

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante en el rendimiento
de betarraga (*Beta vulgaris* L.), Ayacucho - 2023.**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. Joel ALANYA CORDOVA

ASESOR:

M.Sc. Fortunato ÁLVAREZ AQUISE

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A mis padres, Juan Rómulo Alanya
Huamaní y Demetria Córdova Gamboa
por darme fortaleza e inspiración en todos
mis proyectos, y así culminar mi carrera
en esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi alma mater. A la Facultad de Ciencias Agrarias y cada uno de los docentes, por sus enseñanzas y orientaciones para ser buenos profesionales.

A todos los docentes de la Escuela de Profesional de Agronomía, quienes contribuyeron con sus enseñanzas en la formación de mi carrera profesional.

Al M Sc. Fortunato Álvarez Aquisé, asesor del trabajo de investigación cuyo experiencia, comprensión y paciencia contribuyeron en la elaboración y redacción del presente informe.

Al presidente del jurado calificador: Dr. José Raúl Palomino Marcatoma; a los miembros del jurado: M. Sc. Alejandro Camasca Vargas e Ing. Eduardo Robles García, por sus sugerencias y el apoyo incondicional en la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.1.1. A nivel internacional.....	3
1.1.2. A nivel nacional.....	5
1.1.3. A nivel regional o local.....	7
1.2. Cultivo de betarraga.....	9
1.2.1. Origen de la betarraga.....	9
1.2.2. Clasificación taxonómica.....	9
1.2.3. Descripción morfológica.....	10
1.2.4. Fenología del cultivo.....	12
1.2.5. Variedades.....	13
1.2.6. Manejo agronómico del cultivo.....	14
1.2.14. Recolección o cosecha.....	18
1.3. Valor nutricional de la betarraga.....	19
1.4. Rendimientos.....	20
1.5. Requerimientos edafoclimáticos de la betarraga.....	21
1.6. Abonos orgánicos.....	22

1.6.1.	Estiercol procesado de gallinaza.....	25
1.6.1.	Abono procesado de gallinaza TERRASUR	27
1.7.	Bioestimulante.....	29
1.7.1.	Clasificación	30
1.7.2.	Aminofish.....	33
CAPÍTULO II.....		35
METODOLOGÍA.....		35
2.1	Del lugar del trabajo experimental.....	35
2.1.1.	Localización.....	35
2.1.2.	Antecedentes del terreno experimental	35
2.1.3.	Condiciones edafoclimáticas.....	35
2.1.4	Características físico-químico del suelo experimental	39
2.2.	Materiales, equipos e insumos para el trabajo de investigación.....	40
2.2.1	Material genético (semilla de betarraga)	40
2.2.2.	Maquinaria agrícola.....	40
2.2.3.	Instrumentos, equipos agrícolas.....	40
2.2.4.	Insumos	40
2.3.	Metodología experimental.....	41
2.3.1.	Problemática en estudio.....	41
2.3.2.	Metodología del trabajo experimental.....	41
2.3.3.	Instalación y conducción del experimento.....	45
2.3.4	Evaluación de variables.....	48
2.3.4.1	Variables de precocidad.....	48
2.3.4.2	Variable de rendimiento:.....	48

2.3.5. Diseño experimental y análisis estadístico.....	49
CAPÍTULO III	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
3.1 Duración de las etapas fenológicas del cultivo de betarraga (Factores de precocidad).	50
3.1.1 Días a la formación de raíces reservantes.	51
3.1.2. Días de la madurez de cosecha de raíces reservantes.....	51
3.2 Factores de rendimiento.	52
3.2.1 Altura de la planta	52
3.2.2 Número de hojas.	54
3.2.3 Longitud de raíz	57
3.2.4 Diámetro de raíz reservante (cm).....	59
3.2.5 Peso de raíz reservante de betarraga (g).....	60
3.2.6 Rendimiento de raíces reservantes de betarraga (kg ha ⁻¹).....	63
CAPITULO IV	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
CONCLUSIONES:.....	69
RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.	Valor nutricional de la betarraga.	20
Tabla 1.2.	Comparación del contenido de nutrientes del estiércol de pollo y de vaca.....	27
Tabla 1.3.	Características físico- químico de estiércol procesado de gallinaza según ficha técnica.....	28
Tabla 1.4.	Composición química de Aminofish según ficha técnica	33
Tabla 1.5.	Dosis l/ha de bioestimulante Aminofish recomendada para plantas.....	34
Tabla 2.1.	Balance hídrico del Centro Experimental Canaán, correspondiente a la campaña agrícola 2021 y 2022, con datos climatológicos de la Estación meteorológica del INIA-Canaán	36
Tabla 2.2.	Características del suelo mediante análisis de fertilidad	39
Tabla 2.3.	Tratamientos evaluados, según la combinación de los factores en estudio.....	43
Tabla 2.4.	Cantidad de nutrientes, expresado en N – P ₂ O ₅ y K ₂ O, aplicados a en cada tratamiento, proveniente de la gallinaza compostada y fertilizantes químicos...	46
Tabla 3.1.	Duración de las etapas fenológicas del cultivo de betarraga bajo la influencia de niveles de estiércol procesada y bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.....	50
Tabla 3.2.	Análisis de varianza de altura de la planta, bajo el efecto de niveles de estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.....	52
Tabla 3.3.	Análisis de varianza del número de hojas de planta, bajo el efecto de bioestimulante aminofish y estiércol procesado de gallinaza en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.....	54
Tabla 3.4.	Análisis de varianza de la longitud de la raíz de la planta, bajo el efecto de niveles de abonamiento de estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.	57
Tabla 3.5.	Análisis de varianza del diámetro de la raíz de la planta, bajo el efecto de niveles de abonamiento con estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante	

	aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.	59
Tabla 3.6.	Análisis de varianza del peso de la raíz de la planta, bajo el efecto de niveles de estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante Aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.	61
Tabla 3.7.	Análisis de varianza del rendimiento de raíces reservantes, bajo el efecto de niveles de estiércol procesado de gallinaza con bioestimulante Aminofish, en el cultivo de betarraga, Ayacucho, 2023.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 2.1.** Temperaturas ombrotérmicas y contenido de humedad en el campo de cultivo del Centro Experimental Canaán durante la campaña 2021 – 2022, según datos climatológicos de la Estación Meteorológica de Canaán – INIA. 37
- Figura 3.1.** Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la altura de planta (cm) bajo la influencia de niveles de abonamiento de estiércol procesado de gallinaza, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023..... 53
- Figura 3.2.** Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la altura de planta (cm) bajo la influencia de dosis de bioestimulante Aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023..... 53
- Figura 3.3.** Prueba de Tukey ($p=0.05$) del número de hojas de planta bajo la influencia de niveles de abonamiento de estiércol procesado de gallinaza en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023..... 55
- Figura 3.4.** Prueba de Tukey ($p=0.05$) del número de hojas de planta bajo la influencia de dosis bioestimulante aminofish en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023. 56
- Figura 3.5.** Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la longitud de raíz de planta bajo la influencia de niveles de abonamiento con estiércol procesado de gallinaza, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023..... 58
- Figura 3.6.** Prueba de Tukey ($p=0.05$) del diámetro de raíz de planta bajo la influencia de niveles de abonamiento con estiércol procesado de gallinaza, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023..... 60
- Figura 3.7.** Prueba de Tukey ($p=0.05$) del peso de raíces reservantes en la interacción de niveles de estiércol procesado de gallinaza con dosis de bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023. 62
- Figura 3.8.** Prueba de Tukey ($p=0.05$) del peso de raíces reservantes en la interacción de niveles de estiércol procesado de gallinaza con dosis de bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023. 63
- Figura 3.9.** Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de raíces reservantes en la interacción de abonamiento con niveles de estiércol procesado de gallinaza con dosis de bioestimulante aminofish en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023. 64

Figura 3.10. Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de raíces reservantes en la interacción de niveles de estiércol procesado de gallinaza con dosis de bioestimulante, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023..... 66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de fertilidad de suelo.....	76
Anexo 2. Panel fotográfico del proceso de elaboración de tesis	77
Anexo 3. Ubicación del Centro Experimental Canaán – UNSCH	81
Anexo 4. Ficha técnica de estiércol procesado de gallinaza Terrasur	82

RESUMEN

El uso de gallinaza y bioestimulante combina la nutrición orgánica con la optimización fisiológica de la planta. El primero aporta nutrientes y mejora la estructura del suelo, mientras que el bioestimulante potencia la absorción de nutrientes, el desarrollo radicular y la resistencia al estrés, incrementando así la productividad y sostenibilidad. La investigación se desarrolló en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes niveles de estiércol procesado de gallinaza y dosis del bioestimulante Aminofish sobre el rendimiento del cultivo de betarraga. El estudio se condujo bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial, evaluando cinco niveles de gallinaza (0, 1.5, 3.0, 4.5 y 6.0 t ha⁻¹) y dos dosis de bioestimulante (1.0 y 2.0 L ha⁻¹), generando diez tratamientos con tres repeticiones. Se analizaron variables fenológicas (precocidad) y de rendimiento como altura de planta, número de hojas, longitud y diámetro de raíz, peso de raíz y rendimiento por hectárea. Los resultados evidenciaron que la aplicación del bioestimulante Aminofish a dosis de 1.0 L ha⁻¹ promovió una ligera precocidad del cultivo, permitiendo la cosecha entre 88 y 96 días después del trasplante. Asimismo, la combinación de 6.0 t ha⁻¹ de gallinaza con 1.0 L ha⁻¹ de bioestimulante generó los mejores resultados agronómicos, alcanzando plantas con mayor altura (35.33 cm), mayor número de hojas (35.39), raíces de mayor tamaño (7.07 cm de longitud y 8.12 cm de diámetro), mayor peso (243.30 g) y un rendimiento de 33,129.42 kg ha⁻¹. Se concluye que la fertilización orgánica con estiércol procesado de gallinaza, complementada con bioestimulantes, mejora significativamente el crecimiento, desarrollo y productividad del cultivo de betarraga, constituyéndose en una alternativa sostenible para optimizar la fertilidad del suelo y aumentar la rentabilidad agrícola en condiciones edafoclimáticas de Ayacucho.

