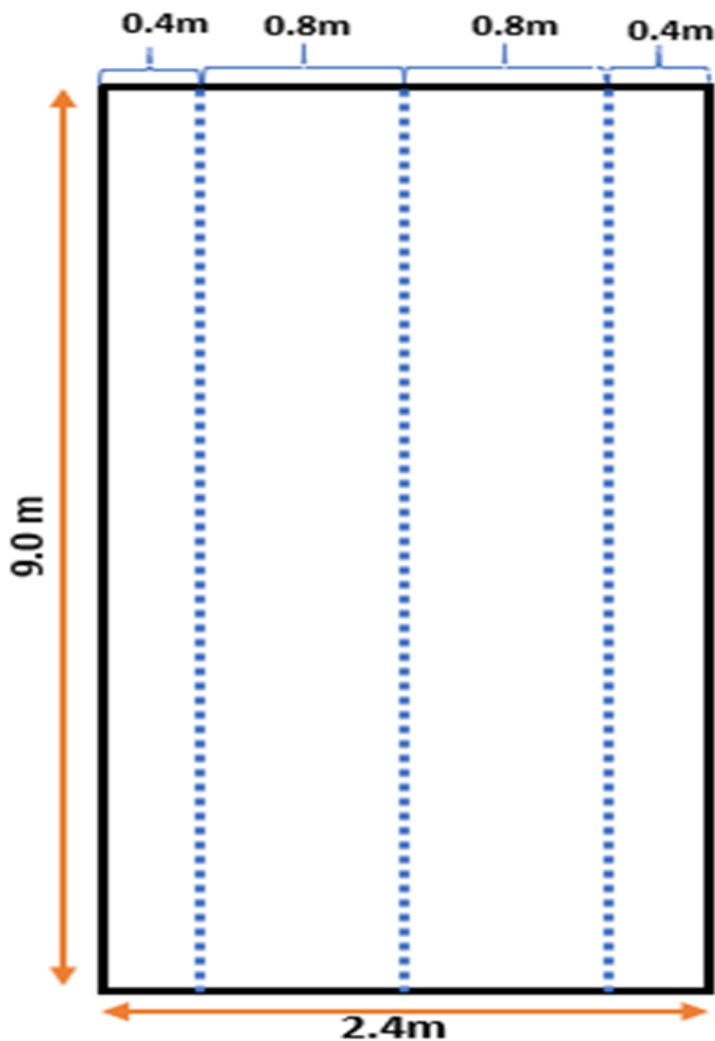
**Figura 2.2**

*Croquis y randomización del campo experimental.*



**Figura 2.3**

*Croquis de la unidad experimental*



### **2.3.3. Instalación y conducción del experimento**

Se realizó las siguientes labores agronómicas:

- a) **Preparación de terreno.** La preparación del terreno se efectuó el 10 de marzo de 2023, empleando maquinaria agrícola con arado de discos, trabajando a una profundidad de 25 centímetros. Luego, se procedió con una labor de rastra con el fin de descompactar los terrones y lograr una nivelación homogénea del área de cultivo.
  
- b) **Cálculo del nivel de abonamiento para el cultivo de la quinua.** Para satisfacer los requerimientos nutricionales del cultivo de quinua, se realizó el cálculo de la dosis de nutrientes (NPK) en función de las fuentes de fertilización utilizadas en cada tratamiento. La

determinación del nivel de abonamiento se llevó a cabo considerando la disponibilidad de nutrientes en el suelo, de acuerdo con los resultados del análisis edáfico (Tabla 2.2), así como la demanda nutricional del cultivo, su extracción estimada y otros parámetros edafoclimáticos pertinentes.

**Tabla 2.9**

*Cantidad de nutrientes, expresado en N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, aplicados en cada tratamiento, proveniente de la gallinaza compostada y fertilizantes químicos.*

Tratamiento	T ha <sup>-1</sup>	Gallinaza compostada			Abonamiento químico (kg ha <sup>-1</sup> )		
		N (2.42%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (5.89%)	K <sub>2</sub> O (4.28%)	N	P	K
T-1, T-5 y T-9	3.0	72.6	176.7	128.4	0.0	0.0	0.0
T-2, T-6 y T-10	4.5	108.9	265.05	192.6	0.0	0.0	0.0
T-3, T-7 y T-11	6.0	145.2	353.4	256.8	0.0	0.0	0.0
T-4, T-8 y T-12	0.0	0.0	0.0	0.0	180	0.0	0.0

**c) Demarcación de terreno.** El 13 de marzo de 2023 se procedió a la delimitación de los bloques, parcelas, calles y surcos, conforme al croquis del campo experimental (Figura 2.2). Para esta labor se emplearon herramientas de campo como flexómetro, pico, machete, estacas, cordel o rafia, carteles de identificación y azadones. Se establecieron las unidades experimentales respetando las distancias y dimensiones previamente definidas, con el fin de garantizar una adecuada distribución espacial de los tratamientos y facilitar el manejo agronómico del experimento.

**d) Surcado.** Luego de la demarcación de terreno o delimitación, se realizó el surcado con la ayuda de un tractor manual. Para lo tanto, se consideró los distanciamientos entre surco 0.80 m.

**e) Incorporación de gallinaza compostada y abono químico.** La fertilización se efectuó manualmente en el fondo del surco mediante aplicación a chorro continuo, siguiendo lo establecido en los tratamientos, y posteriormente se cubrió con una capa de tierra. Se utilizó el abono orgánico comercial denominado “gallinaza compostada” en distintas dosis expresadas en toneladas por hectárea según cada tratamiento, con el objetivo de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, además de proporcionar nutrientes esenciales para el cultivo. Esta actividad se llevó a cabo el 14 de marzo de 2023.

Abono químico, se aplicó en momento de primer aporque a los 32 días (14 de abril). después de la siembra. La fuente de nitrógeno fue urea agrícola (46%) y para la fuente de fosforo y potasio no se utilizó, porque en el análisis suelo del campo experimental salió con alto contenido de fosforo y potasio; la aplicación consistió en hacer un pequeño surco al costado de la planta, luego a chorro continuo al fondo del surco y luego tapar con una capa de tierra.

**f) Siembra.** La siembra se efectuó el 14 de marzo de 2023, aplicando las semillas a chorro continuo a una profundidad aproximada de 0.5 cm. Inmediatamente después de sembrar, se cubrieron las semillas con una capa fina de tierra utilizando ramas.

**g) Riego.** Para lograr una alta eficiencia en el riego, se implementó un sistema de riego por goteo. El primer riego se realizó al día siguiente de la siembra, el 15 de marzo de 2023, y la frecuencia de los riegos se ajustó en función de la evapotranspiración y del estado de desarrollo de la planta durante su ciclo vegetativo y reproductivo.

**h) Deshierbo y raleo.** El primer deshierbo se llevó a cabo simultáneamente con el raleo, a los 31 días después de la siembra (13 de abril), con el objetivo de promover el desarrollo de las plantas, dejando un espacio de 20 plantas por metro lineal.

Las tareas adicionales de deshierbo se efectuaron junto con el primero, a los 32 días (14 de abril) y a los 71 días (23 de mayo) después de la siembra. Estas labores fueron realizadas para evitar los efectos adversos causados por las plantas arvenses, como la competencia interespecífica por luz, CO<sub>2</sub>, agua y nutrientes. Además, en algunos casos, las arvenses actúan como hospedadoras de enfermedades y plagas.

**i) Aporque.** Se llevaron a cabo dos aporques: el primero a los 32 días (14 de abril) después de la siembra y el segundo a los 71 días (23 de mayo) después de la siembra. El objetivo de estas labores fue asegurar una adecuada estabilidad de las plantas. Ambas operaciones se realizaron manualmente utilizando lampas o azadones.

**j) Aplicación de bioestimulantes.** La aplicación de bioestimulantes se realizó de acuerdo a los tratamientos y en las fechas establecidas.

Aminofish, aminofol y biol. Los bioestimulantes se aplicaron en forma foliar en tres ocasiones con las mismas cantidades, la primera aplicación a los 35 días (17 de abril), la segunda aplicación a los 53 días (5 de mayo) y la última aplicación a los 72 días (24 de mayo) después

de la siembra; aplicando 1.5 L por hectárea de aminofish, 1 L por hectárea de aminofol y, por último, 70 L por hectárea de biol preparado.

**k) Control fitosanitario.** Las principales plagas que afectaron el cultivo de quinua fueron el pulgón de la quinua y *Diabrotica* sp., las cuales fueron controladas mediante la aplicación del insecticida Precisión, a una dosis de 0.21 litros por hectárea. Este producto se utilizó en dos ocasiones: la primera aplicación fue a los 8 días (21 de marzo) para controlar ambas plagas, y la segunda aplicación, únicamente para *Diabrotica* sp., se realizó a los 20 días (2 de abril) después de la siembra.

Con el fin de prevenir el ataque de *Fusarium* sp., se aplicó el fungicida Chupadera a una dosis de 0.25 kg ha<sup>-1</sup>, a los 14 días (27 de marzo) después de la siembra. La aplicación se llevó a cabo con una mochila fumigadora Jacto de 20 L.

Para controlar el mildiu (*Peronospora variabilis*) se aplicó dos veces el Fitoklin con una dosis de 0.25 kg ha<sup>-1</sup>, la primera aplicación a los 38 días (20 de abril) y la segunda aplicación a los 57 días (9 de mayo) después de la siembra. Las aplicaciones se realizaron utilizando mochila fumigadora Jacto de 20 litros.

**l) Cosecha.** La cosecha se realizó de manera manual en 2 fases: la primera a los 109 días (30 de junio) y la segunda a los 116 días (7 de julio) después de la siembra. El proceso de cosecha se llevó a cabo cuando las plantas mostraron un color amarillento y los granos alcanzaron una consistencia firme. Este proceso incluyó el corte o siega, seguido del emparvado para el secado. Después se realizó la trilla, el venteado, el zarandeo y, finalmente, el envasado, luego de proceder con el pesaje de los productos cosechados.

#### **2.3.4. Parámetros a evaluar**

Los parámetros a evaluar están vinculados a las variables dependientes, y se detallan de la siguiente manera:

##### **a) Variables de precocidad**

➤ **Días a la emergencia.** Al momento en que la plántula brota del suelo, se observan los dos cotiledones sobre la superficie. Esta evaluación se realizará en cada unidad experimental cuando más del 50% de las plantas hayan emergido.

➤ **Días al pleno panoja miento.** En el ápice, las plantas presentaron la panoja principal, mientras que el tallo empieza a alargarse y engrosarse. La evaluación se realizará cuando más del 50% de las plantas muestren panojamiento en cada unidad experimental.

➤ **Días a la madurez fisiológica.** La madurez fisiológica se identifica cuando el grano de quinua, al ser presionado con la uña, presenta una resistencia notable. En esta etapa, el contenido de humedad es inferior al 20%. Esta fase fenológica será evaluada cuando más del 50% de las panojas muestren granos con dichas características.

➤ **Días a la madurez de cosecha.** La madurez de cosecha es la última etapa fenológica de la quinua, caracterizada por el secado de la planta desde la base hacia arriba. En esta fase, los granos pueden ser cosechados con un contenido de humedad del 12 al 14% y están muy duros, al punto de que deben romperse con los dientes.

## **b) Variables de rendimiento**

➤ **Altura de planta (cm).** Previo a la cosecha de quinua, se efectuó una evaluación que consistió en medir la altura de diez plantas escogidas al azar en cada unidad experimental. Las mediciones se realizaron desde la base de la planta hasta la punta, empleando un flexómetro.

➤ **Longitud de panoja (cm).** De igual manera, en el momento de la cosecha, se registró la medida desde la base de la panoja hasta el ápice de la misma en cada una de las 10 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental.

➤ **Peso de panoja (g).** El peso de cada panoja se registró con una balanza tras ser cortada en el momento de la cosecha de cada unidad experimental. Para esta medición, se seleccionaron aleatoriamente diez panojas por unidad experimental.

➤ **Rendimiento del cultivo de quinua.** Tras el trillado y venteado de 6 metros lineales dentro de cada unidad experimental, se procedió a pesar el rendimiento de cada tratamiento utilizando una balanza con graduación en gramos. Luego, se calculó el promedio por unidad experimental, el cual se extrapoló para determinar el rendimiento por hectárea.

➤ **Peso de 1000 semillas (g).** De los productos tratados, se contaron 1000 semillas, y con ellas se calculó el peso utilizando una balanza de precisión en el laboratorio.

### ***2.3.5. Análisis estadístico***

La información recopilada de cada evaluación fue registrada en una hoja de cálculo; posteriormente, se organizaron los promedios para realizar los análisis estadísticos correspondientes. Los datos numéricos fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANVA) basado en un Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial. Al detectar diferencias estadísticamente significativas, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 0.05 para determinar las diferencias entre tratamientos. El procesamiento estadístico se llevó a cabo utilizando el software Infostat, mientras que la elaboración de tablas y gráficos se realizó con Microsoft Excel.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Variables de precocidad

En la tabla 3.1 se presenta la duración de las etapas fenológicas del cultivo de quinua, desde la siembra hasta la madurez para la cosecha, expresada en días después de la siembra (dds).

