

Biostimulants and composted chicken manure on the precocity and yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* W.), Canaán, 2750 meters above sea level – Ayacucho

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

Autores:

Álvarez-Aquise, Fortunato
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Msc Producción Agrícola, docente asociado Facultad de Ciencias Agrarias
Ayacucho – Perú



fortunatol.alvarez@unsch.edu.pe



<https://orcid.org/0000-0002-5483-0144>

Achallma-Ccoriñahui, Ismael
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias
Ayacucho – Perú



ismael.achallma.01@unsch.edu.pe



<https://orcid.org/0009-0009-2153-9535>

Quispe-Curi, Efigenio
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Docente Auxiliar de la Facultad de Ciencias Agrarias
Ayacucho – Perú



efigenio.quispe@unsch.edu.pe



<https://orcid.org/0000-0003-2876-6131>

Fechas de recepción: 10-AGO-2025 aceptación: 10-SEP-2025 publicación: 30-SEP-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La investigación se realizó en 2023 en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a 2743 msnm (13°10'06" LS y 74°12'16" LO). Los objetivos fueron evaluar la influencia de bioestimulantes y gallinaza compostada en la precocidad y el rendimiento de la quinua. Se empleó un Diseño de Bloques Completos Randomizado con arreglo factorial, evaluando cuatro niveles de abonamiento (3.0, 4.5 y 6.0 t ha⁻¹ de gallinaza compostada y un testigo con abonamiento químico) y tres bioestimulantes (Aminofol, Aminofish y Biol en dosis comerciales). Se generaron 12 tratamientos con tres repeticiones cada uno. La unidad experimental fue una parcela de 21.6 m², donde se realizaron todas las labores agronómicas desde la siembra hasta la cosecha, evaluando variables relacionadas con precocidad y rendimiento. La aplicación de 6 t ha⁻¹ de gallinaza compostada generó la mayor altura de planta (125.59 cm), mayor peso de panoja (56.22 g) y mayor rendimiento de grano (2652.55 kg ha⁻¹). La mayor longitud de panoja (43.50 cm) se logró con la aplicación foliar de Aminofol. La gallinaza también incrementó los días a la emergencia, pleno panojamiento, madurez fisiológica y madurez de cosecha. El rendimiento mostró una tendencia de regresión polinomial ($Y = 1808.9 + 292.6x - 26.403x^2$), determinando un rendimiento óptimo de 2620.55 kg ha⁻¹ con una dosis de 5.54 t ha⁻¹ de gallinaza compostada. Los resultados indican que el uso combinado de bioestimulantes y gallinaza mejora significativamente el rendimiento y desarrollo fenológico de la quinua.

Palabras clave: Quinua; Bioestimulante; Gallinaza Compostada; Rendimiento

Abstract

The research was conducted in 2023 at the Canaán Experimental Center of the National University of San Cristóbal de Huamanga, at 2743 meters above sea level (13°10'06" LS and 74°12'16" LO). The objectives were to evaluate the influence of biostimulants and composted chicken manure on the precocity and yield of quinoa. A randomized complete block design with a factorial arrangement was used, evaluating four levels of fertilization (3.0, 4.5, and 6.0 t ha⁻¹ of composted chicken manure and a control with chemical fertilization) and three biostimulants (Aminofol, Aminofish, and Biol at commercial doses). Twelve treatments were generated with three replicates each. The experimental unit was a 21.6 m² plot, where all agronomic tasks were carried out from sowing to harvest, evaluating variables related to precocity and yield. The application of 6 t ha⁻¹ of composted chicken manure generated the highest plant height (125.59 cm), highest panicle weight (56.22 g), and highest grain yield (2652.55 kg ha⁻¹). The longest panicle length (43.50 cm) was achieved with the foliar application of Aminofol. Chicken manure also increased the days to emergence, full panicle formation, physiological maturity, and harvest maturity. Yield showed a polynomial regression trend ($Y = 1808.9 + 292.6x - 26.403x^2$), determining an optimal yield of 2620.55 kg ha⁻¹ with a dose of 5.54 t ha⁻¹ of composted chicken manure. The results indicate that the combined use of biostimulants and chicken manure significantly improves the yield and phenological development of quinoa.