Palabras clave: Betarraga, gallinaza procesada, bioestimulante, Aminofish, rendimiento, fertilización orgánica.

INTRODUCCIÓN

La betarraga (*Beta vulgaris*) es un cultivo que se origina en el norte de Africa, a términos del siglo XVII, pertenece a la familia Amaranthaceae, se cultiva a nivel mundial, es consumido por su gran valor energético ya que posee diversas sustancias de gran importancia nutricional para el organismo en general. Existe variedades, una de estas es la beterraga de jardín, de hoja, forrajera y la azucarera. Francia e Italia son los dos países con mayor producción y mayor consumo (Caguasango, 2023, p. 1).

MIDAGRI (2021), menciona que; “La producción nacional de betarraga en el Perú en el 2021 fue de 18 773 toneladas en una superficie agrícola cosechada de 1 705 hectáreas, bajo un rendimiento promedio de 18 .77 t ha⁻¹. Las tres regiones con mayor rendimiento fueron Lima Metropolitana con una producción 26. 04 t ha⁻¹, La Libertad con 25. 23 t ha⁻¹ y para Arequipa con 19.05 t ha⁻¹, quedando en el último lugar con el menor rendimiento la región andina de Cajamarca con un promedio de 5410 t ha⁻¹”.

La gallinaza es un fertilizante con excelentes beneficios, siempre que sea usado de manera correcta y oportuna, aporta nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, calcio, magnesio, azufre y micronutrientes. Al ser suministrado en el suelo mejora la fertilidad, calidad e incrementa la cantidad de materia orgánica. El tiempo de descomposición es importante para determinar la composición de nutrientes, el tiempo y rapidez del secado son importantes para la cantidad de nitrógeno y fósforo (INTAGRI, 2016).

Los bioestimulantes son sustancias que actúan como antiestrés. Estos actúan incrementando el vigor de las plantas, desde la germinación hasta la producción de frutos. Ayudan a reducir los daños que ocasionan la sequía, salinidad, plagas, exceso de humedad, entre otros. Pueden reducir el tiempo de cultivo, incrementan la acción de fertilizantes, agroquímicos, además de productos biológicos que son usados en la agricultura ecológica.

Ayudan a reducir la cantidad de productos químicos. Resultan particularmente eficientes en policultivos propios de la agricultura de bajos insumos y también se expresan en la agricultura intensiva, en cultivos con manejo integrado con acción de (Viñals, 2011).

La fertilización es uno de los inconvenientes del cultivo de remolacha. El horticultor normalmente aplica fertilizantes en cantidades bajas o excesivas que pueden tener efectos perjudiciales en el suelo en el futuro porque no ha realizado una investigación previa del suelo o no conoce las necesidades nutricionales de la planta. Los horticultores que trabajan con pequeñas parcelas de tierra frecuentemente aplican fertilizantes orgánicos directamente al suelo, equilibrándolos con otras técnicas que incluyen asociación de cultivos, rotación de cultivos y cultivos en contorno. Cuando se trata de fertilizar vegetales, los fertilizantes orgánicos son un buen sustituto porque mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, así como su fertilidad, capacidad de retener agua y contenido de nutrientes. También ayudan a mantener los cultivos en el pH ideal, previenen cambios bruscos de temperatura, fomentan la actividad microbiana y reducen la erosión del suelo. (Huamán 2019, p. 2).

Por las razones antes mencionadas, esta investigación aumentará la producción agrícola, evitará la degradación ambiental y reducirá los costos mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos, como el estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante aminofish (aplicados en forma de aspersiones foliares durante la etapa de crecimiento vegetativo del cultivo).

El objetivo general:

Determinar la influencia de los abonamientos con estiércol procesado de gallinaza y las dosis del bioestimulante Aminofish en el rendimiento de betarraga.

Objetivos específicos:

- a) Determinar la influencia de los niveles de abonamientos con estiércol procesado de gallinaza, en el rendimiento de betarraga.
- b) Determinar la influencia de las dosis de aplicación foliar con bioestimulante Aminofish en el rendimiento de betarraga.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. A nivel internacional

Meibilyn (2019), la investigación “*Influencia de abono orgánico a base de gallinaza en la producción de remolacha (Beta vulgaris L)*, Manta 2019” menciona:

Lo realizó en el Barrio Los Eléctricos ubicado en la parroquia Manta. Latitud: 0°57'22.9"S y Longitud: 80°44'50.8"O, cuyo objetivo fue analizar el efecto de la gallinaza en la producción de remolacha, lo cual estuvo conformado por cuatro tratamientos: los cuales fueron 10, 30, 50 kg de gallinaza por m² y por testigo absoluto. Todos los tratamientos fueron analizados bajo un diseño de bloques completamente al azar. Los datos evaluados fueron: longitud, diámetro y peso de bulbo. Los resultados indican que el mayor rendimiento se obtuvo con el uso de 10 kg de gallinaza por m². La aplicación de gallinaza mayor de 30 kg por m² no es apropiada debido a la fitotoxicidad.

Montenegro (2023), la investigación “*Evaluación de bioestimulantes orgánicos mineralizados con harina de roca y silicio aplicados en el cultivo de remolacha (Beta vulgaris L.) en el Centro Experimental San Francisco*”, menciona:

Que el trabajo se realizó en el Centro Experimental San Francisco, en el cantón San Pedro de Huaca, provincia del Carchi, con el objetivo de evaluar bioestimulantes orgánicos mineralizados con harina de roca y silicio aplicados en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*); para este ensayo se usó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 10 tratamientos y 4 repeticiones, dando un total de 40 unidades experimentales. Los tratamientos evaluados fueron T1 (Biol al 5%), T2 (Biol al 10%), T3 (Biol al 15%), T4

(Biol 5% + 60 g Harina de roca), T5 (Biol 10% + 60 g Harina de roca), T6 (Biol 15% + 60 g Harina de roca), T7 (Biol 5% + 50 g Silicio), T8 (Biol 10% + 50 gr Silicio), T9 (Biol 15% + 50 g Silicio) y T10 (Testigo químico foliar gold 9-24- 27+ME). Concluyendo que el mejor tratamiento fue el T9 (Biol a 150 ml L⁻¹ % + silicio 50 g) presentó los mejores valores con respecto altura de planta, número de hojas, ancho de hoja, diámetro de raíz y el peso de raíz. En cuanto al rendimiento el T9 (Biol a 15 % + silicio) fue el mejor tratamiento ya que presentó los valores altos (p. 12).

Rodríguez, G. M. (2024), en el trabajo de investigación “Efecto de la aplicación de dos abonos orgánicos bajo tres densidades de siembra en remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L.)” eexplica:

Este trabajo fue realizado en Finca La Esperanza en la comunidad de Ushapungo perteneciente a la parroquia de Quiroga en el cantón de Cotacach, de la Comunidad Ushapungo, ubicado a una altitud entre 3246 y 3059 msnm, geográficamente entre 0.30304° LN y 78.38043° LO. El objetivo general fue: Evaluar el efecto de la aplicación de dos abonos orgánicos líquidos y tres densidades de siembra en el rendimiento de remolacha forrajera. El diseño estadístico fue DCA en arreglo factorial AxB, con 12 tratamientos y 3 repeticiones, las variables se sometieron a un análisis estadístico utilizando el programa InfoStat versión 2017 para determinar su significancia y la prueba de Tukey 5%. Las densidades evaluadas fueron D1 (0.25cm x cm), D2 (0.30 cm x 0.25 cm) y D3 (0.35 cm x 0.25 cm). Las conclusiones del trabajo fueron: En el comportamiento agronómico del cultivo de remolacha forrajera, el tratamiento T3, el cual corresponde a la densidad de siembra D3 (0.35cm x 0.25cm), con la aplicación del abono a base de bovino (E2), obtuvieron mayores promedios en referencia a las variables de altura 59.59 cm, número de hojas 32, diámetro de 27.87 cm y longitud de 21.6 cm de la raíz, en comparación con el tratamiento T10, con la densidad de siembra D1 y E4 (testigo), con promedios inferiores en altura de 28.91cm, número de hojas 16 y a nivel de raíz presentó un diámetro de 16.53 cm y una longitud de 12.32 cm. En cuanto al rendimiento en base a materia verde, el cultivo de remolacha forrajera se determinó que la densidad de siembra D3 (0.35cm x 0.25cm), con la aplicación del abono a base de bovino (E2), obtuvo un mayor rendimiento de 130.56 t ha⁻¹ MV, en comparación la densidad de siembra D1 y el E4 (testigo), los cuales reflejaron rendimientos inferiores de 67.20 t ha⁻¹ MV. El abono a base de bovino más ovino E3 muestra los mejores resultados en cuanto al análisis bromatológico, obteniendo alto contenido de materia seca de 12.10 %y por ende un mayor

aporte energético de 2.11 Mcal kg⁻¹, se puede mencionar que la composición nutricional de este abono contribuyó de manera favorable a una adecuada capacidad de intercambio catiónico a nivel de suelo, lo cual aportó en una mejor absorción y disponibilidad de nutrientes.