**Tabla 3.1**

*Fases fenológicas de la planta, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*

Tratamientos	Variables estudiadas	Días a la emergencia	Días al pleno panojamiento	Días a la madurez fisiológica	Días a la madurez de cosecha
T-1	Aminofol + 3.0 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-2	Aminofol + 4.5 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-3	Aminofol + 6 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-4	Aminofol + Abono Químico “180-00-00 NPK”	5	51	105	116
T-5	Aminofish + 3 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-6	Aminofish + 4.5 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-7	Aminofish + 6 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-8	Aminofish + Abono Químico “180-00-00 NPK”	6	51	105	116
T-9	Biol preparado + 3 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-10	Biol preparado + 4.5 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	102	109
T-11	Biol preparado + 6 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-12	Biol preparado + Abono Químico “180-00-00 NPK”	6	53	106	116

### **a) Días a la emergencia**

En la tabla 3.1 se indica que la emergencia del cultivo de quinua ocurrió a los 5 y 6 dds, observándose una diferencia de un día entre los tratamientos con aplicación de gallinaza compostada y con abono químico, respectivamente.

Castro (2019), abonando con  $1.5 \text{ t ha}^{-1}$  de gallinaza, reporta que en la variedad “Pasankalla” de 5 días las plántulas emergieron; comparando con los resultados observamos que la emergencia de las plántulas por dicho autor es congruente.

### **b) Días al pleno panoja miento**

Días al pleno panojamiento, la aplicación de gallinaza compostada manifestó ligeramente mejor en la precocidad de la quinua, llegando a los 50 días y con abono químico a los 53 dds, observando una diferencia de tres días con los tratamientos con aplicación de gallinaza compostada y aplicación de abono químico. La aplicación de Aminofol y Aminofish con abono químico mostró mejor resultado en días en pleno panojamiento, llegando 51 días y en con aplicación biol con abono químico 53 dds.

León (2003) señala que, en esta fase, la inflorescencia sobresale notablemente por encima de las hojas, generalmente entre los 65 y 75 días después de la siembra. Al comparar con los resultados obtenidos, se observa que los días de panojamiento reportados por dicho autor son menores.

### **c) Días a la madurez fisiológica**

En la tabla 3.1 se destaca la característica de precocidad al medir más del 50 % de la variable señalada. La madurez fisiológica es el indicador más importante, donde la aplicación de gallinaza compostada alcanza esta de manera más temprana, entre los 101 y 102 días después de la siembra (dds), mientras que con la aplicación de abono químico la madurez fisiológica se presenta entre los 105 y 106 dds.

Rodríguez (2024), en su investigación realizada en el Centro Experimental Canaán, reporta que la madurez fisiológica de la variedad “Pasankalla” ocurrió entre los 110 y 116 días después de la siembra. Al comparar estos resultados con los obtenidos en el presente estudio, se observa

que la madurez fisiológica reportada por Rodríguez es inferior, ya que en este trabajo se alcanzó a los 101-106 días.

#### **d) Días a la madurez de cosecha**

La madurez de cosecha de la quinua también se muestra como la más precoz con aplicación de niveles gallinaza compostada se cosechó a los 109 dds y la aplicación de abono químico lo hace a los 116 dds.

Rodríguez (2024), en su investigación sobre formas de siembra y niveles de gallinaza realizada en el Centro Experimental Canaán, reporta que la madurez de cosecha para la variedad “Pasankalla” ocurrió entre los 117 y 123 días después de la siembra. Sin embargo, al comparar estos resultados con los obtenidos en el presente estudio, se observa que la madurez de cosecha es inferior, ya que en este trabajo se alcanzó entre los 109 y 116 días.

De los resultados se puede deducir que los niveles de gallinaza compostada que se utilizó en el cultivo de la quinua tienen un efecto positivo en la precocidad de la quinua.

### **3.2. Variables de rendimiento**

#### **3.2.1. Altura de planta**

**Tabla 3.2**

*Análisis de varianza de altura de planta, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*

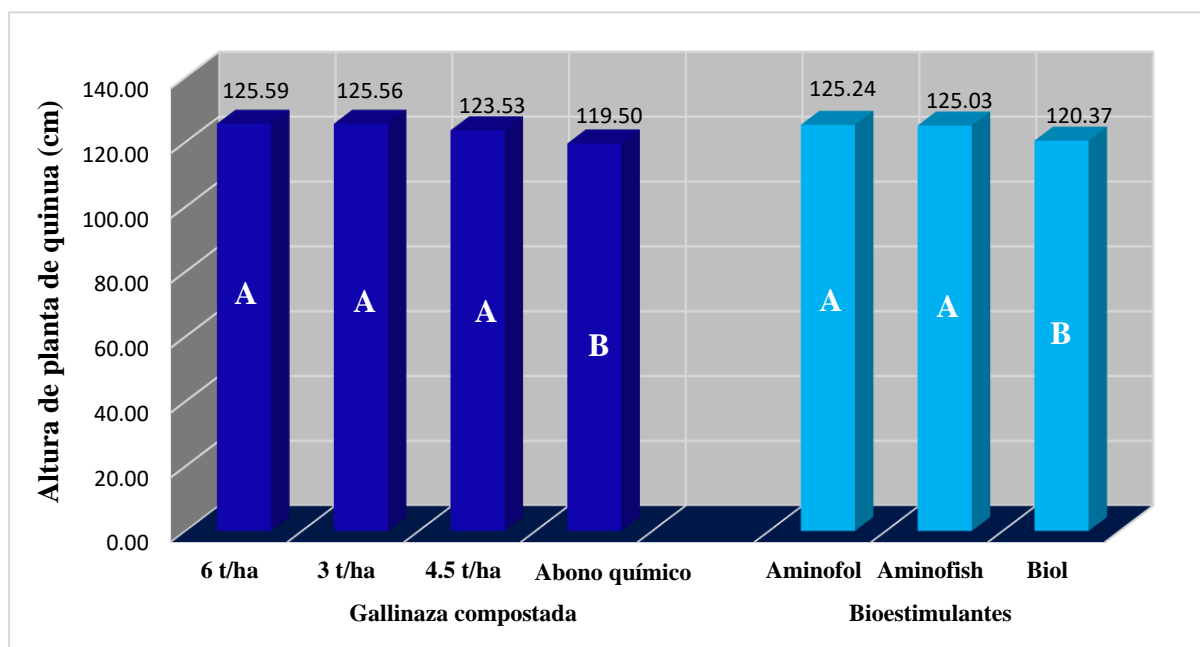
<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	11	605.39	55.04	2.94	0.0151 *
Bloque	2	72.73	36.36	1.94	0.1675 ns
Bioestimulantes (B)	2	182.05	91.03	4.86	0.0179 *
Niveles de Gallinaza (G)	3	221.24	73.75	3.93	0.0218 *
Interacción (G*B)	6	202.1	33.68	1.80	0.1462 ns
Error	22	412.35	18.74		
Total	35	1090.47			

CV= 3.5 %

El análisis de varianza de altura de planta (Tabla 3.2) muestra que hay significancia estadística para las fuentes de variancia de tratamientos, bioestimulantes y niveles gallinaza compostada; pero la interacción de bioestimulantes con niveles gallinaza compostada no presentó significancia estadística. El coeficiente de variación es de 3.5%, expresando una buena precisión del experimento. Los resultados de ANVA denotan que los niveles de gallinaza compostada, bioestimulantes y tratamientos influyen en la altura de planta, en forma independiente.

**Figura 3.1**

*Prueba de Tukey, de altura de planta, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*



La prueba de Tukey (Figura 3.1) muestra que los tratamientos con gallinaza compostada a niveles de 6 t ha<sup>-1</sup>, 3 t ha<sup>-1</sup> y 4.5 t ha<sup>-1</sup> presentaron alturas de planta de 125.9 cm, 125.56 cm y 123.53 cm, respectivamente. No se encontró una diferencia estadística significativa entre estos valores. En cambio, con el uso de abono químico, la altura de planta fue de 119.50 cm, lo que evidenció una diferencia estadística significativa respecto a los otros valores estudiados.

De igual manera, la prueba de Tukey (Figura 3.1) indica que los tratamientos con los bioestimulantes Aminofol y Aminofish mostraron alturas de planta de 125.24 cm y 125.03 cm, respectivamente, sin presentar una diferencia estadística significativa entre ambos valores. Por

otro lado, el tratamiento con biol resultó en una altura de planta de 120.37 cm, evidenciando una diferencia estadística significativa respecto a los otros valores señalados.

Castro (2019), en su investigación sobre los niveles de gallinaza en el cultivo de quinua, reporta una altura de planta de 130.70 cm para la variedad Pasankalla. Al comparar estos resultados con los obtenidos en el presente estudio, se observa que la altura de planta registrada por dicho autor es superior.

Los resultados son congruentes con lo obtenido por Ochoa et al. (2023) quienes al aplicar gallinaza en el cultivo de zanahoria observaron que la altura de las plantas a los 30, 60 y 90 días fue superior a cuando no se aplicó gallinaza.

Fernández y Ramos (2016), en su trabajo de investigación sobre aplicación de bioestimulante (Ergostin) en la altura de planta de quinua, el resultado fue con 117.68 cm. Comparando con los resultados observamos que la altura de planta por dicho autor es inferior.

Los resultados obtenidos por la acción del Aminofol son concordantes con lo hallado por (Cruz, 2016), quien en su estudio obtuvo un mayor crecimiento de plantas de acelga en un sistema hidropónico después de aplicar aminofol (500 ml ha<sup>-1</sup>).

### 3.2.2. Longitud de la panoja

**Tabla 3.3**

*Análisis de varianza de longitud de panoja, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*

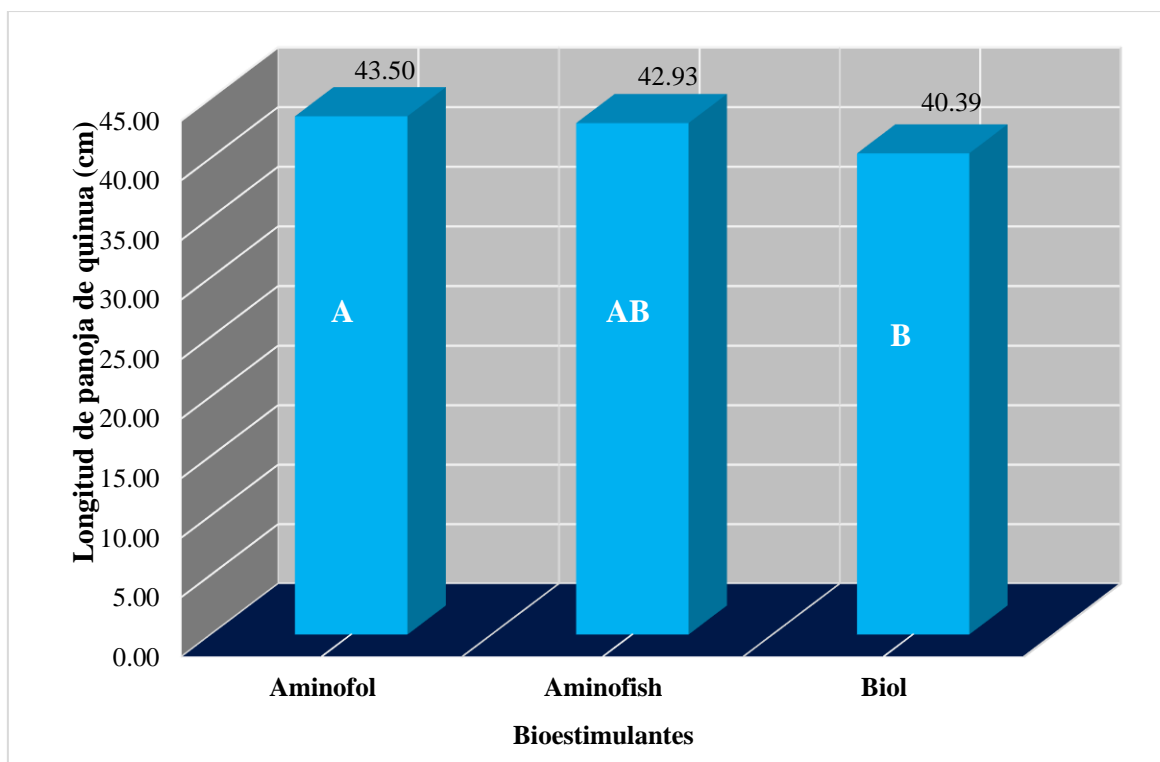
<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	11	119.85	10.90	1.72	0.1350 ns
Bloque	2	52.53	26.27	4.14	0.0298 *
Bioestimulantes (B)	2	65.77	32.89	5.18	0.0143 *
Niveles Gallinaza (G)	3	14.48	4.83	0.76	0.5283 ns
Interacción (G*B)	6	39.59	6.60	1.04	0.4271 ns
Error	22	139.66	6.35		
Total	35	312.05			

CV= 5.96 %

El análisis de varianza de longitud de panoja (Tabla 3.3) muestra que hay significancia estadística para las fuentes de variancia de bioestimulantes y bloques; pero los tratamientos, niveles de gallinaza compostada y la interacción de niveles de gallinaza compostada con bioestimulantes no presentaron significancia estadística. El coeficiente de variación es de 5.96 %, expresando una buena precisión del experimento. Los resultados de ANVA denotan que los bioestimulantes influyen en la longitud de panoja, en forma independiente.

**Figura 3.2**

*Prueba de Tukey, de longitud de panoja, con dosis de bioestimulantes y en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*



La prueba de Tukey (Figura 3.2) denota que el abonamiento con bioestimulante Aminofol y aminofish presentó la longitud de panoja de 43.50 cm y 42.93 cm, respectivamente, sin demostrar diferencia estadística entre ambos valores; mientras con abonamiento biol, la longitud de panoja fue 40.39 cm, sin demostrar diferencia estadística con Aminofish, pero demostrando diferencia estadística con Aminofol.