Keywords: Quinoa; Biostimulant; Composted Chicken Manure; Yield

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⁻¹, en tanto Ayacucho consigue una producción con rendimiento de 1 836 kg ha⁻¹. 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.

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad evaluar el efecto del uso de bioestimulantes y gallinaza compostada en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), bajo condiciones del Centro Experimental Canaán. El objetivo central consiste en determinar

la influencia de estos insumos sobre la precocidad y el rendimiento del cultivo, considerando su potencial como alternativas sostenibles en la mejora de la productividad agrícola. En este marco, se planteó como propósito específico analizar la respuesta de la quinua frente a la aplicación de bioestimulantes y gallinaza compostada en la reducción del ciclo fenológico, así como cuantificar su efecto en el rendimiento del grano.

Material y métodos

Material

Para el desarrollo del presente estudio se tomó en cuenta los materiales utilizados a continuación:

- Infraestructura: la investigación se desarrolló en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. El área experimental se encuentra a 2750 m s. n. m., con coordenadas UTM: Latitud Sur 13°08'05'' y Longitud Oeste 74°12'14''.
- Suelo: el análisis físico-químico del suelo indicó un pH ligeramente alcalino (7.45), 2.38% de materia orgánica (contenido medio), 0.12% de nitrógeno total (medio), 38.18 ppm de fósforo total (muy alto) y 270 ppm de potasio disponible (alto). De acuerdo con la proporción de partículas texturales (arena, limo y arcilla), el suelo se clasificó como franco arcilloso.
- Material vegetal y bioinsumos: se utilizó semilla certificada de la variedad INIA 415-Pasankalla, adquirida en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). El compost de gallinaza correspondió al producto comercial "TERRASUR". Los bioestimulantes fueron "Aminofol" y "Aminofish", además de un preparado casero denominado "Biol".
- Material de oficina: se contó con equipos como computadoras, cuadernos de registro y dispositivos móviles, utilizados para sistematizar, consolidar y almacenar la información obtenida durante el desarrollo del experimento.

Métodos



El presente estudio corresponde a un diseño experimental de carácter descriptivo y factorial, orientado a evaluar la influencia de bioestimulantes y gallinaza compostada sobre la precocidad y el rendimiento de la quinua. Para tal fin, se implementó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial, considerando cuatro fuentes de abonamiento: tres niveles de gallinaza compostada (3.0, 4.5 y 6.0 t ha⁻¹) y un testigo con fertilización química (180-00-00 NPK), junto con tres bioestimulantes: Aminofol, Aminofish y Biol. La combinación de estos factores generó 12 tratamientos, cada uno con tres repeticiones, totalizando 36 unidades experimentales.

Cada parcela experimental tuvo un área de 21.6 m² (2.4 m × 9.0 m), con tres surcos separados a 0.8 m, y la siembra se realizó a chorro continuo, aplicándose la gallinaza y los bioestimulantes según las dosis establecidas. La evaluación de la precocidad incluyó el registro de los días después de la siembra (dds) para las etapas de emergencia, pleno panojamiento, madurez fisiológica y madurez de cosecha, mientras que las variables de rendimiento comprendieron altura de planta (cm), longitud y peso de la panoja (cm y g), rendimiento en grano (kg ha⁻¹) y peso de 1000 semillas (g).

Los datos recolectados se organizaron en hojas de cálculo y se analizaron mediante análisis de varianza (ANVA) correspondiente al DBCA con arreglo factorial, determinándose las diferencias significativas mediante la prueba de Tukey (p = 0.05). El procesamiento estadístico se realizó con el software InfoStat y la elaboración de tablas y gráficos con Microsoft Excel.