1.1.2. A nivel nacional

Baca, E. (2015), en la investigación “*Ácidos húmicos y fúlvicos en el crecimiento y desarrollo en betarraga (Beta vulgaris l). en condiciones de invernadero*”:

Este trabajo se ejecutó en el invernadero del campus Universitario UPAO, Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo, Departamento de la Libertad. Siendo el objetivo principal determinar la Influencia de los Ácidos Húmicos (AH) y Ácidos Fúlvicos (AF), en el crecimiento y desarrollo en betarraga (*Beta vulgaris L.*) cuya investigación utilizó un Análisis de Variancia según el Diseño Experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres tratamientos T1, T2, T3, tres bloques y un total de 126 unidades experimentales. A todos los Tratamientos se les aplicó solución nutritiva la molina en forma constante para asegurar el buen desarrollo de las plantas, además los tratamientos se les suministró AH y AF de la siguiente manera: El T1 (Control)=0% de AH y AF, el T2=0.05% de AH y AF y el T3=0.10% de AH y AF. De acuerdo a los análisis estadísticos realizados se observó que los mejores rendimientos en la mayoría de los casos se obtuvieron del tratamiento T3, esto se debió al efecto de los AH y AF influyen en el crecimiento y desarrollo del cultivo en estudio, que permitieron incrementar el Peso Fresco de Hojas con un T3=6,59g, T2=4.80g y T1=4.56g. Peso Seco de Hojas T3=1.50g, T2=1.17g y T1=0.69g. Número de Hojas T3=10.05 unidades, T2=8.81 unidades y T1=8.07 unidades. Largo de Hoja T3=10.82cm, T2=10.64cm y T1=9.05cm. Diámetro de Raíz T3=35.75mm, T2=31.70mm y T1=24.95mm. Largo de Raíz T3=39.95g, T2=34.70mm y T1=33.30mm. Peso Fresco de Raíz T3=21.32g, T2=14.66g y T1=9.05g. Peso Seco de Raíz T3=19.85g, T2=13.33g y T1=7.43 y con respecto a los Grados Brix el T3 obtuvo un 25.08%, el T2 un 19.54% y el T1 un 17.87% de Grados Brix, esto se debe como consecuencia del incremento de la fotosíntesis y síntesis de otras sustancias orgánicas, en raíces, hojas y niveles de Grados Brix de betarraga (*Beta vulgaris L. Cv. Early wonder*). Concluyendo que finalmente determino los mejores resultados para el T3.

Lavado, (2016), la investigación “*Efectos de niveles de bioabonos en el rendimiento de la*

betarraga (Beta vulgaris L.), en condiciones edafoclimáticas del Instituto de Investigación Frutícola Olerícola Cayhuayna 2015.”:

Lo realizó en condiciones edafoclimáticas del Instituto de Investigación Frutícola Olerícola, situado en la margen izquierda de la carretera central salida hacia Lima, Distrito de Pillco Marca, Provincia y Región Huánuco; se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de los bioabonos en el rendimiento del cultivo de betarraga. Se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 12 tratamientos y 3 repeticiones utilizando las pruebas paramétricas como la prueba de F (ANVA), y Duncan, los niveles de Compost: 0, 4, 6, 8 t ha⁻¹, niveles de Microorganismos Eficaces Activado (EM-A) como abono Foliar: 0- 0, 1-0 y 2-0 L/mochila y se evaluó la longitud, diámetro, peso de la raíz. Los resultados fueron para el diámetro, longitud y peso, el mejor tratamiento 2 litros de foliar más 8 toneladas de compost fue superior a los demás con 8,14 centímetros de diámetro, 8,80 centímetros longitud y 383,73 gramos en peso de la raíz de la betarraga, superando a los demás tratamientos estudiados y al testigo que solo llegó a medir en diámetro con 6,31 centímetros, en longitud 6,12 centímetros y en peso 145,67 gramos. En rendimiento por hectárea de la *Beta vulgaris L.*, el tratamiento 2 litros de foliar más 8 toneladas de compost es el mejor obteniendo 38,37 t ha⁻¹ a diferencia del testigo que solo se obtuvo 14,56 t ha⁻¹.

Manga (2022), el trabajo de investigación:

“Efecto de densidad de siembra y fuentes de abonamiento orgánico en producción de dos variedades de beterraga (Beta vulgaris L.), en Oropesa- Quispicanchi-Cusco”, lo realizó, en la localidad de Oropesa – Quispicanchi – Cusco con ubicación geográfica con Latitud: 13°33 Sur, Longitud: 71°50’Oeste y a una altitud: 3180 msnm. El objetivo general fue: Determinar el efecto de la densidad de siembra y las fuentes de abonamiento orgánico en la producción de dos variedades de beterraga (*Beta vulgaris L.*). Fueron evaluados dos densidades de siembra: 166,667 plantas/ha (0.40 m x 0.15 m) y 100,000 plantas/ha (0.40 m x 0.25 m), dos fuentes de abonamiento orgánico: guano de isla y humus de lombriz, y dos variedades: Early Wonder y Early Wonder Tall Top. Se adoptó el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de 2A x 3B x 2C, con doce tratamientos y cuatro repeticiones, con 48 unidades experimentales. Los resultados obtenidos fueron: la fuente de abonamiento guano de isla, mostró el mejor resultado con un rendimiento promedio de 30.83 t/ha de

raíces y 237.95 g de raíz por planta. La densidad de siembra 166,667 plantas/ha (0.40 m x 0.15 m) mostro el mejor rendimiento para peso de raíces por hectárea con un promedio de 32.62 t. ha⁻¹ y la densidad de siembra 100,000 plantas/ha (0.40 m x 0.15 m) para peso de raíces por planta con 238.44 g de promedio. Asimismo, la fuente de abonamiento guano de isla presenta mayor número de hojas por planta con 12.81 hojas, y es estadísticamente igual a la fuente de abonamiento humus de lombriz para número de hojas por planta al 99% de confianza. El diámetro y la longitud de raíz de la beterraga no se ven afectados por la densidad de siembra ni por la variedad, al no existir diferencias estadísticas entre los niveles evaluados. La fuente de abonamiento orgánico guano de isla muestra el mejor resultado para diámetro de raíz con un promedio de 7.60 cm, mientras que para longitud de raíz no hay diferencia significativa entre las fuentes de abonamiento orgánico.

Hoyos (2023), en la investigación titulada:

*“Efecto de la aplicación de guano de isla y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de beterraga (*Beta vulgaris L.*) variedad early wonder en el fundo La Victoria”*, lo desarrolló en el Centro Experimental fundo “La Victoria”, campo agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicada en el distrito de Llacanora, provincia de Cajamarca de la Región Cajamarca, teniendo el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de guano de isla y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de beterraga (*Beta vulgaris L.*) var. Early Wonder. El diseño estadístico fue Bloques Completamente al Azar (DBCA), en el cual figuran tres bloques con cinco tratamientos cada uno. El material experimental fue semilla de beterraga variedad Early Wonder y los abonos orgánicos fueron guano de isla y humus de lombriz en dosis de 2.0 y 4.0 t ha⁻¹ respectivamente, aplicado mediante abonamiento de fondo. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, longitud de raíz, diámetro de raíz, peso total de planta, materia seca, rendimiento de raíz y un análisis económico para determinar la rentabilidad. Los resultados obtenidos mediante la prueba de ANOVA para los tratamientos fueron estadísticamente significativos, y que mediante la prueba de DUNCAN se determinó que el tratamiento aplicado con 4.0 t ha⁻¹ de guano de isla resultó superior respecto al resto, el cual presentó un rendimiento de 41 562 kg ha⁻¹. Así mismo, mediante un análisis económico se determinó que el mayor índice de rentabilidad presentó los tratamientos aplicados con 2.0 y 4.0 t ha⁻¹ de guano de isla con

valores de 164.73% y 164.68 % respectivamente y, en relación al beneficio/costo los mayores resultados fueron para los tratamientos con dosis de 2.0 y 4.0 t ha⁻¹ de guano de isla, con un valor de 2.79 de retorno por cada sol invertido.