Puentestar (2017), en su trabajo de estudio sobre el rendimiento agronómico del cultivo de quinua con la aplicación de bioestimulantes foliares (aminoácidos), reporta que la longitud de

la panoja es de 38.70 cm. Comparando con los resultados observamos que la longitud de la panoja por dicho autor es inferior.

Fernández y Ramos (2016), en su trabajo de investigación sobre aplicación de bioestimulante (Ergostin) a la longitud de la panoja de la quinua, el resultado de la longitud de la panoja fue con 59.20 cm. Comparando con los resultados observamos que la longitud de la panoja por dicho autor es superior.

La disponibilidad en el suelo de nutrientes, agua durante su desarrollo y crecimiento está influenciada por las condiciones medioambientales, tal es así que un bioestimulante comercial Aminofol influye positivamente en el aumento de la longitud de panoja, ya que existe una mayor disponibilidad de nutrientes. Es importante destacar que una mayor longitud de panoja está estrechamente relacionada con un aumento en la producción de grano de quinua. Esto se debe a que una panoja más larga suele implicar un mayor número de granos, lo cual contribuye a un rendimiento más alto en la cosecha.

### 3.2.3. *Peso de panoja*

**Tabla 3.4**

*Análisis de varianza de peso de panoja, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	11	579.40	52.67	3.18	0.0100 *
Bloque	2	22.92	11.46	0.69	0.5109 ns
Bioestimulantes (B)	2	74.72	37.36	2.26	0.1283 ns
Niveles Gallinaza (G)	3	277.34	92.45	5.59	0.0053 **
Interacción (G*B)	6	227.34	37.89	2.29	0.0721 ns
Error	22	364.11	16.55		
Total	35	966.43			

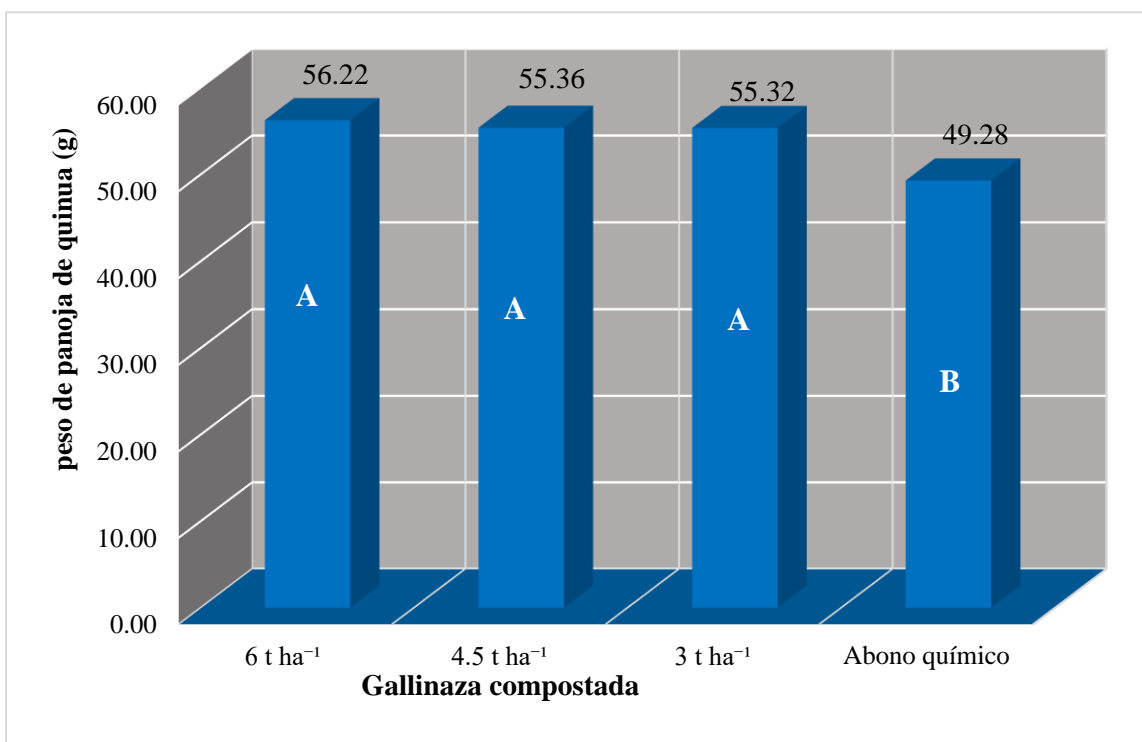
CV= 7.53 %

El análisis de varianza (ANVA) de la longitud de panoja (Tabla 3.4) muestra que existen significancia estadística en cuanto a los tratamientos y los niveles de gallinaza compostada, lo que indica que estos factores tienen un impacto relevante sobre la longitud de la panoja. Sin embargo, no se encontraron significancia estadística con respecto a los bioestimulantes ni a la

interacción entre los niveles de gallinaza compostada y los bioestimulantes, lo que sugiere que estos factores no influyen de manera independiente sobre la longitud de la panoja en el contexto del estudio. El coeficiente de variación de 7.53 % refleja una buena precisión en el experimento, lo que significa que los resultados son consistentes y fiables. En resumen, el análisis de varianza revela que tanto los niveles de gallinaza compostada como los tratamientos tienen un efecto directo sobre la longitud de la panoja, sin interferencia significativa de los bioestimulantes o su interacción con la gallinaza compostada.

### Figura 3.3

*Prueba de Tukey, de peso de panoja, con niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*



La prueba de Tukey (Figura 3.3) denota que el abonamiento con gallinaza compostada en niveles 6 t ha<sup>-1</sup>, 4.5 t ha<sup>-1</sup> y 3 t ha<sup>-1</sup> presentó el peso de panoja de 56.22 g, 55.36 g y 55.32 g, respectivamente, sin demostrar diferencia estadística entre estos valores; mientras con abono químico el peso de panoja fue 49.28 g, demostrando diferencia estadística de otros valores señalados.

Romero (2024), en su estudio, reporta que el mayor peso de panoja se obtuvo con la dosis de 6 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza, alcanzando un peso de 45.55 g en la variedad Pasankalla. Al comparar estos

resultados con los obtenidos en el presente trabajo, se observa que el peso de la panoja reportado por dicho autor es menor.

En experimentos realizados en Canaán, Llamocca (2018) evaluó niveles de gallinaza en el cultivo de quinua y encontró pesos de panoja con la aplicación de 6 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza de 87.8 g, 79.3 g y 73.1 g para los cultivares Hualhuas, Blanca Junín y Salcedo INIA, respectivamente. Comparando estos valores con los resultados del presente estudio, se observa que el peso de la panoja reportado por Llamocca es superior.

Según Llamocca (2018), el peso de la panoja tiene una relación directa con el rendimiento del cultivo de quinua, por lo que es fundamental tener precaución en el manejo agronómico, especialmente en lo que respecta a la disponibilidad de nutrientes para las plantas. En su análisis regresivo, se observa que, a medida que aumenta el nivel de gallinaza, también lo hace el peso de la panoja, aunque este incremento está condicionado por las condiciones medioambientales y la fertilidad del suelo.

### 3.2.4. Rendimiento de grano de quinua

**Tabla 3.5**

*Análisis de varianza del rendimiento de grano, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	11	4142165.32	376560.48	15.82	<0.0001 **
Bloque	2	99708.00	49854.00	2.09	0.1471 ns
Bioestimulantes (B)	2	24833.14	12416.57	0.52	0.6009 ns
Niveles Gallinaza (G)	3	4027648.53	1342549.51	56.39	<0.0001 **
Interacción (G*B)	6	89683.642	14947.27	0.63	0.7064 ns
Error	22	523772.907	23807.86		
Total	35	4765646.22			

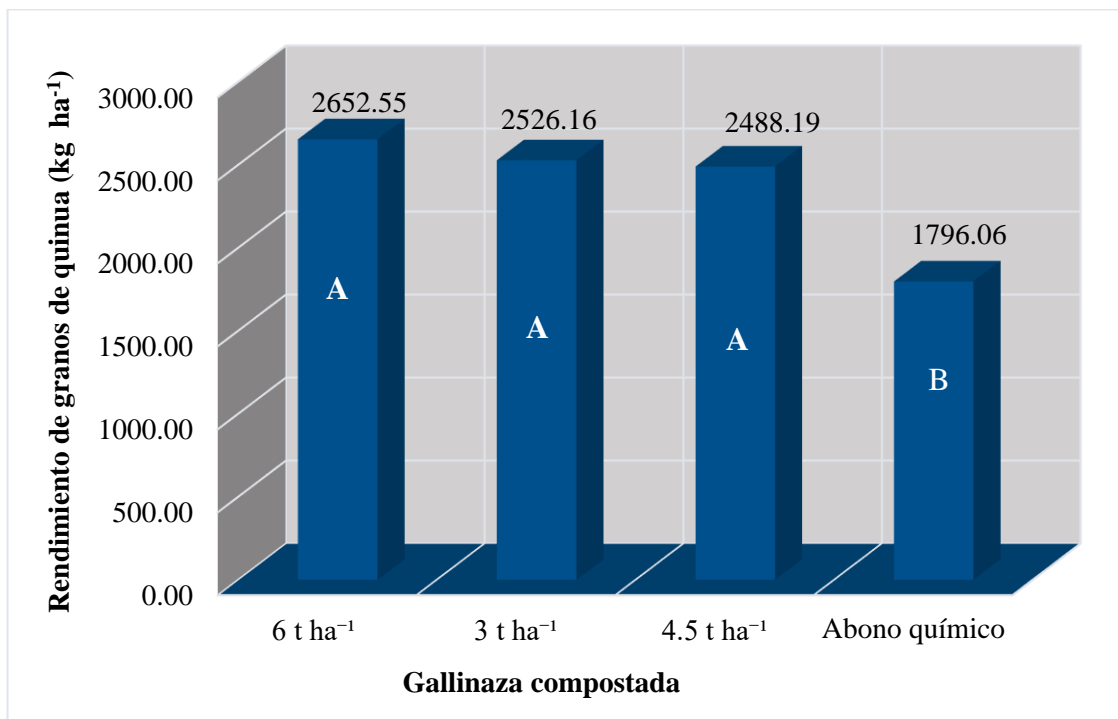
CV= 6.52%

El análisis de varianza de la longitud de la panoja (Tabla 3.5) muestra una alta significancia estadística para los factores de variancia relacionados con los tratamientos y los niveles de gallinaza compostada. Sin embargo, los bioestimulantes y la interacción entre los niveles de gallinaza compostada y los bioestimulantes no mostraron significancia estadística. El

coeficiente de variación de 6.52% indica una excelente precisión en el experimento. Según los resultados del ANVA, se concluye que los bioestimulantes afectan el rendimiento del grano de quinua de manera independiente, sin depender de la interacción con otros tratamientos.

**Figura 3.4**

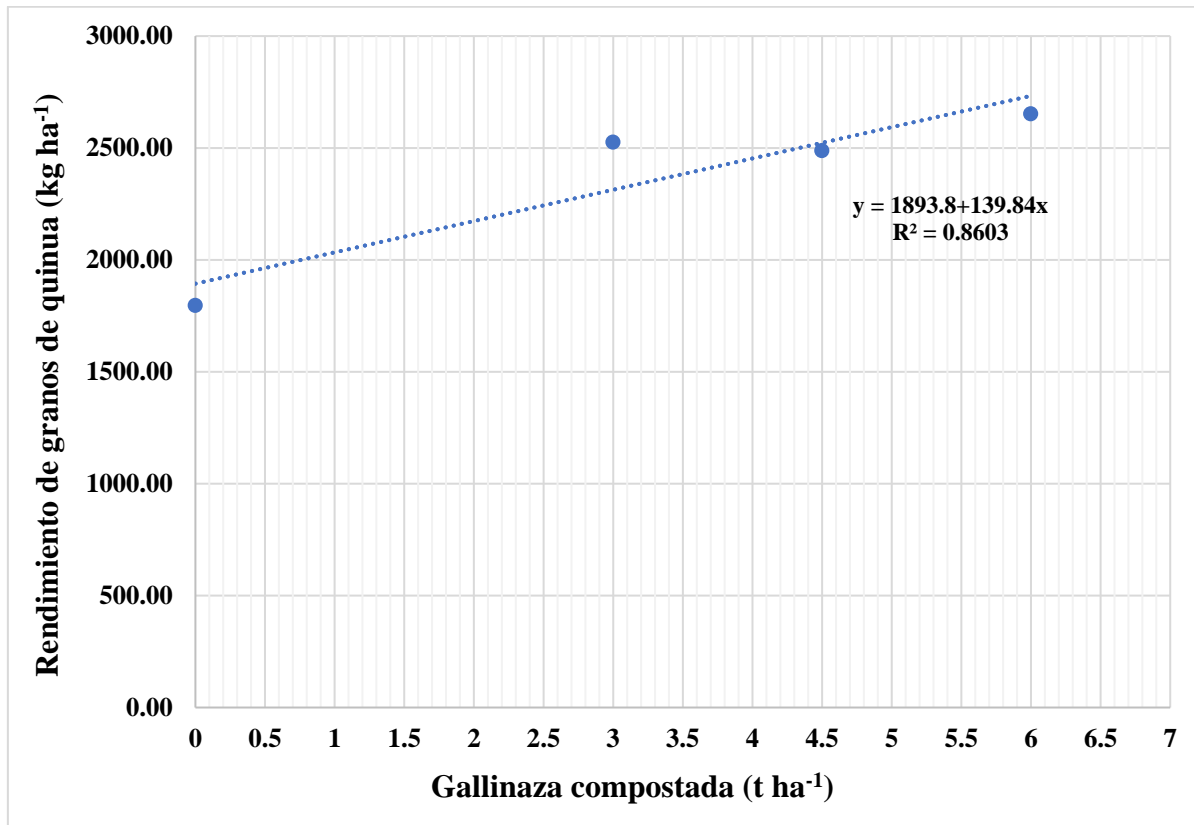
*Prueba de Tukey, rendimiento de granos, con niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*



La prueba de Tukey (Figura 3.4) denota que el abonamiento con gallinaza compostada en niveles 6 t ha<sup>-1</sup>, 3 t ha<sup>-1</sup> y 4.5 t ha<sup>-1</sup> presentó el rendimiento de grano de 2652.55 kg ha<sup>-1</sup>, 2526.16 kg ha<sup>-1</sup> y 2488.19 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sin demostrar diferencia estadística entre estos valores; mientras con abono químico el rendimiento de grano fue 1796.06 kg ha<sup>-1</sup>, demostrando diferencia estadística de otros valores señalados.