Resultados

Descripción de la muestra

Según los resultados presentados en la Tabla 1, la etapa de emergencia del cultivo de quinua se registró entre los 5 y 6 días después de la siembra (dds), dependiendo de la fuente de abonamiento utilizada. En los tratamientos con gallinaza compostada, la emergencia ocurrió a los 5 dds, mientras que en el testigo con fertilización química se presentó a los 6 dds. Estos valores son consistentes con lo reportado por Castro (2019), quien al aplicar 1.5 t ha⁻¹ de gallinaza en la variedad Pasankalla obtuvo la emergencia a los 5 días, lo cual corrobora la congruencia de los resultados observados en el presente estudio.

En relación con el pleno panojamiento, la aplicación de gallinaza compostada evidenció un efecto de precocidad, alcanzándose esta fase fenológica a los 50 dds, en comparación con el

testigo químico que lo registró a los 53 dds. León (2003) describe que, en condiciones generales, la emergencia de la inflorescencia ocurre entre los 65 y 75 días posteriores a la siembra. En este sentido, los resultados de la presente investigación revelan un adelanto fenológico respecto a lo documentado por dicho autor, sugiriendo que la gallinaza compostada favorece la reducción del ciclo vegetativo y promueve un desarrollo más temprano del cultivo.

Tabla 1

Etapas de crecimiento y desarrollo de la planta, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.

Trat.	Variables estudiadas	Emergen cia (dds)	Pleno panojami ento (dds)	Madurez fisiológic a (dds)	Madurez de cosecha (dds)
T-1	Aminofol + 3.0 t ha ⁻¹ de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-2	Aminofol + 4.5 t ha ⁻¹ de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-3	Aminofol + 6 t ha ⁻¹ 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 ⁻¹ de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-6	Aminofish + 4.5 t ha ⁻¹ de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-7	Aminofish + 6 t ha ⁻¹ 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 ⁻¹ de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-10	Biol preparado + 4.5 t ha ⁻¹ de gallinaza compostada	5	50	102	109
T-11	Biol preparado + 6 t ha ⁻¹ de gallinaza compostada	5	50	101	109
T-12	Biol preparado + Abono Químico "180-00-00 NPK"	6	53	106	116

Nota. DDS = días después de la siembra. Fuente: Autores

La madurez fisiológica ocurrió entre 101 y 102 días después de la siembra (dds), observándose que los tratamientos con abonamientos de gallinaza compostada fueron más precoces; mientras el testigo (abono químico) se produjo 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.

La madurez de cosecha se produjo a los 109 dds, cuando se abonó con gallinaza compostada; con abonamiento químico (testigo), se presentó 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.

Los resultados denotan que el uso correcto de la gallinaza compostada, tiende a la precocidad de los cultivos, por su aporte de nitrógeno total, junto con amplias cantidades de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. La gallinaza compostada 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).

Análisis de los Resultados

Altura de planta (cm)

El análisis de varianza de altura de planta (tabla 2) muestra que hay significancia estadística para las fuentes de variancia de tratamientos, bioestimulantes y niveles gallinaza compostada; la interacción de bioestimulantes con niveles gallinaza compostada no presentó significancia estadística. Los resultados de ANVA denotan que los niveles de gallinaza compostada, bioestimulantes influyen en la altura de planta, en forma independiente.

Tabla 2

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

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F - calculado	Pr > F
Bloque	2	72.73	36.36	1.94	0.1675 ns
Tratamientos	11	605.39	55.04	2.94	0.0151 *
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			

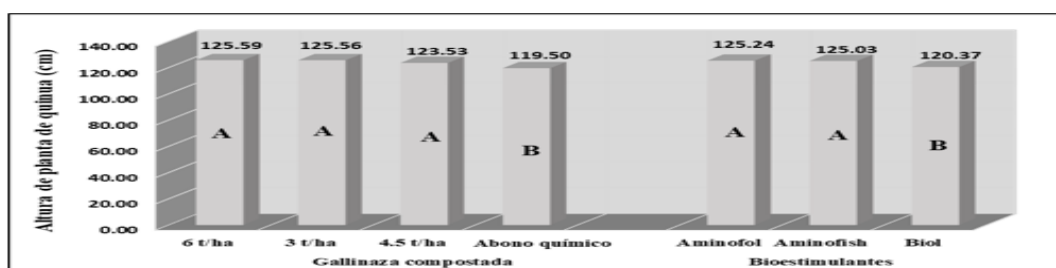
Nota: Coeficiente de Variabilidad = 3.5 % Fuente: Autores