1.1.3. A nivel regional y local

Human (2019), en el estudio que realizó menciona que:

*“Fertilización potásica y guano de islas en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), bajo labranza mínima. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho, 2019”*, lo realizó en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, perteneciente al distrito de Andrés Avelino Cáceres, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho con Latitud Sur: 13°08'05" Longitud Oeste: 74°32'00" Altitud: 2750 msnm. tuvo como objetivo evaluar la influencia de cuatro niveles de fertilización potásica y dos de guano de isla, bajo labranza mínima. Para llevar a cabo la investigación se utilizó el diseño estadístico experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 4 K*2 GI, con tres repeticiones y 8 tratamientos. Los niveles de potasio estudiados fueron: 0, 60, 120 y 180 kg. ha⁻¹, y los niveles de guano de islas: 1 y 2 t. ha⁻¹. El rendimiento de betarraga se evaluó en base a cuatro variables: altura de planta (cm), diámetro de raíz (cm), longitud de raíz (cm), peso de raíz (g) y rendimiento de raíces (kg. ha⁻¹). Los resultados mostraron que los niveles de potasio tuvieron un efecto cuadrático en altura de planta, la mayor altura se alcanzó con 145.5 kg. ha⁻¹ de potasio; los niveles de potasio no influyeron en el número de hojas por planta; en longitud y diámetro de raíz, los niveles de potasio tuvieron un efecto lineal; en rendimiento de raíces, los niveles de potasio tuvieron un efecto cuadrático; el nivel 151.19 kg. ha⁻¹ de potasio alcanzó el máximo rendimiento de raíces de betarraga (27,100 kg. ha⁻¹) y la interacción de efecto principal siendo el nivel 150.77 kg. ha⁻¹ de potasio con 1tn de guano de isla la que alcanzó el máximo rendimiento de raíces de betarraga (27,400 kg. ha⁻¹). Los niveles de guano de islas de 2 t. ha⁻¹ reportó: mayor altura de planta (38.70 cm), mayor número de hojas (14.69 hojas), mayor longitud de raíz (5.77 cm) y mayor diámetro de raíz (6.56 cm); sin embargo, no influyó en el rendimiento de raíces de betarraga.

Luyo, A. (2025), en su estudio sobre:

“Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico - mineral en el rendimiento

de betarraga (*Beta vulgaris L.*) Canaán, 2750 msnm - Ayacucho 2022.”, lo realizó en el Centro Experimental de Canaán de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado a 2750 msnm, distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga. Ayacucho, con el objetivo de evaluar la influencia de densidades de plantas (250,000, 152,000 y 125,000 plantas. ha⁻¹) y fórmulas de abonamiento orgánico – mineral (0-0-0 NPK + 6 t. ha⁻¹ gallinaza, 36-35-27 NPK + 4 t. ha⁻¹ gallinaza, 71-70-53 NPK + 2 t. ha⁻¹ gallinaza y 107-104-80 NPK + 0 t. ha⁻¹ gallinaza) en el rendimiento de la betarraga, se utilizó el diseño estadístico experimental Bloques Completos al Azar (DBCA). con arreglo factorial de 4N*3D, con tres repeticiones y 12 tratamientos. La dimensión de la unidad experimental fue 3.50 m * 2.40 m. Se evaluó: altura de planta, diámetro de raíz, longitud de raíz, peso de raíz y rendimiento de raíces. Los resultados mostraron que, la densidad de plantas 250,000 plantas ha⁻¹ alcanzó el mayor rendimiento de beterraga con 41,867.0 kg ha⁻¹, con la densidad 125,000 plantas ha⁻¹ se encontró 8.21 cm en diámetro y 6.68 cm en longitud de raíz. Mayor tamaño de raíces se obtuvo con menor densidad de plantas, pero los rendimientos más altos se obtuvieron con mayor densidad de plantas. La fórmula de abonamiento orgánico-mineral 71-70-53 NPK + 2 t. ha⁻¹ gallinaza reportó rendimiento de 38,215.33 kg ha⁻¹ que no fue diferente del nivel 107-104-80 NPK + 0 t ha⁻¹ gallinaza y 36- 35-27 NPK + 4 t ha⁻¹ gallinaza que reportó 36,637.64 kg ha⁻¹ y 33,474,97 kg ha⁻¹, respectivamente; el nivel 107-104-80 NPK + 0 t ha⁻¹ gallinaza, presentó raíces con 8.19 cm de diámetro y 6.84 cm de longitud.

1.2. Cultivo de betarraga.

1.2.1. Origen de la betarraga.

Según Morales (1995), según los expertos, la remolacha es originaria de las regiones mediterráneas de Europa, Asia y África. La especie silvestre *Beta Maritima L.* es probablemente la fuente de la remolacha que se produce actualmente allí. Las hojas de remolacha silvestre se consumen como ensalada y se utilizan como planta terapéutica, según antiguos escritos griegos y romanos. (p. 3).

Biancardi et al. (2010, citado por Hoyos, 2023), manifiesta que:

La remolacha es una planta que crece en la región mediterránea de Europa, Asia y África. Se le conoce comúnmente como "remolacha" en México, "remolacha" en Cuba, Argentina y España, y "betarraga" en Chile y Perú. La remolacha se utilizó por primera

vez en la medicina griega y romana antigua para tratar diversas dolencias, y la población también consumía las hojas de la planta. Según documentos de la época, esta planta probablemente se introdujo en la agricultura a principios del siglo III d.C. Sin embargo, la producción no produjo una especie con raíces engrosadas como las variedades actuales, por lo que es probable que las que se cultivan actualmente sean descendientes de la especie *Beta maritima* L., que aún se encuentra en forma silvestre en las costas de India occidental, Asia y Europa meridional. (p.14)

1.2.2. Clasificación taxonómica.

La clasificación taxonómica del cultivo de tomate, según clasificación de Arthur Cronquist 1986 (2010, como se citó en Pérez, 2014), es de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Amaranthaceae

Subfamilia: Betoideae

Género: *Beta*

Especie: *Beta vulgaris* L.

1.2.3. Descripción morfológica.

a. Raíz.

Caguasango (2023), señala:

La raíz del cultivo de remolacha es fibrosa carnosa y dura, cuya tonalidad normalmente va de roja a morado y de forma muy variable. El sistema radicular de dicho cultivo se caracteriza por ser muy ramificado cuya longitud alcanza de 0.15 a 0.2 m de profundidad y 0.60 m de ancho siendo así tolerable a la sequía. En zona superior del sistema radicular principal se desarrolla una raíz carnosa la cual está formada por círculos claros concéntricos que son el tejido vascular los cuales están separados por un parénquima. El color que presenta la remolacha es debido al pigmento betaclanina el mismo que está

compuesto por nitrógeno. (p.8).

Baca (2015, citado por Manga, 2022), señala:

La mayor parte de la sacarosa se acumula en el cuerpo de la raíz, donde el 99.5% del azúcar presente es sacarosa. La distribución del azúcar en la raíz no es uniforme, con un contenido de humedad promedio del 77%. Debido a que el limbo y el pecíolo son regiones de exportación y no zonas de almacenamiento, la cantidad de sacarosa que contienen puede disminuir hasta entre un 10% y un 20% del contenido total de azúcar. No obstante, los azúcares decrecientes o invertidos son más comunes en estas regiones y representan entre el 80% y el 90% del contenido total de azúcar del órgano. (p.6).

b. Tallo.

Murillo, (2012) refiriéndose al tallo de la betarraga, menciona;

Que la parte superior o “cuello” histológicamente es un tallo que se origina en el hipocotilo y en estado adulto se diferencia de la raíz propiamente dicha en que ésta tiene raíces secundarias, mientras que el tallo rara vez se desarrollan raíces adventicias. Durante el primer año el tallo es corto, grueso y sostiene las hojas “arrosetadas”. (p. 8).

Morales (1995, citado por Manga, 2022), señala “El periodo de crecimiento vegetativo es muy corto (1 a 3 cm de alto), pero al comenzar la etapa reproductiva el tallo floral alcanza de 80 a 120 cm de alto. Es ramificado y sostiene las inflorescencias” (p.7).

c. Hojas.

FDA (1995, citado por Coello, 2019), señala “las hojas son laminares en forma ovaladas y de color verde intenso, aunque algunas veces pueden tomar un color morado dependiendo de las características del suelo. El pecíolo es largo y presenta colores amarillentos, rojo o púrpura. (p. 10).

d. Flores.

Coello (2019, citado por Caguasango, 2023), señala:

Las flores del presente cultivo son de tipo hermafroditas con cinco pétalos y sépalos

cuya pigmentación es rojiza formando de esa manera una inflorescencia con una panícula larga; posee un ovario súpero, con anteras y estigma. Su polinización es de manera cruzada es decir mediante el aire o insectos los cuales son encargados de transportar el polen hacia el estigma. (p. 9).