**Figura 3.5**

*Análisis de tendencia de regresión lineal del rendimiento de granos, niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*



Se observa (Figura 3.5) que el rendimiento de granos de la quinua es creciente de manera que va aumentando el nivel de abonamiento de gallinaza compostada. El rendimiento de quinua si no se agrega gallinaza compostada se puede estimar un promedio de 1893.8 kg ha<sup>-1</sup>.

Al efectuar el análisis de tendencia del rendimiento en función de los niveles de gallinaza compostada, se identificó una tendencia lineal positiva. El modelo matemático correspondiente es  $Y = 1893.8 + 139.84x$ , lo que indica que a medida que aumenta el nivel de gallinaza compostada, también se incrementa el rendimiento de granos de quinua.

Villanueva (2021), en su investigación sobre el rendimiento de quinua en condiciones de agricultura orgánica en la localidad de Aramachay - Junín, reporta que la variedad Pasankalla alcanzó un rendimiento de 2210.9 kg ha<sup>-1</sup>. Al comparar estos resultados con los obtenidos en el presente estudio, se observa que el rendimiento registrado por dicho autor es inferior. Esto podría deberse a diferencias en el manejo agronómico, condiciones edafoclimáticas o niveles de fertilización aplicados.

Rodríguez (2024), en su investigación sobre formas de siembra y niveles de gallinaza realizada en el Centro Experimental Canaán, reportó un rendimiento máximo de 3451.3 kg ha<sup>-1</sup> en el sistema de siembra por golpes con una dosis de 4 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza. Al contrastar estos resultados con los obtenidos en el presente estudio, se observa que el rendimiento registrado por dicho autor es superior. Esta diferencia podría atribuirse a factores como el método de siembra, la eficiencia en el aprovechamiento de nutrientes, el manejo agronómico o las condiciones ambientales durante el desarrollo del cultivo.

Rodríguez (2024) señala que la aplicación de gallinaza en combinación con la siembra a golpe de semillas de quinua puede tener un efecto positivo en el rendimiento del cultivo, ya que contribuye a mejorar la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua. Este manejo favorece un entorno más adecuado para el desarrollo radicular y la absorción eficiente de nutrientes, lo que se traduce en un mejor crecimiento de las plantas y un incremento en la productividad.

### 3.2.5. *Peso de 1000 semillas de quinua*

**Tabla 3.6**

*Análisis de varianza de peso de 1000 semillas, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	11	0.20	0.02	1.83	0.1104 ns
Bloque	2	0.01	0.01	0.43	0.6581 ns
Bioestimulantes (B)	2	0.01	0.01	0.44	0.6493 ns
Niveles Gallinaza (G)	3	0.09	0.03	1.99	0.1449 ns
Interacción (G*B)	6	0.10	0.02	1.20	0.3409 ns
Error	22	0.31	0.01		
Total	35	0.53			

CV= 3.24 %

El análisis de varianza correspondiente a la longitud de panoja (Tabla 3.6) indica que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, los tipos de bioestimulantes, los niveles de gallinaza compostada, ni en su interacción. El coeficiente de variación obtenido fue de 3.24 %, lo cual refleja una adecuada precisión experimental. De acuerdo con los resultados del ANVA, se concluye que ni la aplicación de bioestimulantes ni

los niveles de gallinaza compostada empleados ejercieron un efecto significativo sobre el peso de 1000 semillas de quinua.

El peso promedio de 1000 semillas de quinua obtenido en el presente experimento fue de 3.7 gramos, considerando la aplicación de los tratamientos con 6 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza compostada, así como los bioestimulantes Aminofol, Aminofish y Biol. Este valor representa una característica constante del cultivo bajo las condiciones establecidas, sin diferencias significativas entre tratamientos, según lo evidenciado en el análisis de varianza.

Rodríguez (2024), en su investigación sobre formas de siembra y niveles de gallinaza realizada en el Centro Experimental Canaán, señala que el peso de 1000 semillas de quinua está influenciado por las condiciones climáticas. En su estudio, reportó un peso de 3.7 g al aplicar el cultivo en golpes con 4 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza. Al comparar con los resultados obtenidos en el presente experimento, se observa que el peso de 1000 semillas es similar.

INIA (2014) indica que el peso de 1000 semillas en la variedad Pasankalla oscila entre 3.5 y 3.7 g. Al comparar esta referencia con los resultados obtenidos en el presente estudio, se observa que el peso registrado de 3.7 g es similar al valor máximo reportado por dicha fuente, lo que confirma la coherencia del dato con los rangos establecidos para esta variedad.

## CONCLUSIONES

1. Las variables evaluadas durante las etapas fenológicas, denota que el abonamiento con niveles de gallinaza compostada mostró mejores resultados en la precocidad de quinua.
2. La aplicación del 6 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza compostada, complementada con bioestimulante Aminofol, tuvo un efecto positivo en el cultivo de quinua, reflejándose en una altura de planta de 125.24 cm, una longitud de panoja de 43.50 cm y un peso de panoja de 56.22 g. Asimismo, con el tratamiento presentó el mayor rendimiento de grano, alcanzando 2652.55 kg ha<sup>-1</sup>.

## **RECOMENDACIONES**

1. Utilizar gallinaza compostada en niveles de  $6 \text{ t ha}^{-1}$  en el abonamiento de quinua, debido a que favorece de manera significativa en el rendimiento y la precocidad de la quina.
2. Se recomienda el uso del bioestimulante Aminofol, ya que contribuye significativamente al incremento en la altura de la planta y a una mayor longitud de panoja en el cultivo de quinua.
3. Seguir la investigación sobre bioestimulantes aminofol y aminofish en otros cultivos sostenibles en la región, debido a los efectos positivos que brindan en el cultivo de quinua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFECOR. (2022). Aminofol. *Ficha técnica*, 1-2. Obtenido de <https://www.afecor.com/catalogo/aminofol/.pdf>
- AGROBANCO. (2012). Especial del cultivo de quinua. *Agropecuaria*(7), 7. Obtenido de <https://www.agrobanco.com.pe/wpcontent/uploads/2017/07/REVISTA-AGROPECUARIA-07.pdf>.
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú* (Primera ed.). Mey lin Chiang (FAO). Obtenido de <https://www.fao.org/3/as890s/as890s.pdf>
- BIORMIN, A. (2020). Gallinaza compostada. *Ficha Técnica* (1), 1-2. Consultado el 25 de Mayo de 2023
- BioStar. (s.f.). Aminofol. *Ficha Técnica* (1), 1-3. México. Obtenido de <https://www.biostar.mx/aminofolmicros.pdf>
- Bioval. (2017). Aminofish. *Ficha Técnica*, 1. España. Obtenido de <https://dlbioval.es/wp-content/uploads/2017/07/Bio-Aminofish-30.pdf>
- Castro, R. (2019). *Niveles de gallinaza en tres variedades de Quinua (Chenopodium quinoa Willd.), Viscachayoc - Los Morochucos a 3,500 msnm – Ayacucho*. Tesis de título profesional de Ing. Agrónomo, UNSCH, Ayacucho.
- Calla, J. (2012). *Manejo agronómico del cultivo de la Quinua*. Agrobanco. Ayacucho.
- Chiriboga, H., Gómez, G., & Andersen, J. (2015). *Abono Orgánico Sólido (Compost) y Líquido (biol)*. Asunción: IICA.
- DRAA. (s.f). *Cultivo de la quinua en Ancash*. Ancash: RR.PP de la DRAA.
- Fagro. (2010). Amonofish. *Ficha Técnica*. Perú. Obtenido de [https://fagro.mx/fichas-tecnicas/FT%20AMINOFISH%20\(MEX\)%202018.pdf](https://fagro.mx/fichas-tecnicas/FT%20AMINOFISH%20(MEX)%202018.pdf)
- Estrada, M. ( 2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Lasallista de Investigación*, 2(1), 43-48.

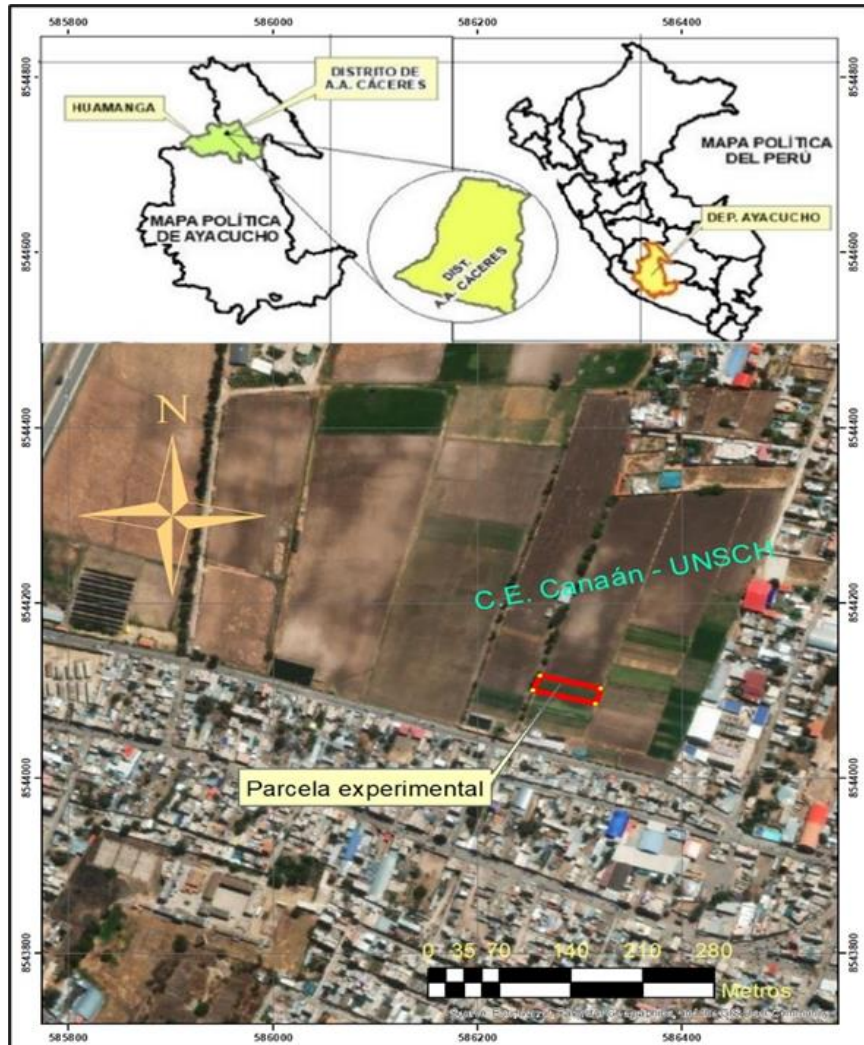
- Estrada, R. (2013). Cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Comité de Ediciones y Publicaciones de la EEA Andenes Cusco.
- FAO. (2013). *Plataforma de información de la quinua*. USDA. Obtenido de <https://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/es/>
- FAO & UNALM (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Consultado el 18 de Mayo de 2023
- Fernandez, I., & Laureano, L. (2022). *Efecto de tres bioestimulantes en la producción de dos variedades de cañihua (Chenopodium pallidicaule A.) en condiciones de Huariaca*. Cerro de Pasco: UNDAC. Obtenido de [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2981/1/T026\\_72473554\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2981/1/T026_72473554_T.pdf)
- Garro, J. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Costa Rica. Consultado el 23 de Mayo de 2023
- IICA. (2015). *El mercado y la producción de quinua en el Perú*. Lima. Consultado el 21 de Abril de 2023
- INTAGRI. (2015). *La Gallinaza Como Fertilizante*. Serie Agricultura Orgánica. Núm. 5. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- INIA. (2006). *Quinua inia 415 Pasankalla*. Puno. obtenido de <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/656/1/Trip-Quinua-INIA415.pdf>
- INIA. (2014). *Cultivos Andinos, Nuevos Productos para el Mercado de Exportación*. Arequipa. obtenido de [https://ucsp.edu.pe/archivos/comercioexterior/1\\_NUEVOS\\_PRODUCTOS\\_COMERCIO\\_EXTERIOR-AREQUIPA.pdf](https://ucsp.edu.pe/archivos/comercioexterior/1_NUEVOS_PRODUCTOS_COMERCIO_EXTERIOR-AREQUIPA.pdf)
- Jorquera, Y., & Yuri, J. (2006). *Bioestimulantes*. Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca. Consultado el 22 de Mayo de 2023.