La prueba de Tukey, graficado en la figura 1, muestra que los tratamientos con gallinaza compostada a niveles de 6 t ha⁻¹, 3 t ha⁻¹ y 4.5 t ha⁻¹ presentaron alturas de planta de 125.9, 125.56 y 123.53 cm, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre estos valores; con abonamiento químico (testigo), la altura fue 119.50 cm, lo que evidenció una diferencia estadística significativa respecto a los otros valores estudiados.

De igual manera, los tratamientos con los bioestimulantes Aminofol y Aminofish mostraron alturas de planta de 125.24 y 125.03 cm, respectivamente, sin presentar una diferencia estadística entre ambos valores; con biol, presento 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.

Figura 1
Prueba de Tukey, de altura de planta, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.



Fuente: Elaboración propia

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

El análisis de varianza de longitud de panoja (tabla 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.

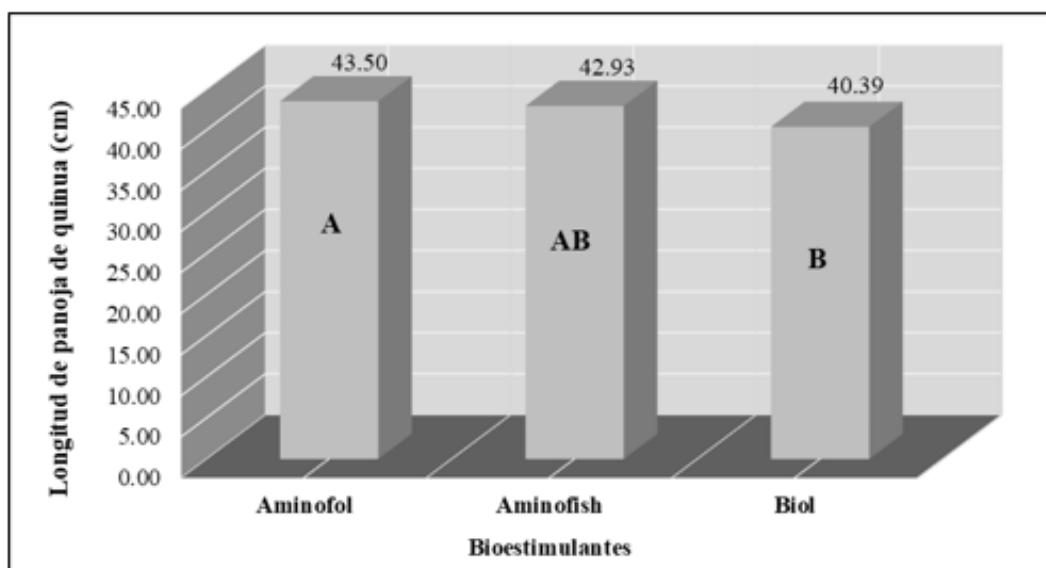
Tabla 3

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

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F - calculado	Pr > F
Bloque	2	52.53	26.27	4.14	0.0298 *
Tratamientos	11	119.85	10.90	1.72	0.1350 ns
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			

Nota: Coeficiente de Variabilidad = 5.96 % Fuente: Autores

Figura 2
 Prueba de Tukey, de longitud de panoja, con dosis de bioestimulantes y en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.



Fuente: Elaboración propia

La prueba de Tukey (figura 2) denota que el abonamiento con el bioestimulante Aminofol y aminofish presentó una longitud de panoja de 43.50 y 42.93 cm, respectivamente, sin demostrar diferencia estadística entre ambos valores; mientras con abonamiento biol, la longitud de panoja fue 40.39 cm, con diferencia estadística del 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.