Torrez (2005), acota que la inflorescencia está compuesta por una larga panícula; las flores son sésiles y hermafroditas, pudiendo aparecer solas o en grupos de dos o tres. El cáliz es de color verdoso y este compuesto por cinco sépalos y cinco pétalos, y cubre las semillas formando un pequeño fruto que contiene 2-6 semillas muy pequeñas en forma de munición o un frijol, siendo de color café. (p.7).

e. Fruto.

Cahuaza (2015, citado por Manga, 2022), señala que:

Si se fertilizan, las flores individuales producirán frutos simples conocidos como aquenios; los glomérulos, que son conjuntos de flores, producirán múltiples frutos conocidos como utrículos, que pueden contener dos o cuatro aquenios. Los frutos de los aquenios y los utrículos son ambos indehiscentes. (p.8).

f. Semillas.

Manga, (2022, cómo se citó en Morales,1995), sobre las semillas de beterraga menciona:

Son conocidas comúnmente como multigérmicas, corresponden en definitiva a utrículos; éstos miden de 3 y 8 mm de diámetro, siendo sus dimensiones muy variables según la ubicación que hayan tenido en la inflorescencia. Los utrículos de mayor tamaño, y por lo tanto de mayor vigor, se encuentran en la parte inferior de las espigas, desarrollándose antes que los situados en la parte superior; en los ápices de las espigas, en tanto, debido a la presencia de flores solitarias, se generan aquenios individuales; éstos reciben comúnmente el nombre de semilla monogérmica. Esta última tiene un embrión de mayor tamaño, un porcentaje de germinación más alto y origina plántulas más vigorosas que las semillas provenientes de utrículos. Por esta razón, y en especial para poder sembrar a distancia definitiva evitando el raleo, en la actualidad se utiliza básicamente semilla monogérmica. En el proceso de germinación y emergencia, una vez

que la semilla ha completado su fase de inhibición, aparece la radícula; posteriormente, se produce la elongación del hipocótilo, el cual conducirá a los cotiledones sobre la superficie del suelo. (p.9)

1.2.4. Fenología del cultivo

Manga (2022), menciona que las fases fenológicas que presenta la remolacha son las siguientes:

- ✓ Emergencia: Sobre la superficie del suelo emergen los cotiledones.
- ✓ Par inicial de hojas verdaderas: El par inicial de hojas verdaderas que emergen entre los cotiledones.
- ✓ Quinta hoja verdadera: el segundo par de hojas verdaderas tiene la quinta hoja verdadera colocada en el medio.
- ✓ Hinchazón de la raíz: La raíz principal comienza a hincharse y se pueden observar pequeñas fisuras en la cáscara alrededor de la punta.
- ✓ Maduración: Se produce un color amarillento y marchitamiento de las hojas. La raíz alcanza su pleno crecimiento y madurez. (p.12)

1.2.5. Variedades.

Según Amaro (2014, citado por Manga, 2022), señala que:

Las principales variedades de beterraga son las de “mesa”; que tienen mayor extensión de cultivo; la forrajera utilizada como ración de animales y la azucarera, que es utilizada para la producción de azúcar. La diferencia de las variedades son básicamente el formato y el color de la pulpa. De acuerdo al nombre se distinguen las siguientes:

- Early Wonder: se distingue por su formato largo y demandada por restaurantes, pues proporciona un mayor número de rodajas con un mismo tamaño; de buena coloración roja; con un ciclo de 70 a 80 días.
- Early Wonder Tall Top: de forma elíptica, con base achatada; es la de mayor aceptación por el consumidor; color rojo; excelente adaptación a diversas regiones de cultivo; con un ciclo de 70 a 80 días.
- Green Top Bunching: planta de raíz de formato redondo, color rojo oscuro; con un

ciclo de 70 a 80 días en verano y de 90 a 100 días en invierno. (p.10).

1.2.6. Manejo agronómico del cultivo

a. Preparación del terreno.

Es necesario levantar lo más profundo posible (35 a 45 cm) para enterrar los residuos del cultivo anterior, promover el desarrollo saludable de las raíces en el siguiente cultivo y retener la mayor cantidad de precipitación posible. Dependiendo de las exigencias del terreno, se utilizan una o dos pasadas de grada o cultivador para finalizar los trabajos de elevación con el fin de romper los terrones que se han formado en la elevación. Dado que la rastra suele alcanzar una profundidad de 10 a 15 cm, resulta práctico utilizar esta tarea para enterrar el abono en el fondo. (INFOAGRO, 2010).

b. Siembra.

Para que la raíz penetre firmemente en el suelo, la semilla de remolacha requiere tanto un contacto total con el suelo como un sustrato duro. Quitar la tierra a menos de 3 centímetros de profundidad permite que la raíz crezca sin oposición y produzca muchas raíces, lo que es perjudicial para el contenido de azúcar de la remolacha azucarera. (INFOAGRO, 2010).

Se realiza durante todo el año, con 10 cm de separación entre plantas en doble hilera y 50 a 60 cm entre surcos. Las semillas germinan en 4 a 6 días a temperaturas adecuadas y en un suelo bien esponjoso (Castillo, 2004, p.6).

c. Métodos de siembra.

Se prefiere la siembra directa, pero se cree que trasplantar plantas con una altura de unos 10 cm y no más de tres o cuatro hojas verdaderas es una forma fácil de manejar esta especie. En este punto, el deshierbe es necesario porque las pérdidas son importantes y la siembra mixta (siembra directa seguida de apuntalamiento con plantas desyerbadoras) es más prudente. (Castillo, 2004, p.6).

Morales (1995), explica que las remolachas se pueden trasplantar o sembrar directamente. El método más común es la siembra directa, particularmente en lugares grandes y/o con escasez de mano de obra, lo que hace inviable el trabajo de trasplante. El principal inconveniente de la siembra directa es el establecimiento desigual del cultivo en el campo, lo que casi invariablemente da como resultado áreas del campo con una alta concentración de

plantas en intensa competencia y áreas con una concentración muy baja de plantas. (p. 6).

Aunque la siembra por trasplante no es un método tradicional, ciertos estudios experimentales sugieren que puede producir mayores rendimientos. Lo más probable es que esto se deba al hecho de que la siembra por trasplante permite un control mucho mejor sobre la densidad del cultivo (el número de plantas por unidad de área) que la siembra directa. Las plántulas a trasplantar pueden elegirse entre aquellas raleadas en siembra directa de alta densidad, o pueden cultivarse en camas hasta alcanzar tres o cuatro hojas genuinas, lo que ocurre alrededor de treinta días después del nacimiento. Si se riegan después del trasplante y sus hojas no se rompen en el proceso, las plántulas se recuperan rápidamente (Morales, 1995, p. 6-7).

INFOAGRO (2010), explica cómo plantar nuevas semillas puede acelerar el ciclo del cultivo y avanzar en la campaña de cosecha de remolacha para azúcar. También es factible obtener importantes beneficios agronómicos con el trasplante, por ejemplo:

- ✓ Un aumento del 25% en el rendimiento de los cultivos.
- ✓ Una disminución del 58% en los costos de las semillas.
- ✓ Se evitan tanto los problemas de nacimiento como los de replantación.
- ✓ Reduce la necesidad de aplicaciones químicas y ayuda en la lucha contra las malas hierbas.
- ✓ Ahorro en la cantidad de insecticidas necesarios para combatir plagas potenciales en el cultivo porque el trasplante facilita el combate de algunas plagas.

d. Aclareo o raleo.

Torrez (2005, citado por Manga, 2022), señala que:

El aclareo es de las primeras labores culturales en las plantas, que no debe retrasarse para que el crecimiento sea normal, realizándolo en dos veces, con el fin de que el primero se efectúe antes de que las plantas compitan; se repetirá cuando las plantas tengan de 4 a 5 hojas dejando una sola por golpe. Después del segundo aclareo, a una planta por golpe, es conveniente un riego que acelera el crecimiento al encontrarse las plantas aisladas. El mismo que se realiza a los 30-40 días después de la siembra y se puede acompañar de un deshierbo (p.17).

e. Aporque

Se recomienda que este trabajo se realice para proteger las raíces de los efectos suberizantes del aire y el agua mientras crecen. Se lleva a cabo junto con la segunda pulverización de nitrógeno o el deshierbe, (Morales, 1995, p. 8-9).

El aporque consiste en arrimar tierra a las plantas y cubrir la parte comestible de la raíz para evitar que se dañe por un proceso de suberificación ocasionado por la luz y el aire, además conviene eliminar en forma manual todas las malas hierbas presentes durante el aporque. (Manga, 2022, p.18).

f. Riego

Morales (1995), explica:

La remolacha puede tolerar breves sequías y recuperarse de ellas sin experimentar pérdidas apreciables de rendimiento debido al sano desarrollo de su sistema radicular. Además de fomentar el crecimiento de enfermedades del suelo, demasiada agua puede asfixiar las raíces y provocar su muerte. La humedad excesiva hace que el follaje se vuelva amarillo o rojizo y ralentiza el crecimiento de la planta. Es más probable que surjan enfermedades foliares cuando hay alta humedad relativa. El suelo deberá tener del 60 al 70% de su capacidad de campo; no debería permanecer por encima del 80% durante un período prolongado. Tan pronto como la remolacha alcance su tamaño comercial adecuado, se debe reducir el riego (p. 10).