- Llamocca, M. (2018). *Niveles de gallinaza en el rendimiento de tres variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) de grano blanco, bajo labranza de conservación. Canaán 2750 msnm - Ayacucho*. Tesis Ing. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH, Ayacucho, Perú.
- Lopez, N. (2021). *Efecto de bioestimulantes con dos dosis en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arveja (Pisum sativumL.) variedad alderman en Choclococha - Pomacocha – Huancavelica*. Huancavelica: UNH.
- Mejia, Y. (2024). *Niveles de gallinaza, fertilización N,P,K y microorganismos eficientes en el rendimiento de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) comunidad de Casaorcco-Carmen Alto (3300 msnm) - Ayacucho*. Tesis Ing. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH, Ayacucho, Perú.
- MINAGRI. (2017). *La Quinoa: Producción y Comercio del Perú*. Recuperado el 18 de Mayo de 2023
- Palazón, P. (s.f). *Bioestimulantes e inductores de resistencia en el control de las enfermedades de madera*. IDEAGRO.
- Pérez, A. (2005). *Manejo del Cultivo de Quinoa en la Sierra Central*. Lima: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA - INIA. Consultado el 18 de Mayo de 2023. [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/744/2/P%C3%A9rez-Manejo\\_cultivo\\_de\\_quinoa.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/744/2/P%C3%A9rez-Manejo_cultivo_de_quinoa.pdf)
- PROINPA. (2011). *La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. FAO.
- Puentestar, M. (2017). *Evaluación del rendimiento agronómico del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Wild.), a dos distanciamientos de siembra con la aplicación de tres bioestimulantes foliares*. UTB. Ecuador.
- Ramírez, J. (2020). *Respuesta agronómica del cultivo de amaranto (Amaranthus spp.) a la aplicación de dos bioestimulantes orgánicos*. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4848/1/UTC-PIM-000193.pdf>

- Rodríguez, W. (2024). *Formas de siembra y niveles de gallinaza en la producción de Semilla de dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa W.) Canaán 2735 msnm-Ayacucho, 2022*. Tesis Ing. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH, Ayacucho, Perú.
- Sánchez, E. (2020). *Efecto de aplicación de diferentes dosis del ALGAE PLUS (extracto de algas marinas), sobre el rendimiento de quinua (Chenopodium quinoa) variedad rosada de Junín en el Distrito de Yúngar-Carhuaz-Ancash, 2019*. Huaraz: UNASAM. Consultado el 25 de Abril de 2023
- Sociedad Española de Productos Humicos. (2010). *Cultivo de quínoa orgánica (Chenopodium quínoa Willd) El grano dorado tesoro de los Quechuas y Aymaras*. SEPHU. Obtenido de [https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/81972/05\\_1--15.07.10---Cultivo-de-la-Qui--769-noa-Orga--769-nica-2.pdf](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/05_1--15.07.10---Cultivo-de-la-Qui--769-noa-Orga--769-nica-2.pdf)
- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (2015). *Sistema biobolsa*. UAAAS. México. Obtenido de [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/SISTEMA%20BIOBOLSA%20s.f.%20Manual%20del%20BIOL.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SISTEMA%20BIOBOLSA%20s.f.%20Manual%20del%20BIOL.pdf)
- Ticona, J., & Chipana, G. (2022). *Proceso de elaboración del abono orgánico biol*. La Paz, Bolivia.
- Vilca Vives, J., & Carrasco Aquino, G. (2013). *Manejo integrado en el cultivo de quinua. Agrobanco*. Obtenido de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-d-quinua.pdf>
- Villanueva, S. (2021). *Rendimiento de cuatro variedades de Quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en condiciones de agricultura orgánica en la localidad de Aramachay - Junín*. Tesis de facultad de Agronomía. Mantaro, Junín.

# **ANEXOS**

## Anexo 1. El mapa de ubicación geográfica de la parcela experimental



## Anexo 2. El panel fotográfico



Foto 1. Parcela experimental



**Foto 2.** Preparación y surcado de terreno



**Foto 3.** Desinfección de semilla



**Foto 4.** Emergencia de la quinua



**Foto 5.** Aplicación de abono químico en el cultivo



**Foto 6.** Aplicación foliar de bioestimulantes



**Foto 7.** Aporque en el cultivo de la quinua



**Foto 8.** Madures de cosecha



**Foto 9.** Evaluación de altura de planta



**Foto 10.** La evaluación de peso de panoja



**Foto 11.** La evaluación de longitud de panoja



Foto 12. Evaluaciones de rendimientos e la quinua



Foto 13. Evaluaciones de peso de 1000 semillas

### Anexo 3. Análisis físico y químico de suelo



## MULTISERVICIOS AGROLAB

### INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

#### ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

**ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:**

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

Solicitante	Sr. Ismael Achallma Ccorifiahui				Fecha	25/03/2023	
Nombre de proyecto	N/A						
Departamento	Ayacucho	Provincia	Huamanga	Distrito	San Juan Bautista		
Sector	N/A	Altitud	N/A	Coordenadas	N/A		
Uso del suelo							

N° Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS.m-1	CaCO <sub>3</sub> (%)	Nt (%)	MO (%)	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes cambiabiles					% Sat de Bases
Lab	Campo								Arena	Limo	Arcilla			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
									%	%	%								
12209	Canaan	7.45	0.63	0.55	0.12	2.38	38.18	270	39	29	32	Fr.Ar.	28.5	20.20	5.75	1.51	1.03	0.00	100



Ph. D. MARMENI CERDA GÓMEZ  
Responsable de Laboratorio



V°B°

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

## Anexo 4. Análisis químico de Biol



# MULTISERVICIOS AGROLAB

**INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE**

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

**ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:**

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

## RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ABONO

N° 1250067

**Solicitante:** Sr. Ismael Achallma Ccoriñahui

**Muestra:** Biol

**Departamento:** Ayacucho

**Provincia:** Huamanga

**Distrito:** Ayacucho

**Fecha:** 25- 03 - 23

Nº Lab	Muestra	pH	C.E. dS/m	N (ppm)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K <sub>2</sub> O (ppm)
AAF 698	Biol	8.07	21.10	2072.0	156.18	5772.0

Nº Lab	Muestra	CaO (ppm)	MgO (ppm)	Na (ppm)
AAF 698	Biol	793.80	583.00	490.00

Nº Lab	Muestra	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
AAF 698	Biol	21.00	1.00	1.00	7.00



  
**Ph. B. MAWLENI CERBA GÓMEZ**  
Responsable de Laboratorio

**Anexo 5. Promedio de la evaluación de los parámetros estudiados**

Blo.	Tra.	Factores de precocidad				
		Alt. Planta (cm)	Long. Panoja (cm)	Pso. Panoja(g)	Pso. 1000/semillas(g)	Rto. (kg ha <sup>-1</sup> )
I	T1	128.1	47.8	59.5	3.8	2568.8
I	T2	121.1	45.8	56.0	3.8	2539.6
I	T3	124.2	43.9	56.5	3.9	2639.6
I	T4	121.4	41.5	49.0	3.7	1870.8
I	T5	126.7	44.2	58.0	3.8	2408.3
I	T6	122.7	43.5	58.0	3.7	2589.6
I	T7	129.5	43.9	65.0	3.8	3000.0
I	T8	123.7	42.9	48.0	3.7	1804.2
I	T9	116.6	39.8	57.9	3.7	2354.2
I	T10	125.4	36.7	49.5	3.6	2497.9
I	T11	120.2	35.9	53.0	3.7	2502.1
I	T12	112.3	38.3	44.5	3.5	1687.5
II	T1	119.5	39.4	53.5	3.8	2358.3
II	T2	128.7	42.7	58.0	3.6	2489.6
II	T3	126.0	38.8	53.5	3.6	2468.8
II	T4	126.0	38.8	53.5	3.6	1837.5
II	T5	134.9	44.7	63.5	3.8	2683.3
II	T6	129.0	41.3	51.5	3.7	2683.3
II	T7	132.0	42.9	58.0	3.7	2850.0
II	T8	115.1	43.0	49.5	3.6	1962.5
II	T9	123.9	38.5	50.5	3.8	2875.0
II	T10	126.6	40.6	61.7	3.9	2589.6
II	T11	128.0	42.1	56.5	3.7	2670.8
II	T12	116.9	38.5	46.0	3.5	1654.2
III	T1	131.7	44.6	53.0	3.8	2602.1
III	T2	120.8	45.9	56.0	3.7	2381.3
III	T3	121.9	42.5	52.0	3.8	2602.1
III	T4	130.9	43.5	61.0	3.5	1837.5
III	T5	124.4	43.9	51.0	3.5	2481.3
III	T6	120.7	39.9	50.0	3.7	2170.8
III	T7	124.8	47.2	61.0	3.5	2512.5
III	T8	119.4	44.6	46.5	3.9	1687.5
III	T9	124.2	42.9	51.0	3.6	2404.2
III	T10	116.8	47.0	57.5	3.7	2452.1
III	T11	123.7	44.6	50.5	3.8	2627.1
III	T12	109.8	39.8	45.5	3.5	1822.9



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. ISMAEL ACHALLMA CCORIÑAHUI**  
**R.D. N° 082-2025-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los nueve días del mes de mayo del año dos mil veinticinco, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por Dr, José Antonio Quispe Tenorio, M.Sc. Fortunato Álvarez Aquise como asesor, Dr. Rolando Bautista Gómez y el Ing. Juan Benjamín Girón Molina; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Bioestimulantes y gallinaza compostada en la precocidad y rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), Canaán, 2750 msnm - Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el Bachiller **ISMAEL ACHALLMA CCORIÑAHUI**.

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

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. José Antonio Quispe Tenorio	15	13	14	14
M.Sc. Fortunato Álvarez Aquise	15	15	15	15
Dr. Rolando Bautista Gómez	15	13	16	15
Ing. Juan Benjamín Girón Molina	15	13	14	14
<b>PROMEDIO GENERAL</b>				<b>15</b>

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

.....  
**Dr. José Antonio Quispe Tenorio**  
*Presidente*

.....  
**M.Sc. Fortunato Álvarez Aquise**  
*Asesor*

.....  
**Dr. Rolando Bautista Gómez**  
*Jurado*

.....  
**Ing. Juan Benjamín Girón Molina**  
*Jurado*

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



**UNSCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

## CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

### **Bioestimulantes y gallinaza compostada en la precocidad y rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), Canaán, 2750 msnm – Ayacucho**

Autor : Ismael ACHALLMA CCORIÑAHUI  
Asesor : Fortunato ÁLVAREZ AQUISE

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veinte (20 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

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

**Nota:** Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2683965587

Ayacucho, 24 de mayo de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Dr. Yuri Sáñez Gastelu  
Coordinador de Control de originalidad

Bioestimulantes y gallinaza  
compostada en la precocidad y  
rendimiento de quinua  
(*Chenopodium quinoa* W.),  
Canaán, 2750 msnm –  
Ayacucho

*por* Ismael Achallma Ccoriñahui

---

**Fecha de entrega:** 24-may-2025 07:52p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2683965587

**Nombre del archivo:** Trabajo\_de\_final\_Ismael\_Achallma\_Ccoriñahui.docx (12.37M)

**Total de palabras:** 21630

**Total de caracteres:** 114413

# Bioestimulantes y gallinaza compostada en la precocidad y rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), Canaán, 2750 msnm – Ayacucho

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	7%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	docobook.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	vdocuments.com.br Fuente de Internet	1%
7	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Peruana Union Trabajo del estudiante	<1%

---

9	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://apirepositorio.unh.edu.pe">apirepositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://dspace.unl.edu.ec">dspace.unl.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
15	<a href="http://dsm.iea.org">dsm.iea.org</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
18	<a href="http://documentop.com">documentop.com</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %

---

[cybertesis.unmsm.edu.pe](http://cybertesis.unmsm.edu.pe)

20

Fuente de Internet

<1 %

21

[repositorio.umsa.bo](http://repositorio.umsa.bo)

Fuente de Internet

<1 %

22

[animalesyplantasdeperu.blogspot.com](http://animalesyplantasdeperu.blogspot.com)

Fuente de Internet

<1 %

23

[fdocuments.ec](http://fdocuments.ec)

Fuente de Internet

<1 %

24

[repositorio.utea.edu.pe](http://repositorio.utea.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

25

[orcid.org](http://orcid.org)

Fuente de Internet

<1 %

26

[repositorio.unh.edu.pe](http://repositorio.unh.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

27

[dspace.ueb.edu.ec](http://dspace.ueb.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

28

[tesis.ucsm.edu.pe](http://tesis.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

**Bioestimulantes y gallinaza compostada en la precocidad y rendimiento de quinua  
(*Chenopodium quinoa* W.), Canaán, 2750 msnm – Ayacucho**

Achallma Ccoriñahui, Ismael

[ismael.achallma.01@unsch.edu.pe](mailto:ismael.achallma.01@unsch.edu.pe)

Álvarez Aquisé, Fortunato

[fortunatol.alvarez@unsch.edu.pe](mailto:fortunatol.alvarez@unsch.edu.pe)

**Área de investigación:** Medio Ambiente

**Línea de investigación:** Sistema de producción agrícola

**RESUMEN**

El trabajo de investigación se realizó durante la campaña agrícola 2023, en el Centro Experimental Canaán, perteneciente a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, con los siguientes objetivos: a) Evaluar la influencia de bioestimulantes y gallinaza compostada en la precocidad de la quinua, y b) Evaluar la influencia de bioestimulantes y gallinaza compostada en el rendimiento del cultivo de quinua. El experimento se hizo utilizando un Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial, evaluándose cuatro niveles de abonamiento conformado por (3.0, 4.5 y 6.0 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza compostada), y un testigo (180-00-00 de NPK) y tres bioestimulantes (Aminofol, Aminofish y Biol en dosis comerciales). De la interacción resultaron 12 tratamientos, cada uno con tres repeticiones. La unidad experimental fue una parcela de 21.6 m<sup>2</sup> donde se realizaron todas las labores agronómicas desde la siembra hasta la cosecha, evaluándose variables relacionados con la precocidad y el rendimiento. Los resultados muestran que la aplicación de 6 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza compostada produjo la mayor altura de planta (125.59 cm), el mayor peso de panoja (56.22 g) y el mayor rendimiento total de granos (2652.55 kg ha<sup>-1</sup>). La mayor longitud de panoja (43.50 cm) se obtuvo con la aplicación foliar del bioestimulante Aminofol. Por otro lado, la aplicación de diferentes niveles de gallinaza compostada al suelo aumentó días a la emergencia de quinua, el pleno panojamiento, la madurez fisiológica y madurez a la cosecha.