Palazón (s.f.), señala el modo de acción de los bioestimulantes 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 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 4

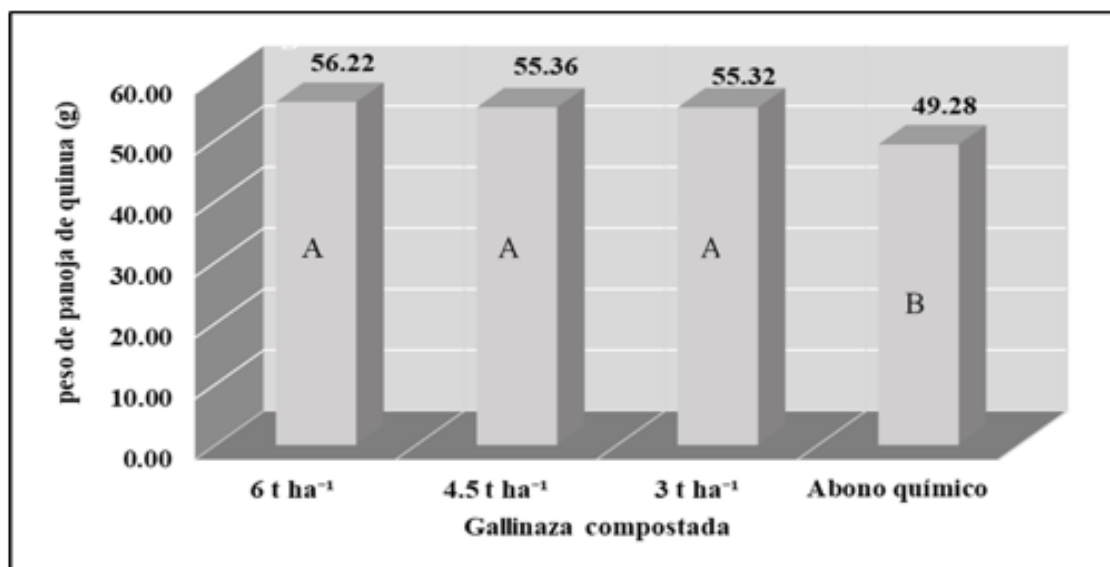
Análisis de varianza de peso de panoja, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F - calculado	Pr > F
Bloque	2	22.92	11.46	0.69	0.5109 ns
Tratamientos	11	579.40	52.67	3.18	0.0100 *
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			

Nota: Coeficiente de Variabilidad = 7.53 % Fuente: Autores

En la figura 3 se muestra la prueba de Tukey, donde se denota que el abonamiento con gallinaza compostada en niveles 6.0, 4.5 y 3.0 t ha⁻¹ presentó un peso de panoja de 56.22, 55.36 y 55.32 g, respectivamente, sin demostrar diferencia estadística entre estos valores; mientras con abono químico (testigo) el peso de panoja fue 49.28 g, demostrando diferencia estadística de otros valores.

Figura 3
 Prueba de Tukey, de peso de panoja, con niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.



Fuente: Elaboración propia

Romero (2024), en su estudio, reporta que el mayor peso de panoja se obtuvo con la dosis de 6 t ha⁻¹ 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 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 5