Una campaña debe constar de ocho a diez riegos repartidos en ocho a diez días, cada uno de ellos uniforme y lo suficientemente suave como para evitar salpicaduras de agua (Castillo, 2004, p.8).

Manga (2022), hace mención que:

Para un buen desarrollo de su sistema radicular permite a la remolacha soportar sequias cortas y reponerse de ellas sin sufrir mermas importantes de su productividad. El exceso de riego es malo porque provoca la formación de charcos, que favorecen el crecimiento de enfermedades del suelo, y la asfixia de las raíces, que puede provocar la muerte. El exceso de humedad hace que el follaje se torne amarillento o más rojizo, y también ralentiza el crecimiento de las plantas. Una humedad relativa alta promueve el crecimiento de enfermedades en las hojas de las plantas. El suelo solo debe contener entre el 60 y el 70 % de la capacidad del campo; no debe permanecer por encima del 80 % durante un período prolongado. Una vez que la

remolacha alcanza su tamaño comercial ideal, se debe reducir el riego (Morales, 1995). Cuando el cultivo de remolacha se encuentra en su ciclo vegetativo completo, que tarda un promedio de 90 días para alcanzar un tamaño comercial apto para el mercado, necesita 160.21 mm (1602,1 m³ ha⁻¹) de agua. Con riego por goteo o riego localizado se obtuvo un rendimiento de 40.46 t ha⁻¹. (p. 16).

g. Control de malezas.

Torrez (2005, citado por Manga, 2022), manifiesta que:

Es fundamental desmalezar los cultivos de remolacha para mantener las malas hierbas bajo control durante las etapas iniciales del desarrollo del cultivo. Esta tarea se realiza mecánicamente con una azada, teniendo cuidado de no dañar las raíces. El objetivo de esta labor es realizar una fertilización complementaria y aflojar el suelo. Hasta el momento, no se conoce ningún producto en nuestro entorno que pueda controlar los productos químicos. Dependiendo de lo bien preparado que esté el suelo inicialmente, así como de la cantidad y calidad del primer desmalezado, se realizan uno o dos desmalezados. (p.17).

h. Plagas y enfermedades de la betarraga.

Las principales plagas son:

Pulgones: Estos son los parásitos más comunes en los cultivos de remolacha y propagan virus, lo que es una de las principales causas de daños. La apariencia de los pulgones varía según el clima; los huevos eclosionan a 5°C, dependiendo del entorno. Se han encontrado pulgones verdes en los cotiledones de la remolacha durante los inviernos suaves (INFOAGRO, 2010).

Para el control se recomienda prácticas culturales y medidas preventivas.

- ✓ Aplicar intervenciones tempranas, antes de que la población alcance sus densidades máximas.
- ✓ Cubriendo las bandas del invernadero con malla.
- ✓ Se deben eliminar las malas hierbas y los restos de cultivos del invernadero y sus alrededores.
- ✓ Instale trampas amarillas cromotrópicas. Las formas aladas se sienten atraídas por las trampas de pegamento amarillo y las bandejas de agua amarillas, lo que ayuda a la detección temprana de infestaciones de plagas. (InfoAgro, 2017).

Pulguilla de la remolacha (*Chaetocnema tibialis*): Los suelos arcillosos son particularmente susceptibles a este insecto. La longitud máxima de la pulga adulta es de 2 mm. Los ataques tienen pequeños agujeros en forma de perigonada en las hojas. La planta puede morir como resultado de este daño. (INFOAGRO, 2010).

Nematodos (*Heterodera schachtii*, *Meloidogyne incognita*): La enfermedad se manifiesta como "rodales" de plantas débiles y amarillentas con muchos pequeños nódulos blancos (llamados quistes) en sus raíces. Estos quistes pueden adherirse a las raíces durante un largo período y provocar deformidades difíciles de curar. La forma de control es lo siguiente: manteniendo las malas hierbas fuera de la superficie, utilizar una opción de cultivo a largo plazo si el nivel de infección es alto. (INFOAGRO, 2010).

Diabrotica (*Diabrotica* spp): Es un pequeño escarabajo de color verde amarillento es el adulto. Con tres pares de patas, las larvas de color amarillo blanquecino pueden crecer hasta 10 mm de longitud. Las larvas se alimentan de las raíces de las plantas y tienen la capacidad de dañar plantas pequeñas; el adulto causa daños al follaje. También ocurre en cultivos de coliflor, repollo y repollo. (Bustillo, 1982, p.137).

Las principales enfermedades, son:

Mildiu de la remolacha (*Peronospora schachtii*): Este hongo ataca las hojas enrollando sus márgenes, lo que hace que en la parte inferior de las hojas se desarrolle una eflorescencia gris violeta que indica la fructificación del hongo. (INFOAGRO, 2010). Los síntomas que presentan se evidencian en las hojas jóvenes que son atacadas por el hongo se espesan, se arrugan y se enrollan, primero volviéndose de color verde claro y finalmente de color violeta. El corazón de la planta se seca a medida que las hojas circundantes se vuelven amarillas. Rara vez las raíces se ven afectadas por el ataque. (AIMCRA, 2000). Morales (1995), sugiere Eliminar las malezas hospedantes, destruir los desechos de los cultivos y cambiar a cultivos que no contengan especies sensibles. El control químico, utilizando productos a base de azufre, flutriafol, propiconazol, triadimefón y otros fungicidas del grupo de los azoles, debe iniciarse tan pronto como aparezcan los síntomas iniciales de la enfermedad". (p. 9).

Pudrición del corazón (*Phoma betae*): En las hojas, los síntomas toman la forma de manchas circulares con manchas negras. El rango de temperatura en el que crece este hongo es de 20°C. El hongo tiene la capacidad de infiltrarse en los tejidos de las plantas

y crecer allí. Aunque una semilla infectada parece sana al comienzo de la vida de la planta, la enfermedad eventualmente muestra síntomas más adelante en el ciclo (INFOAGRO, 2010). Se recomienda “hacer rotación de cultivos con gramíneas y otras especies tolerantes o resistentes (no con solanáceas o leguminosas), hacer arado profundo para enterrar las fructificaciones del hongo y los residuos de cosecha, hacer buena fertilización para favorecer el crecimiento rápido de la raíz y evitar los encharques. Debe evitarse que el agua de riego pase de una parcela infectada a una sana” (Morales, 1995. p.10).

1.2.7. *Recolección o cosecha*

En la cosecha intervienen los siguientes procesos: desarraigo, carga, coronación y deshojado. Estas funciones pueden ser realizadas por máquinas separadas (equipos rotos) o por la misma máquina (cosechadoras integrales). Estos equipos dañados se pueden reorganizar para reducir la cantidad de pasadas necesarias para finalizar la recolección (INFOAGRO, 2010).

El proceso de recolección manual dura, en promedio, veinte días. Primero se limpian las raíces y se eliminan las hojas más viejas o enfermas. A continuación, se producen haces de cuatro raíces, cada una ligada a la altura de la base de las hojas. El rendimiento puede superar fácilmente las 30 t ha⁻¹ con un manejo adecuado, aunque el promedio nacional es solo de aproximadamente 11 t ha⁻¹ (Castillo, 2004, p.12).

Hay varios pasos involucrados en la recolección de vegetales enterrados que se pueden mecanizar todos a la vez o por separado. Estas tareas incluyen desbroce, desarraigo, transporte a empresas de limpieza, limpieza, acondicionamiento y carga en vehículo. Hay muchos equipos disponibles, desde la cosechadora integrada, que puede realizar todas las tareas, hasta pequeñas herramientas que, cuando se conectan a un tractor, pueden agilizar ciertas partes del proceso de cosecha y aumentar la eficiencia de la agricultura tanto en granjas pequeñas como grandes.

1.3. Valor nutricional de la betarraga.

Como la remolacha se encuentra entre las verduras con mayor contenido de azúcar, tiene un contenido calórico moderado debido a que su ingrediente principal son los carbohidratos, que ocupan el segundo lugar después del agua. Es una fuente de fibra de alta calidad. (Consumer, 2020).

La armadura celulósica que se encuentra en las raíces de la remolacha constituye del 4 al 5% de toda la planta. Aproximadamente el 25% del peso de la raíz está compuesto por armadura de celulosa y otros elementos orgánicos e inorgánicos que se encuentran en el extracto seco. Otro 75% está compuesto por agua. El azúcar de remolacha es sacarosa, un disacárido de fórmula molecular $C_{12}H_{22}O_{11}$ que está compuesto por dos moléculas de hexosa unidas por un puente de oxígeno. (INFOAGRO, 2010).