**Palabras clave:** Quinua, bioestimulante, gallinaza compostada.

## ABSTRACT

The research work was carried out during the 2023 agricultural campaign, at the Canaán Experimental Center, belonging to the National University of San Cristóbal de Huamanga, with the following objectives: a) Evaluate the influence of biostimulants and composted chicken manure on the precocity of quinoa, and b) Evaluate the influence of biostimulants and composted chicken manure on quinoa crop yield. The experiment was carried out using a Completely Randomized Block Design (CRBD) with a factorial arrangement, evaluating four levels of fertilizer consisting of (3.0, 4.5 and 6.0 t ha<sup>-1</sup> of composted chicken manure), and a control (180-00-00 of NPK) and three biostimulants (Aminofol, Aminofish and Biol at commercial doses). The interaction resulted in 12 treatments, each with three replicates. The experimental unit was a 21.6 m<sup>2</sup> plot where all agronomic tasks were carried out from sowing to harvest, evaluating variables related to earliness and yield. The results show that the application of 6 t ha<sup>-1</sup> of composted chicken manure produced the highest plant height (125.59 cm), the highest panicle weight (56.22 g), and the highest total grain yield (2652.55 kg ha<sup>-1</sup>). The greatest panicle length (43.50 cm) was obtained with foliar application of the biostimulant Aminofol. Furthermore, the application of different levels of composted chicken manure to the soil increased the number of days to quinoa emergence, full panicking, physiological maturity, and maturity at harvest.

**Keywords:** Quinoa, biostimulant, composted chicken manure.

## I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo ancestral originario de los Andes peruanos y de la región andina de América del Sur. La producción nacional de quinua ha experimentado un notable incremento en la última década, con una tasa de crecimiento anual promedio del 9.0%, al pasar de 52 130 toneladas en 2013 a 113 355 toneladas en 2022. El rendimiento promedio nacional de 1 639 kg ha<sup>-1</sup>, en tanto Ayacucho consigue una producción con rendimiento de 1 836 kg ha<sup>-1</sup>. Las principales producciones nacionales de la quinua de 2022 son Puno (45 188 toneladas), Ayacucho (27 147 toneladas) y Apurímac (12 825 toneladas), (MIDAGRI, 2023, pp. 4-5).

La quinua es un grano de elevado valor nutricional, y su contenido proteico varía entre el 13.8% y el 21.90%, dependiendo de la variedad. Este alto contenido en proteínas se destaca por su riqueza en aminoácidos esenciales, la quinua se considera el único alimento del reino vegetal

que puede aportar todos los aminoácidos esenciales, los cuales se acercan mucho a los estándares de la nutrición humana (PROINPA, 2011, p. 7).

La gallinaza compostada cuando se utiliza correctamente demuestra ser un fertilizante muy eficaz. Este material cuenta con un buen aporte de contenido de nitrógeno, junto con una abundante presencia de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y otros o algunos micronutrientes. La utilización de gallinaza en el suelo también mejora la calidad, la fertilidad y la cantidad de materia orgánica en el suelo (INTAGRI, 2015, p. 4).

Los bioestimulantes poseen una composición amplia, a menudo formulada a partir de extractos o hormonas de plantas metabólicamente activas, como aminoácidos y ácidos orgánicos. Estas sustancias se emplean especialmente para mejorar el crecimiento y la productividad de las vegetales, precisamente como para soportar periodos de estrés. Cuando se trata de estimular el crecimiento, intervienen tres hormonas principales: auxinas, giberelinas y citoquininas (Jorquera & Yuri, 2006, p. 1).

Por lo tanto, es indispensable llevar a cabo estudios de investigación en las situaciones de nuestra región, que determinan la importancia de bioestimulantes y gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Esto accederá ofrecer opciones para el progreso de la agricultura de forma sostenible, ecológica con el medio ambiente, consiguiendo neutralizar el uso desmedido de los recursos químicos.

### **Objetivo General**

Evaluar la influencia de bioestimulantes y gallinaza compostada en la precocidad y rendimiento de quinua en el Centro Experimental Canaán.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar la influencia de bioestimulantes y gallinaza compostada en la precocidad de quinua.
2. Evaluar la influencia de bioestimulantes y gallinaza compostada en el rendimiento de quinua.

## **II. METODOLOGÍA**

### **Ubicación geográfica**

La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental Canaán, perteneciente a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, a una altitud de 2750 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas UTM son: Latitud Sur 13°08'05'' y Longitud Oeste 74°12'14''.

### **Análisis químico y físico del suelo**

Según análisis químico y físico del suelo, del campo experimental presento los resultados. El valor de pH indica una ligera alcalinidad. El contenido de materia orgánica, con un 2.38%, clasifica al suelo como de contenido medio. En cuanto a los nutrientes, se identificó un nivel medio de nitrógeno (0.12%), un contenido muy alto de fósforo (38.18 ppm) y un nivel alto de potasio (270.0 ppm). Según la proporción de partículas texturales arena, limo y arcilla, el suelo se clasifica como franco arcilloso.

### **Gallinaza compostada**

El producto comercial “TERRASUR”, presentación en sacos de 40 kg. El contenido de nutrientes es: 47.9% de materia orgánica; 2.42% de nitrógeno total; 5.89% de fósforo ( $P_2O_5$ ) y 4.28 % de potasio ( $K_2O$ ).

### **Bioestimulantes**

Aminofol, es un fertilizante en forma líquida que incluye el 5.0% de un derivado del ácido thiazolidin-4-carboxílico “AATC”, el 0.10% de ácido fólico y dosis reducidas de coadyuvantes y estabilizadores (AFECOR, 2017). Aminofish, ofrece complejo de macro y micronutrientes, Proteínas y aminoácidos, y Aceites indispensables. Estos compuestos se asimilan rápidamente y fomentan un óptimo crecimiento de la planta. La inclusión de aminoácidos y grupos funcionales, convierten a Aminofish en un producto que funciona en sinergia con otros componentes, al facilitar su asimilación y penetración en la planta (FAGRO, 2010). Biol, presenta los tres nutrientes principales que contiene son: nitrógeno (10%), fósforo (4%) y potasio (3%), aunque estos valores pueden variar según la calidad de los materiales usados en el compostaje.

### **Material genético (semilla de quinua INI 415-Pasankalla)**

Se empleó semilla de la variedad INIA 415-Pasankalla, reconocida por su alta adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de la zona. Esta semilla fue adquirida a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

### **Diseño experimental**

Para la disposición de las unidades experimentales se aplicó un “Diseño de Bloque Completo Randomizado” (DBCR) con arreglo factorial, estudiándose 4 fuentes de abonamiento (3 niveles de gallinaza compostada “3.0, 4.5 y 6.0 t ha<sup>-1</sup>” y 1 nivel de abonamiento químico “180-00-00 NPK”) y 3 bioestimulantes diferentes (aminofol, aminofish y biol preparado), se formó 12 tratamientos, con cada uno con 3 repeticiones y un total de 36 unidades experimentales.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Variables de precocidad

**Tabla 3.1**

*Fases fenológicas de la planta, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*

Tratamientos	Variables estudiadas	Días a la emergencia	Días al pleno panojamiento	Días a la madurez fisiológica	Días a la madurez de cosecha
<b>T-1</b>	Aminofol + 3.0 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
<b>T-2</b>	Aminofol + 4.5 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
<b>T-3</b>	Aminofol + 6 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
<b>T-4</b>	Aminofol + Abono Químico “180-00-00 NPK”	5	51	105	116
<b>T-5</b>	Aminofish + 3 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
<b>T-6</b>	Aminofish + 4.5 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
<b>T-7</b>	Aminofish + 6 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
<b>T-8</b>	Aminofish + Abono Químico “180-00-00 NPK”	6	51	105	116
<b>T-9</b>	Biol preparado + 3 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
<b>T-10</b>	Biol preparado + 4.5 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	102	109
<b>T-11</b>	Biol preparado + 6 t ha <sup>-1</sup> de gallinaza compostada	5	50	101	109
<b>T-12</b>	Biol preparado + Abono Químico “180-00-00 NPK”	6	53	106	116

Días a la emergencia, indica el cultivo de quinua ocurrió a los 5 y 6 dds, con aplicación de gallinaza compostada y con abono químico, respectivamente. Castro (2019), abonando con 1.5 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza, reporta que en la variedad “Pasankalla” de 5 días las plántulas emergieron; comparando con los resultados observamos que la emergencia de las plántulas por dicho autor es congruente.

Días al pleno panojamiento, la aplicación de gallinaza compostada manifestó ligeramente mejor en la precocidad de la quinua, llegando a los 50 días y con abono químico a los 53 dds. León

(2003) señala que, en esta fase, la inflorescencia sobresale notablemente por encima de las hojas, generalmente entre los 65 y 75 días después de la siembra. Al comparar con los resultados obtenidos, se observa que los días de panojamiento reportados por dicho autor son menores.

Días a la madurez fisiológica, donde la aplicación de gallinaza compostada alcanza esta de manera más temprana, entre los 101 y 102 días después de la siembra (dds), mientras que con la aplicación de abono químico la madurez fisiológica se presenta entre los 105 y 106 dds.

Rodríguez (2024), en su investigación realizada en el Centro Experimental Canaán, reporta que la madurez fisiológica de la variedad “Pasankalla” ocurrió entre los 110 y 116 días después de la siembra. Al comparar estos resultados con los obtenidos en el presente estudio, se observa que la madurez fisiológica reportada por Rodríguez es inferior, ya que en este trabajo se alcanzó a los 101-106 días.

Días a la madurez de cosecha, se muestra como la más precoz con aplicación de niveles de gallinaza compostada se cosechó a los 109 dds y la aplicación de abono químico lo hace a los 116 dds. Rodríguez (2024), en su investigación sobre formas de siembra y niveles de gallinaza realizada en el Centro Experimental Canaán, reporta que la madurez de cosecha para la variedad “Pasankalla” ocurrió entre los 117 y 123 días después de la siembra. Sin embargo, al comparar estos resultados con los obtenidos en el presente estudio, se observa que la madurez de cosecha es inferior, ya que en este trabajo se alcanzó entre los 109 y 116 días.

Cuando se utiliza correctamente, gallinaza compostada demuestra ser un fertilizante muy eficaz. Este material cuenta con un buen aporte de contenido de nitrógeno, junto con amplias cantidades de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. La gallinaza tiene un mayor aporte nutricional que otros fertilizantes orgánicos, también mejora las propiedades físicas y químicas del suelo, gracias a ello mejora la precocidad de los cultivos (INTAGRI, 2015). Los niveles de gallinaza compostada que se utilizó en el manejo del cultivo de quinua influyeron significativamente en la precocidad del cultivo.

## **Variables de rendimiento**

### **Altura de planta**

El análisis de varianza de altura de planta (Tabla 3.2) muestra que hay significancia estadística para las fuentes de variancia de tratamientos, bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada; pero la interacción de bioestimulantes con niveles de gallinaza compostada no presentó significancia estadística. Los resultados de ANVA denotan que los niveles de gallinaza compostada, bioestimulantes y tratamientos influyen en la altura de planta, en forma independiente.