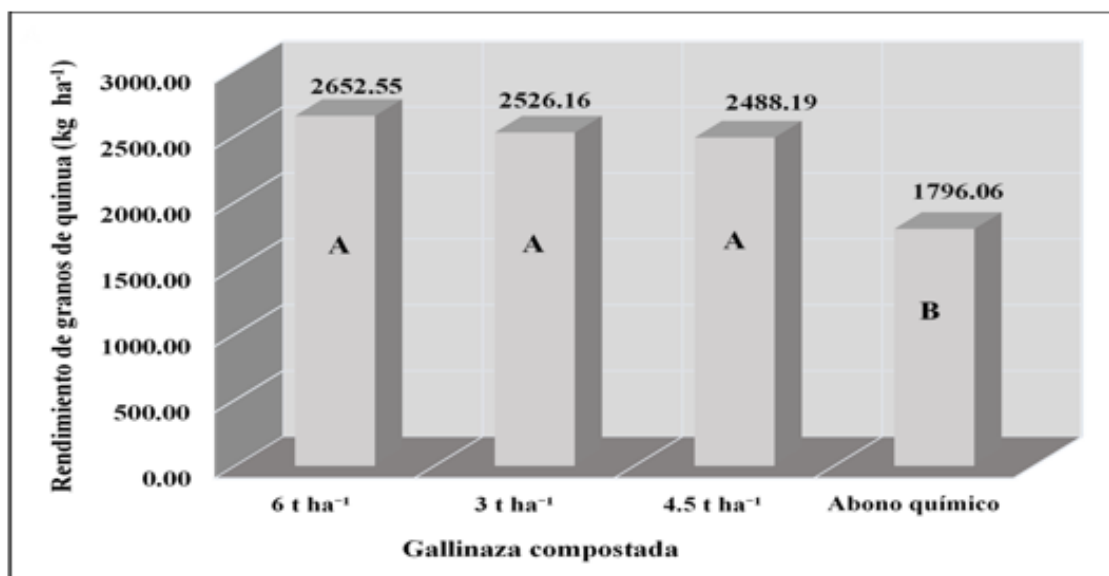
Análisis de varianza del rendimiento de grano, con dosis de bioestimulantes y niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F - calculado	Pr > F
Bloque	2	99708.00	49854.00	2.09	0.1471 ns
Tratamientos	11	4142165.32	376560.48	15.82	<0.0001 **
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			

Nota: Coeficiente de Variabilidad = 6.52% Fuente: Autores

Figura 4

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

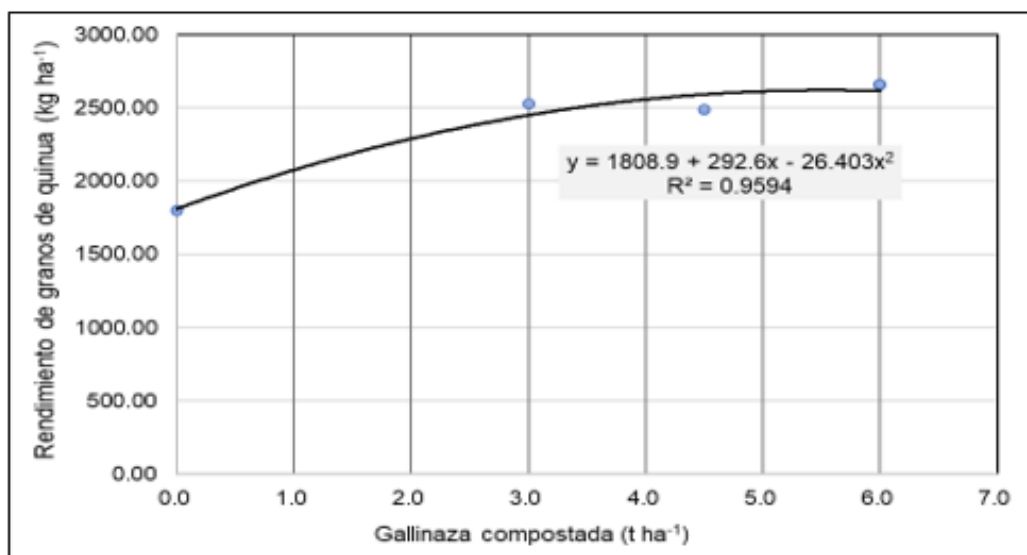


Fuente: Elaboración propia

La prueba de Tukey, graficado en la figura 4, denota que el abonamiento con gallinaza compostada en niveles 6.0, 3.0 y 4.5 t ha⁻¹ presentó un rendimiento de grano de 2 652.55, 2 526.16, y 2 488.19 kg ha⁻¹, respectivamente, sin demostrar diferencia estadística entre estos valores; mientras con abono químico (testigo) el rendimiento de grano fue 1 796.06 kg ha⁻¹,

demostrando diferencia estadística de otros valores señalados.