Alvarez & Veliz (2015, citado por Manga, 2022), señala:

Las verduras son una fuente de coloración; La remolacha destaca especialmente por sus cualidades superiores, que provienen tanto de sus componentes nutricionales como de otro grupo de compuestos cuyas cualidades son el foco de estudio actual. Debido a la abundancia de esta planta en el pigmento rojo betanina, se ha demostrado que su consumo inhibe y previene el crecimiento o aparición de tumores malignos. La remolacha se usa más comúnmente como alimento, pero también se puede usar para otros fines como colorante, azúcar y medicina (para la anemia, hemorroides, estreñimiento y limpieza de los intestinos, excelente formador de sangre e interferencia en la formación de manchas blancas y rojas), glóbulos rojos, revitalización de la sangre, menopausia, limpieza del hígado y vesícula biliar, riñones, fortalecimiento del sistema inmunológico, prevención del endurecimiento de varices y arterias, sobrepeso, embarazo y envejecimiento prematuro de la piel, entre otros). (p.29).

Tabla 1.1.*Valor nutricional de la betarraga.*

componente	Composición	
	remolacha de huerta	remolacha azucarera
Calorías	43	336-339
Agua	87.58 g	76.6 g
Carbohidratos	9.56 g	20.4 g
Grasas	0.17 g	0.1 g
Proteínas	1.61 g	1.1 g
Fibra	2.8 g	1.1 g
Cenizas	1.08 g	0.7 g
Calcio	16 mg	115-182 mg
Potasio	325 mg	2616-2638 mg
Fosforo	40 mg	259- 323 mg
Sodio	78 mg	286-472 mg
Hierro	0.80 mg	5.5-8.7 mg
Tiamina	0.031 mg	0.08-0.24 mg
Riboflavina	0.040 mg	0.32-0.39 mg
Niacina	0.334 mg	1.64-3.15 mg
Ácido ascórbico	4.9 mg	23-79 g

Fuente: FAO – 2015.**1.4. Rendimientos.**

Suelen variar entre 25.000 y 30.000 kg por hectárea, según el tamaño de la remolacha que se busca y, en consecuencia, el tiempo de siembra. Las remolachas no deben pesar más de 200 a 300 gramos por unidad en promedio. La raíz principal y las hojas de la remolacha no se deben quitar antes de la venta o, si se hace, se deben quitar las hojas unos milímetros por encima del cuello. Una vez eliminadas las raíces, se recogen y limpian cuatro o cinco plantas para prepararlas para su entrega al mercado (INFOAGRO, 2010).

1.5. Requerimientos edafoclimáticos de la betarraga.**a. Clima.**

FAO (2011, citado por Huamán, 2019), hace mención que:

El rendimiento de los cultivos se ve afectado directamente por este factor. Un alto porcentaje de azúcar en la remolacha se produce en un clima templado, soleado y húmedo. La cantidad de luz es crucial para la correcta fotosíntesis del cultivo y para la producción de azúcar. (p.9).

Flores (2014, citado por Manga, 2022), para una buena producción de remolacha menciona:

El clima apropiado para la remolacha es fresco, con temperaturas de 15 a 18°C, similares a las requeridas por la zanahoria y las diferentes especies del género Brassica. Es más tolerante a temperaturas extremas, siendo estas de 4 a 24°C, aunque es de climas frescos puede adaptarse bien a climas templados, solo los climas cálidos y secos no le convienen. La semilla de remolacha germina a 4 a 9°C y es conveniente que la temperatura se vaya subiendo paulatinamente, el peso de la raíz es función de las temperaturas recibidas en las primeras etapas de su desarrollo, así como de la luz. (p.10).

b. Suelo.

Cahuaza (2015, como se citó en Manga, 2022), señala;

La remolacha es sensible al pH ácido, por lo que prospera en suelos alcalinos con un rango de pH preferido de 6.5 a 7.5. Si el pH se eleva por encima de 7,5, puede desarrollarse una deficiencia de boro. Esta verdura puede soportar niveles de salinidad de hasta 7680 ppm (10–12 mmho), lo que demuestra su alta tolerancia a la sal. Crece mejor en suelos arenosos ligeros porque la parte comestible se deforma en suelos arcillosos. En general, el suelo de reacción neutra (pH de 6.5 a 7.5) es ideal para la remolacha. Sin embargo, las investigaciones también han demostrado que la remolacha prospera en suelos con un pH de hasta 8,5. Los suelos extremadamente alcalinos pueden interferir con la absorción de manganeso, hierro y, lo más importante, boro. Los mejores suelos para la remolacha son los profundos con un pH de alrededor de 7, una alta capacidad para retener agua, poca propensión a la formación de costras y una aireación adecuada. (p.12-13).

La remolacha de mesa se adapta a muchos tipos de suelos, siempre que se desmenucen bien, de manera que no se entorpezca el desarrollo de las raíces; los mejores suelos son los de consistencia media. Los suelos ácidos son poco favorables al desarrollo de las raíces, prefiriéndose los de reacción neutra; si el suelo en que se han de cultivar las remolachas de

mesa es ácido. Pueden ser convenientes las enmiendas calizas. (Besnier, 1964, p.4).

Morales (1995), refiere que:

La remolacha Meniconna crece mejor en suelos con un pH de 6.5 a 7.5, que es prácticamente neutro. Los suelos ácidos deben evitarse o encalarse hasta que el pH se eleve a un nivel adecuado debido a su sensibilidad a la acidez del suelo. La aplicación de este elemento puede ser importante porque la deficiencia de boro es muy probable en suelos con un pH superior a 7.6. (p. 6).

Dado que la remolacha es un cultivo sensible a los ácidos, se requiere un pH de 6.2 para producir un cultivo con un alto rendimiento. Es fundamental aplicar las modificaciones con suficiente antelación para poder alcanzar este nivel de pH. (Demagnet & Canales, 2020, p.4).

a. Necesidades hídricas

Debido a la escasez de agua, el cultivo vive múltiples momentos cruciales. La primera es cuando las plantas germinan y emergen; Para que estos procesos ocurran, el lecho de semillas debe estar suficientemente húmedo. La segunda, en cambio, es cuando el cultivo está en su punto más frondoso y los azúcares están pasando de las hojas a las raíces, que es también el momento de máxima necesidad de agua. (Saavedra, 2018).

1.6. Abonos orgánicos.

Méndez (2010, citado por Manga, 2022), menciona que:

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se agregan al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas, estos abonos aportan materiales nutritivos y modifican la población de microorganismos en general, influyen en la estructura del suelo, de esta manera se asegura la formación de agregados que permitirán una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.(p.30).

Para apoyar la sostenibilidad de los sistemas de producción en producción orgánica, lo ideal es que la mayoría de estas materias primas provengan de la finca; si deben provenir de fuentes externas, deben ser tan pocos y no estar contaminados como sea posible. (Garro, 2016, p.19-20).

Mosquera (2010), señala las siguientes afirmaciones a cerca de los abonos orgánicos:

- ✓ Debido a que son una fuente de vida bacteriana para el suelo y esenciales para la nutrición de las plantas, los fertilizantes orgánicos son de fundamental importancia. Los fertilizantes orgánicos proporcionan el mejor desarrollo posible de los cultivos al facilitar la descomposición de los nutrientes del suelo y mejorar la absorción de las plantas.
- ✓ Además de mejorar las circunstancias nutricionales del suelo, los fertilizantes orgánicos ayudan a fortalecer las características físicas del suelo (estructura), promueven la absorción de agua y mantienen el suelo húmedo. Se pueden utilizar repetidamente sin dañar el suelo y con un importante ahorro de costes debido a su actividad prolongada y duradera.
- ✓ La principal fuente de alimento de las plantas, las raíces, crecen más rápidamente en suelos cálidos gracias a la presencia de fertilizantes orgánicos. Sin ellos, el suelo se vuelve frío y carece de condiciones favorables para el crecimiento. Se aconseja su uso en todo tipo de suelos, pero se aconseja especialmente en suelos bajos en materia orgánica y que han sido degradados por la erosión. También ayuda a regenerar suelos aptos para uso agrícola.
- ✓ Además de sus efectos beneficiosos sobre el suelo, estos productos también tienen un precio razonable. Por ejemplo, una bolsa de fertilizante orgánico cuesta tres dólares, mientras que una bolsa de fertilizante químico puede costar entre treinta y cincuenta dólares, según el fabricante y la marca (p. 4).

Ventajas.

Según INTAGRI (2016) las siguientes ventajas del uso de fertilizantes orgánicos para la producción agrícola:

- ✓ Aporte de la mayoría de componentes esenciales de la planta, en función del tipo de abono orgánico aplicado. En comparación con los fertilizantes inorgánicos, tienen una residualidad mayor.
- ✓ Su cualidad única es su lenta liberación de nutrientes, lo que garantiza un suministro constante de nutrientes para el cultivo a medida que crece. Mejoran la aireación, la capacidad de retención de agua, la porosidad y la estructura del

suelo.