**Tabla 3.2**

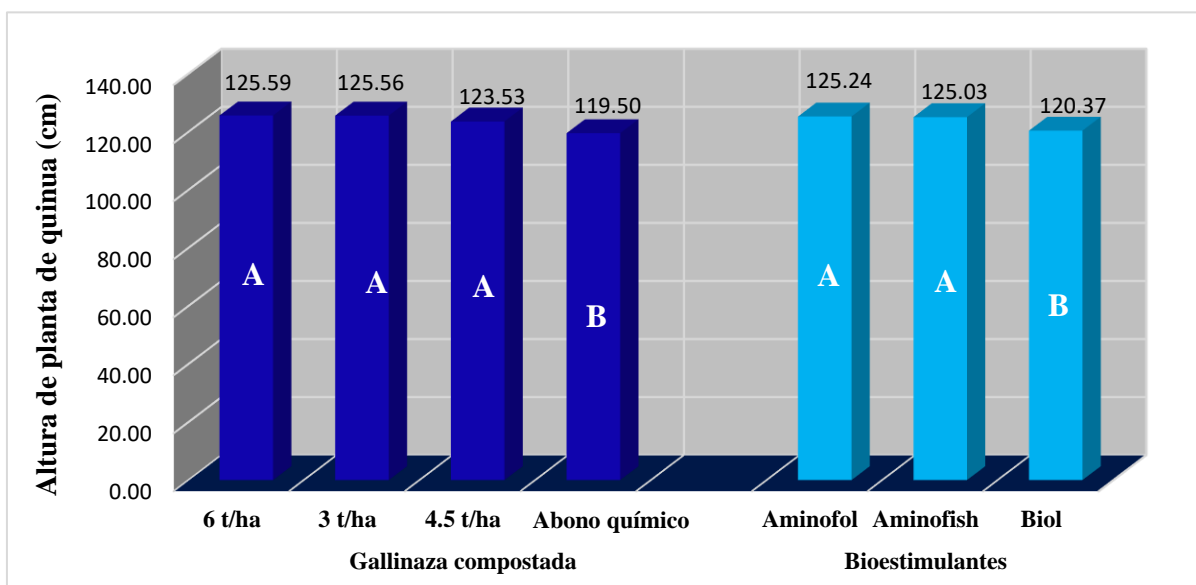
*Análisis de varianza de altura de planta, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	11	605.39	55.04	2.94	0.0151 *
Bloque	2	72.73	36.36	1.94	0.1675 ns
Bioestimulantes (B)	2	182.05	91.03	4.86	0.0179 *
Niveles de Gallinaza (G)	3	221.24	73.75	3.93	0.0218 *
Interacción (G*B)	6	202.1	33.68	1.80	0.1462 ns
Error	22	412.35	18.74		
Total	35	1090.47			

CV= 3.5 %

**Figura 3.1**

*Prueba de Tukey, de altura de planta, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*



La prueba de Tukey (Figura 3.1) muestra que los tratamientos con gallinaza compostada a niveles de 6 t ha<sup>-1</sup>, 3 t ha<sup>-1</sup> y 4.5 t ha<sup>-1</sup> presentaron alturas de planta de 125.9 cm, 125.56 cm y 123.53 cm, respectivamente. No se encontró una diferencia estadística significativa entre estos valores. En cambio, con el uso de abono químico, la altura de planta fue de 119.50 cm, lo que evidenció una diferencia estadística significativa respecto a los otros valores estudiados. De igual manera, indica que los tratamientos con los bioestimulantes Aminofol y Aminofish mostraron alturas de planta de 125.24 cm y 125.03 cm, respectivamente, sin presentar una

diferencia estadística significativa entre ambos valores. Por otro lado, el tratamiento con biol resultó en una altura de planta de 120.37 cm, evidenciando una diferencia estadística significativa respecto a los otros valores señalados.

Castro (2019), en su investigación sobre los niveles de gallinaza en el cultivo de quinua, reporta una altura de planta de 130.70 cm para la variedad Pasankalla. Al comparar estos resultados con los obtenidos en el presente estudio, se observa que la altura de planta registrada por dicho autor es superior.

La gallinaza, al ser un abono orgánico de rápida acción, no solo suministra a las plantas los nutrientes necesarios (especialmente nitrógeno) para su crecimiento y desarrollo, sino que también mejora las propiedades físicas y químicas del suelo (Díaz et al., 2016; Peñaloza et al., 2019).

En opinión de Farruggia et al., (2024) los bioestimulantes tienen la capacidad de influir sobre el metabolismo primario aumentando la actividad fotosintética, lo que a su vez favorece al incremento del crecimiento de las plantas. Del mismo modo el ácido fólico, otro de los ingredientes activos del aminofol, tiene la capacidad de poseer la capacidad auxínica, el cual regula la división y elongación de las células (Zeboon y Baqir, 2023).

### Longitud de la panoja

**Tabla 3.3**

*Análisis de varianza de longitud de panoja, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	11	119.85	10.90	1.72	0.1350 ns
Bloque	2	52.53	26.27	4.14	0.0298 *
Bioestimulantes (B)	2	65.77	32.89	5.18	0.0143 *
Niveles Gallinaza (G)	3	14.48	4.83	0.76	0.5283 ns
Interacción (G*B)	6	39.59	6.60	1.04	0.4271 ns
Error	22	139.66	6.35		
Total	35	312.05			

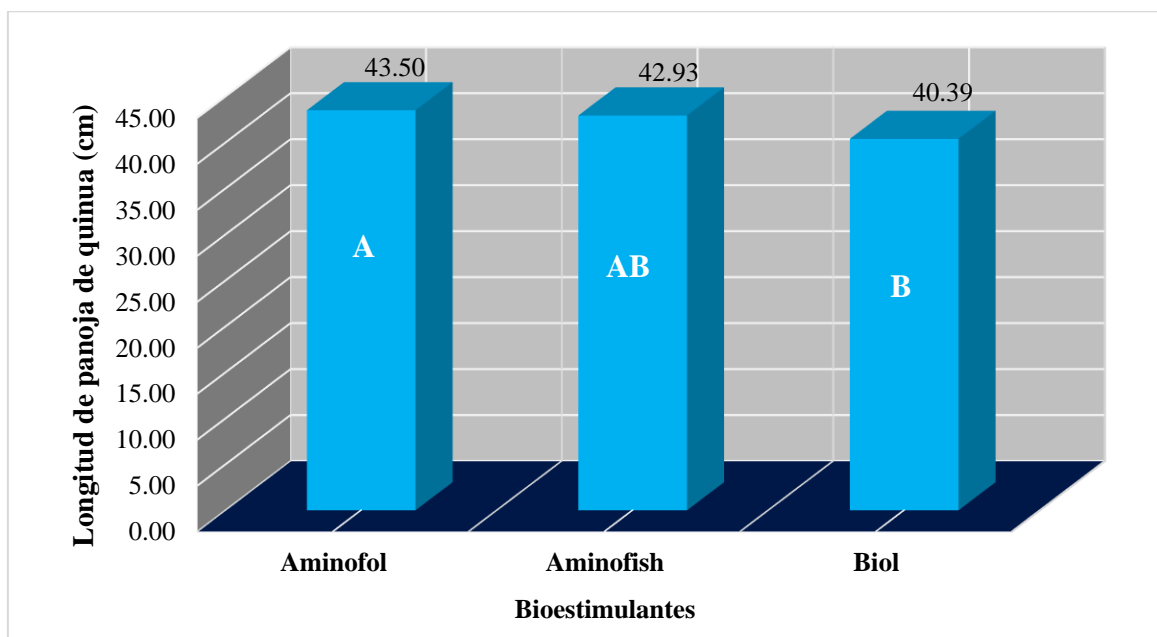
CV= 5.96 %

El análisis de varianza de longitud de panoja (Tabla 3.3) muestra que hay significancia estadística para las fuentes de variancia de bioestimulantes y bloques; pero los tratamientos, niveles de gallinaza compostada y la interacción de niveles de gallinaza compostada con

bioestimulantes no presentaron significancia estadística. Los resultados de ANVA denotan que los bioestimulantes influyen en la longitud de panoja, en forma independiente.

**Figura 3.2**

*Prueba de Tukey, de longitud de panoja, con dosis de bioestimulantes y en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*



La prueba de Tukey (Figura 3.2) denota que el abonamiento con bioestimulante Aminofol y aminofish presentó la longitud de panoja de 43.50 cm y 42.93 cm, respectivamente, sin demostrar diferencia estadística entre ambos valores; mientras con abonamiento biol, la longitud de panoja fue 40.39 cm, sin demostrar diferencia estadística con Aminofish, pero demostrando diferencia estadística con Aminofol.

Puentestar (2017), en su trabajo de estudio sobre el rendimiento agronómico del cultivo de quinua con la aplicación de bioestimulantes foliares (aminoácidos), reporta que la longitud de la panoja es de 38.70 cm. Comparando con los resultados observamos que la longitud de la panoja por dicho autor es inferior.

Menciona Palazón (s.f.) los bioestimulantes su modo de acción se basa en estimular los procesos naturales que impulsan el crecimiento y la respuesta frente a estrés biótico y abiótico. Esto se traduce en un desarrollo más vigoroso del cultivo, un incremento en la productividad eficiente, mejora de la calidad. En opinión de Farruggia et al., (2024) los bioestimulantes tienen la capacidad de influir sobre el metabolismo primario aumentando la actividad fotosintética, lo que a su vez favorece al incremento del crecimiento de las plantas. En esa línea el ácido n-acetil

tiazolidin-4carboxílico, principal ingrediente activo del aminofol, tiene la capacidad de mejorar la acción enzimática y la fotosíntesis (Alshallash et al., 2023).

### **Peso de panoja**

El análisis de varianza (ANVA) de la longitud de panoja (Tabla 3.4) muestra que existen significancia estadística en cuanto a los tratamientos y los niveles de gallinaza compostada, lo que indica que estos factores tienen un impacto relevante sobre la longitud de la panoja. Sin embargo, no se encontraron significancia estadística con respecto a los bioestimulantes ni a la interacción entre los niveles de gallinaza compostada y los bioestimulantes.

**Tabla 3.4**

*Análisis de varianza de peso de panoja, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*

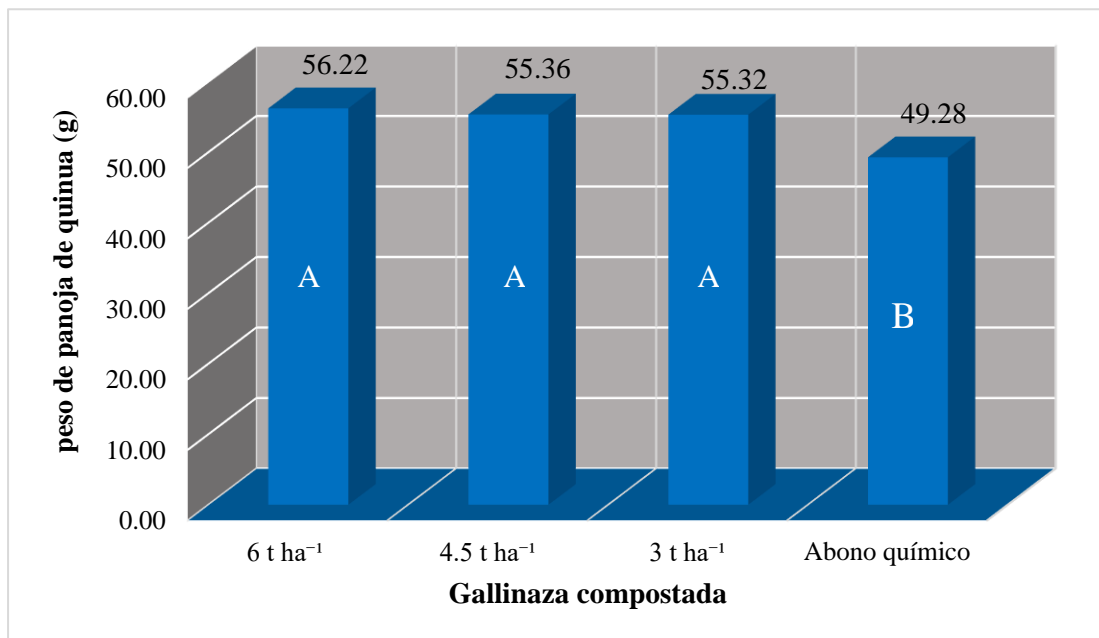
<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	11	579.40	52.67	3.18	0.0100 *
Bloque	2	22.92	11.46	0.69	0.5109 ns
Bioestimulantes (B)	2	74.72	37.36	2.26	0.1283 ns
Niveles Gallinaza (G)	3	277.34	92.45	5.59	0.0053 **
Interacción (G*B)	6	227.34	37.89	2.29	0.0721 ns
Error	22	364.11	16.55		
Total	35	966.43			

CV= 7.53 %

La prueba de Tukey (Figura 3.3) denota que el abonamiento con gallinaza compostada en niveles 6 t ha<sup>-1</sup>, 4.5 t ha<sup>-1</sup> y 3 t ha<sup>-1</sup> presentó el peso de panoja de 56.22 g, 55.36 g y 55.32 g, respectivamente, sin demostrar diferencia estadística entre estos valores; mientras con abono químico el peso de panoja fue 49.28 g, demostrando diferencia estadística de otros valores señalados.

**Figura 3.3**

*Prueba de Tukey, de peso de panoja, con niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*



Romero (2024), en su estudio, reporta que el mayor peso de panoja se obtuvo con la dosis de 6 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza, alcanzando un peso de 45.55 g en la variedad Pasankalla. Al comparar estos resultados con los obtenidos en el presente trabajo, se observa que el peso de la panoja reportado por dicho autor es menor.

La gallinaza, al ser un abono orgánico de rápida acción, no solo suministra a las plantas los nutrientes necesarios (especialmente nitrógeno) para su crecimiento y desarrollo, sino que también mejora las propiedades físicas y químicas del suelo, gracias a ello mejora la calidad y rendimiento del cultivo (Díaz et al., 2016; Peñaloza et al., 2019). Razones por las cuales se le puede atribuir a la gallinaza compostada la obtención del mayor peso de panoja.