Figura 5
 Análisis de tendencia de regresión lineal del rendimiento de granos, niveles de gallinaza compostada en el cultivo de quinua. Ayacucho -2023.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5, se graficó la tendencia de la regresión correspondiente al rendimiento en granos de quinua (kg ha^{-1}), sobre los niveles de gallinaza compostada (t ha^{-1}), observándose una regresión polinomial, cuyo modelo matemático fue $Y = 1808.9 + 292.6x - 26.403x^2$. Al realizar los cálculos matemáticos de la regresión, se determinó que el óptimo de rendimiento de los granos de quinua es $2\,620.55 \text{ kg ha}^{-1}$, cuando se aplica un nivel de compost de gallinaza de 5.54 t ha^{-1} .

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 $2\,210.9 \text{ kg ha}^{-1}$. 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 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.

Fuente de Variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F - calculado	Pr > F
Bloque	2	0.01	0.01	0.43	0.6581 ns
Tratamientos	11	0.20	0.02	1.83	0.1104 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			

Nota: Coeficiente de Variabilidad = 3.24 % Fuente: Autores

El análisis de varianza correspondiente al peso de 1000 semillas (tabla 6) indica que las fuentes de variación correspondiente a los efectos principales conformado por bioestimulantes y niveles de gallinaza no presentaron significación estadística; tampoco se presentó significación estadística para la interacción de bioestimulantes y niveles de gallinaza.

Los resultados señalan que los tratamientos evaluados no influyen en el peso de 1000 semillas de la quinua. En la investigación, el peso promedio de 1000 semillas de quinua fue 3.7 g. cuyo valor estaría determinado por el carácter genético de la variedad Pasankalla.

Rodríguez (2024), en su trabajo de investigación de formas de siembra y niveles de gallinaza realizada en Centro Experimental Canaán, indica que el peso de 1000 semillas se ve influenciado por las condiciones climáticas; por ellos reportó en peso de 1000 semillas de quinua con 3.7 gr. aplicando el cultivo en golpes con 4 t ha⁻¹ de gallinaza. Comparando con los resultados observamos que el peso de 1000 semillas por dicho autor es similar.

Conclusiones

Los resultados de la investigación demuestran que la aplicación de gallinaza compostada, en combinación con bioestimulantes, promovió una mayor precocidad en las etapas fenológicas

de la quinua, adelantando la madurez de cosecha hasta siete días respecto al testigo químico. Asimismo, los bioestimulantes Aminofol y Aminofish mostraron un efecto positivo en variables morfoagronómicas, como la altura de planta y la longitud de la panoja, alcanzando valores superiores frente al tratamiento con Biol. En términos de rendimiento, la dosis de 6 t ha⁻¹ de gallinaza compostada permitió obtener el mayor peso de panoja y rendimiento en grano (2652.55 kg ha⁻¹), superando significativamente al tratamiento con fertilización química (1796.06 kg ha⁻¹). El análisis de regresión polinomial indicó un rendimiento óptimo de 2620.55 kg ha⁻¹ con una dosis estimada de 5.54 t ha⁻¹ de gallinaza compostada, confirmando su eficacia como insumo sostenible para mejorar la productividad del cultivo.

Se sugiere la incorporación de gallinaza compostada como principal fuente de fertilización en el cultivo de quinua, complementada con la aplicación foliar de bioestimulantes, particularmente Aminofol y Aminofish, para potenciar el rendimiento y favorecer la precocidad. Del mismo modo, se recomienda extender la investigación hacia otros cultivos de importancia regional, con el fin de validar la eficacia de estos insumos en diferentes contextos agroecológicos y fortalecer estrategias de producción agrícola sostenible en la zona andina.

Referencias

- 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 Quinua (Chenopodium quinoa Willd.), Viscachayoc - 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). *Quinua inia 415 Pasankalla*. Puno. obtenido de <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/656/1/Trip-Quinua-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 quinoa (Chenopodium quinoa Willd.), 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 quinoa (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 quinoa (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
- 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.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

Expreso mis agradecimientos al personal administrativo y de campo del Centro Experimental Canaán, por el apoyo incondicional en todo el proceso de instalación y conducción del presente trabajo de investigación.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.