### **Rendimiento de grano de quinua**

El análisis de varianza de la longitud de la panoja (Tabla 3.5) muestra una alta significancia estadística para los factores de variancia relacionados con los tratamientos y los niveles de gallinaza compostada. Sin embargo, los bioestimulantes y la interacción entre los niveles de gallinaza compostada y los bioestimulantes no mostraron significancia estadística. Según los resultados del ANVA, se concluye que los bioestimulantes afectan el rendimiento del grano de quinua de manera independiente, sin depender de la interacción con otros tratamientos.

**Tabla 3.5**

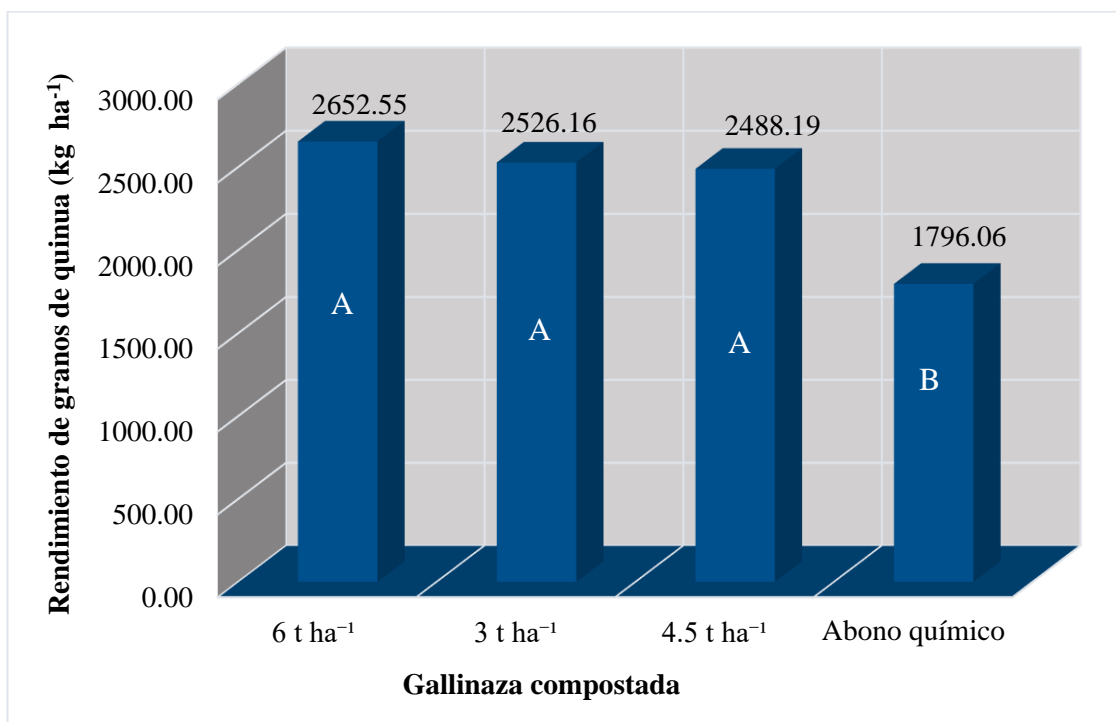
*Análisis de varianza del rendimiento de grano, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	11	4142165.32	376560.48	15.82	<0.0001 **
Bloque	2	99708.00	49854.00	2.09	0.1471 ns
Bioestimulantes (B)	2	24833.14	12416.57	0.52	0.6009 ns
Niveles Gallinaza (G)	3	4027648.53	1342549.51	56.39	<0.0001 **
Interacción (G*B)	6	89683.642	14947.27	0.63	0.7064 ns
Error	22	523772.907	23807.86		
Total	35	4765646.22			

CV= 6.52%

**Figura 3.4**

*Prueba de Tukey, rendimiento de granos, con niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*

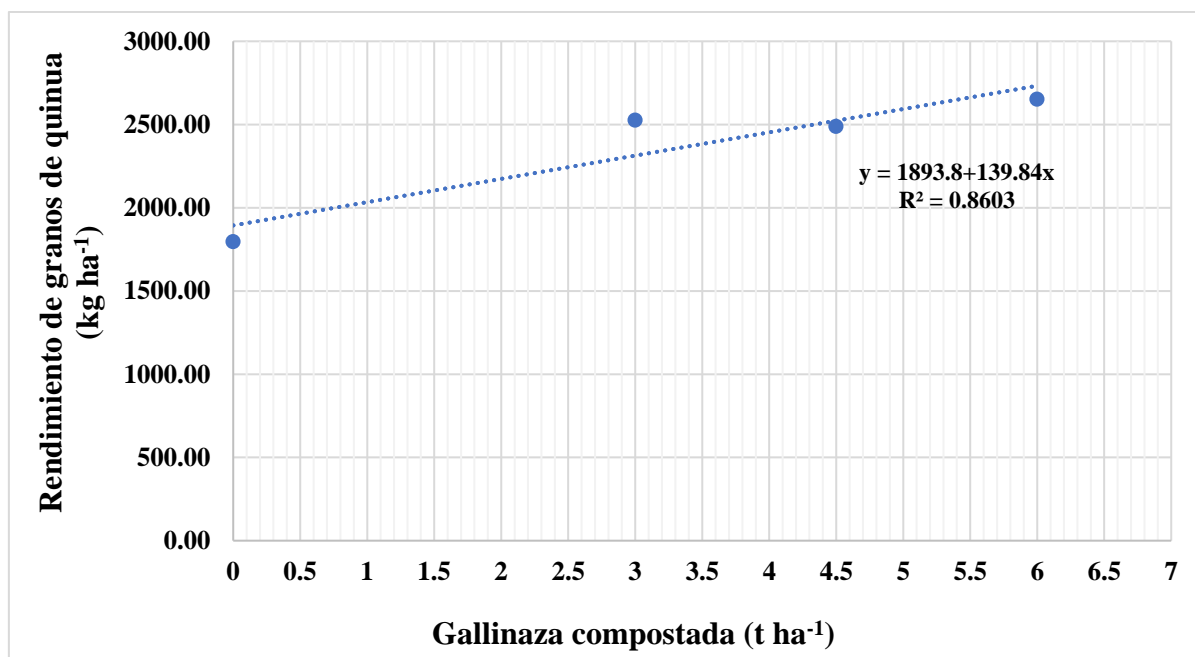


La prueba de Tukey (Figura 3.4) denota que el abonamiento con gallinaza compostada en niveles 6 t ha<sup>-1</sup>, 3 t ha<sup>-1</sup> y 4.5 t ha<sup>-1</sup> presentó el rendimiento de grano de 2652.55 kg ha<sup>-1</sup>, 2526.16 kg ha<sup>-1</sup> y 2488.19 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sin demostrar diferencia estadística entre estos

valores; mientras con abono químico el rendimiento de grano fue 1796.06 kg ha<sup>-1</sup>, demostrando diferencia estadística de otros valores señalados.

**Figura 3.5**

*Análisis de tendencia de regresión lineal del rendimiento de granos, niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*



Se observa (Figura 3.5) que el rendimiento de granos de la quinua es creciente de manera que va aumentando el nivel de abonamiento de gallinaza compostada. El rendimiento de quinua si no se agrega gallinaza compostada se puede estimar un promedio de 1893.8 kg ha<sup>-1</sup>.

Al efectuar el análisis de tendencia del rendimiento en función de los niveles de gallinaza compostada, se identificó una tendencia lineal positiva. El modelo matemático correspondiente es  $Y = 1893.8 + 139.84x$ , lo que indica que a medida que aumenta el nivel de gallinaza compostada, también se incrementa el rendimiento de granos de quinua.

Villanueva (2021), en su investigación sobre el rendimiento de quinua en condiciones de agricultura orgánica en la localidad de Aramachay - Junín, reporta que la variedad Pasankalla alcanzó un rendimiento de 2210.9 kg ha<sup>-1</sup>. Al comparar estos resultados con los obtenidos en el presente estudio, se observa que el rendimiento registrado por dicho autor es inferior.

La gallinaza compostada tiene un mayor aporte nutricional que otros fertilizantes orgánicos, demuestra ser un fertilizante muy eficaz, también constituye un fertilizante de gran calidad cuando se emplea adecuadamente. Es una sustancia rica en nitrógeno y contiene también fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y diversos micronutrientes. Su incorporación al suelo

contribuye a incrementar el contenido de materia orgánica, así como la fertilidad y la calidad del terreno, por el cual mejora en el rendimiento de los cultivos (INTAGRI, 2015).

### **Peso de 1000 semillas de quinua**

**Tabla 3.6**

*Análisis de varianza de peso de 1000 semillas, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	11	0.20	0.02	1.83	0.1104 ns
Bloque	2	0.01	0.01	0.43	0.6581 ns
Bioestimulantes (B)	2	0.01	0.01	0.44	0.6493 ns
Niveles Gallinaza (G)	3	0.09	0.03	1.99	0.1449 ns
Interacción (G*B)	6	0.10	0.02	1.20	0.3409 ns
Error	22	0.31	0.01		
Total	35	0.53			

CV= 3.24 %

El análisis de varianza correspondiente a la longitud de panoja (Tabla 3.6) indica que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, los tipos de bioestimulantes, los niveles de gallinaza compostada, ni en su interacción. De acuerdo con los resultados del ANVA, se concluye que ni la aplicación de bioestimulantes ni los niveles de gallinaza compostada empleados ejercieron un efecto significativo sobre el peso de 1000 semillas de quinua.

### **CONCLUSIONES**

1. Las variables evaluadas durante las etapas fenológicas, denota que el abonamiento con niveles de gallinaza compostada mostró mejores resultados en la precocidad de quinua.
2. La aplicación del 6 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza compostada, complementada con bioestimulante Aminofol, tuvo un efecto positivo en el cultivo de quinua, reflejándose en una altura de planta de 125.24 cm, una longitud de panoja de 43.50 cm y un peso de panoja de 56.22 g. Asimismo, con el tratamiento presentó el mayor rendimiento de grano, alcanzando 2652.55 kg ha<sup>-1</sup>.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFECOR. (2022). Aminofol. *Ficha técnica*, 1-2. Obtenido de <https://www.afecor.com/catalogo/aminofol/.pdf>
- BIORMIN, A. (2020). Gallinaza compostada. *Ficha Técnica* (1), 1-2. Consultado el 25 de Mayo de 2023
- Castro, R. (2019). *Niveles de gallinaza en tres variedades de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.), Viscachayocc - Los Morochucos a 3,500 msnm – Ayacucho*.
- Chiriboga, H., Gómez, G., & Andersen, J. (2015). *Abono Orgánico Sólido (Compost) y Líquido (biol)*. Asunción: IICA.
- FAGRO. (2010). Amonofish. *Ficha Técnica*. Perú. Obtenido de [https://fagro.mx/fichas-tecnicas/FT%20AMINOFISH%20\(MEX\)%202018.pdf](https://fagro.mx/fichas-tecnicas/FT%20AMINOFISH%20(MEX)%202018.pdf)
- IICA. (2015). *El mercado y la producción de quinua en el Perú*. Lima. Consultado el 21 de Abril de 2023
- INTAGRI. (2015). *La Gallinaza Como Fertilizante*. Serie Agricultura Orgánica. Núm. 5. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- INIA. (2006). *Quinoa inia 415 Pasankalla*. Puno. obtenido de <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/656/1/Trip-Quinoa-INIA415.pdf>
- Jorquera, Y., & Yuri, J. (2006). *Bioestimulantes*. Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca. Consultado el 22 de Mayo de 2023.
- Llamocca, M. (2018). *Niveles de gallinaza en el rendimiento de tres variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) de grano blanco, bajo labranza de conservación. Canaán 2750 msnm - Ayacucho*. Tesis Ing. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH, Ayacucho, Perú.
- MINAGRI. (2017). *La Quinoa: Producción y Comercio del Perú*. Recuperado el 18 de Mayo de 2023
- PROINPA. (2011). *La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. FAO.
- Palazón, P. (s.f). *Bioestimulantes e inductores de reesistencia en el control de las enfermedades de madera*. IDEAGRO.
- Puentestar, M. (2017). *Evaluación del rendimiento agronómico del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Wild.), a dos distanciamientos de siembra con la aplicación de tres bioestimulantes foliares*. UTB. Ecuador.

- Rodríguez, W. (2024). *Formas de siembra y niveles de gallinaza en la producción de Semilla de dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa W.) Canaán 2735 msnm-Ayacucho*, 2022. Tesis Ing. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH, Ayacucho, Perú.
- Romero, L. (2024). *Niveles de gallinaza en el rendimiento de grano de dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2023*. Tesis Ing. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH, Ayacucho, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/bcfda1a2-cb87-4f4d-a772-b97286817942/content>
- Sociedad Española de Productos Humicos. (2010). *Cultivo de quínoa orgánica (Chenopodium quínoa Willd) El grano dorado tesoro de los Quechuas y Aymaras*. SEPHU. Obtenido de [https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/81972/051-15.07.10---Cultivo-de-la-Qui-769-noa-Orga-769-nica-2.pdf](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/051-15.07.10---Cultivo-de-la-Qui-769-noa-Orga-769-nica-2.pdf)
- Villanueva, S. (2021). *Rendimiento de cuatro variedades de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) en condiciones de agricultura orgánica en la localidad de Aramachay - Junín*. Tesis de facultad de Agronomía. Mantaro, Junín.