- ✓ Pueden combinarse con nutrientes para generar complejos orgánicos que aumentan la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- ✓ La capacidad de intercambio catiónico (CIC) de la materia orgánica es mayor que la de las arcillas, por lo que la adición de fertilizantes orgánicos puede aumentar la CIC.
- ✓ Esto es particularmente ventajoso para suelos arenosos con baja CIC.
- ✓ A medida que se descomponen, producen dióxido de carbono (CO_2), que se convierte en ácido carbónico (H_2CO_3), que solubiliza los nutrientes de otras fuentes.
- ✓ Proporcionan carbono orgánico para sustentar las actividades de los organismos heterótrofos que habitan en el suelo.
- ✓ Disminuir la escorrentía superficial aumentando la infiltración de agua.
- ✓ Disminuye la pérdida de suelo provocada por la erosión hídrica. Estimulan que los agregados del suelo sean más estables.
- ✓ Al mantener la fertilidad del suelo a lo largo del tiempo y ser sostenibles a lo largo de los ciclos de producción, los fertilizantes orgánicos aumentan el potencial de productividad del suelo.

Desventajas

Myers (2021, citado por Orosco, 2023), indica que:

La mayoría de los fertilizantes orgánicos no son utilizados instantáneamente por las plantas. La capacidad de liberarse lentamente puede resultar beneficiosa para usted. Sin embargo, los fertilizantes orgánicos no pueden suministrar nutrientes con extrema rapidez si existe una necesidad urgente de ellos. También es bastante difícil encontrar información sobre la cantidad de nutrientes y elementos en los fertilizantes indicados, como el estiércol, por lo que es imposible determinar con precisión cuánto fertilizante utilizar. Otro inconveniente de utilizar fertilizantes orgánicos es la posibilidad de agotar el nitrógeno del suelo. Grandes adiciones de material orgánico pueden reducir temporalmente los niveles de nitrógeno de las plantas debido a una intrincada actividad

bacteriana (p.28).

Según Quispe (2018), las siguientes son algunas de las ventajas clave que ofrecen los fertilizantes orgánicos:

Hay poca necesidad de reciclar fertilizantes sintéticos porque pueden usarse en entornos tradicionales y agrícolas; la producción puede mantenerse o incluso aumentar en el tiempo; obtener los ingredientes para este fertilizante es relativamente sencillo y asequible; A diferencia de los fertilizantes sintéticos, el fertilizante se puede vender, lo que mejora los ingresos y reduce los gastos de fabricación (p. 5).

1.6.1. Estiércol procesado de gallinaza

El excremento de gallinas y pájaros se llama estiércol de gallina; Existen tres variedades de estiércol de pollo: excremento de jaula, derivado de gallinas ponedoras comerciales alojadas en baterías de jaulas; La pollinaza o gallinaza, que se produce mediante el proceso de engorde de pollos sobre un lecho de material vegetal, surge de la acción del engorde de pollos. El estiércol de piso es producido por gallinas ponedoras comerciales y gallinas reproductoras, que se mantienen en el piso y generalmente tienen un lecho de aserrín u otro material vegetal absorbente. La alta concentración de nutrientes y minerales necesarios para el crecimiento de las plantas en el estiércol de aves de corral explica su valor fertilizante; Algunos excrementos de pollo tienen porcentajes significativamente diferentes de nitrógeno, fósforo y potasio debido a varios factores, incluyendo si está mezclado o no con material vegetal (cama), el tipo de cama, la humedad, el tiempo que ha permanecido húmedo, el tipo de alimentación de aves, y ciclo productivo, entre otros (FENAVI, 2016).

INTAGRI (2016), refiriéndose a la importancia de la gallinaza, señala:

Gracias a sus intensos métodos de producción, el sector avícola puede suministrar, además de huevos y carne, materiales de desecho orgánicos de alta calidad, como estiércol de pollo. La adición de nutrientes como N, P y K, así como el aumento de la materia orgánica del suelo, son dos de los muchos beneficios de este material para aumentar el rendimiento de los cultivos. Para dejar las cosas claras, en este artículo estamos hablando de estiércol de pollo y no de estiércol de pollo (no son sinónimos), así que definémoslos:

- ✓ **Gallinaza.** Excrementos de gallinas ponedoras que se acumulan durante la etapa de producción de huevos o durante el desarrollo de este tipo de aves, combinados con plumas y desechos de alimentos. Se podría considerar o no agregar materiales a la ropa de cama.
- ✓ **Pollinaza.** Excrementos del proceso de engorde de las aves (carne), desde el momento de su origen hasta el momento de su comercialización, junto con el material de cama, plumas y restos de comida.

INTAGRI (2016), señala que las siguientes variables afectan la cantidad y calidad del estiércol de pollo:

- ✓ **Edad del ave:** El tamaño del ave se correlaciona con la cantidad de excrementos. Por ser un ave más pequeña, su excremento es menor que el de un ave mayor, que tendría más excremento.
- ✓ **Línea de producción:** El manejo varía según la línea de fabricación utilizada, especialmente en lo que respecta a la composición del alimento, que finalmente se refleja en la cantidad y calidad de los excrementos de las aves (contenido de nutrientes). Es fundamental recordar que, en promedio, las aves crean entre 1,1 y 1,2 kg de excremento fresco (los excrementos de pollo contienen entre un 70% y un 80% de humedad) por cada kilogramo de alimento que consumen.
- ✓ **Consumo de alimento:** La producción de excrementos está influenciada por el consumo de alimentos, lo que explica la digestibilidad.
- ✓ **Cantidad de alimento desperdiciado:** La calidad del estiércol de pollo tiene un impacto en la composición química del alimento utilizado en el negocio avícola. Dependiendo de la cantidad de comida que se desperdicie, mejorará el estiércol de pollo (principalmente nitrógeno) cuando se deposite en la superficie donde residen los excrementos.
- ✓ **Cantidad de plumas:** Debido a que la queratina, una proteína con nitrógeno como componente principal, es un componente de las plumas, el contenido nutricional del estiércol de pollo aumenta a medida que aumenta la cantidad de plumas.
- ✓ **Temperatura:** Las altas temperaturas y la humedad provocan que la fermentación anaeróbica produzca gases, principalmente amoníaco, lo que provoca una pérdida

importante de nitrógeno (pobre estiércol de pollo).

- ✓ **Ventilación:** El movimiento del aire del estiércol de pollo minimiza la pérdida de nitrógeno por volatilización en amoníaco (p. 3).

Aporte nutrimental de la gallinaza.

Cuando se usa adecuadamente, el estiércol de pollo es un excelente fertilizante. Junto al calcio, magnesio, azufre, fósforo, potasio y diversos micronutrientes, es una sustancia que tiene un buen aporte de nitrógeno. Aplicarlo al suelo mejora la calidad del suelo, la fertilidad y los niveles de materia orgánica. Como se mencionó anteriormente, varios factores afectan la calidad del estiércol de pollo y su capacidad para suministrar nutrientes. Lo ideal es intentar probar el estiércol de pollo en un laboratorio fiable antes de utilizarlo como fuente de nutrientes. Un análisis químico exhaustivo puede ayudarle a determinar la dosis de aplicación y revelar la verdadera contribución esperada de un determinado elemento. Cuando se trata de nutrición, el estiércol de pollo ofrece más que otros fertilizantes orgánicos. En la siguiente tabla se muestra un ejemplo (INTAGRI, 2016).

Tabla 1.2.

Comparación del contenido de nutrientes del estiércol de pollo y de vaca.

Nutriente	Estiércol de bovino (kg/ton)	Gallinaza (kg/ton)
Nitrógeno	14.2	34.7
Fosforo (P ₂ O ₅)	14.6	30.8
Potasio (K ₂ O)	34.1	20.9
Calcio	36.8	61.2
Magnesio	7.1	8.3
Sodio	5.1	5.6
Sales solubles	50	700

Fuente: (PROABONOS 2010).

1.6.2. Abono procesado de gallinaza “TERRASUR”

La Calera (2020), menciona que el abono “Terrasur” es un guano orgánico procesado a partir de gallinas de postura que se alimentan con una dieta balanceada y controlada. Es un abono natural, rico en nutrientes esenciales mejora la salud del suelo, fortalece los cultivos y aumenta la productividad, ayudando a obtener cosechas más abundantes y de mejor calidad,

temporada tras temporada. A diferencia del guano que proviene granjas de pollos de engorde, el abono “Terrasur”, no contiene cama de viruta de arroz, ya que las gallinas criadas en jaulas no requieren este tipo de material. Este tipo de crianza de gallinas reduce impurezas físicas y evita el exceso de carbono que puede afectar el equilibrio de nutrientes en el suelo si no se maneja adecuadamente. El resultado es un guano más puro, concentrado y de excelente calidad, ideal para potenciar el rendimiento agrícola de forma natural y sostenible.

Tabla 1.3.

Características físico- químico del abono “Terrasur” según ficha técnica.

Descripción	Valor	Unidad
pH	7-7.5	pH
CE	15-20	dSm ⁻¹
M.O	45-50	%
Humedad	15-20	%
N	1.5-2.2	%
P ₂ O ₅	4-4.5	%
K ₂ O	2.5-3	%
CaO	7-8	%
MgO	1.3-1.8	%
Na	0.3-0.7	%
Fe	1282	ppm
Cu	54	ppm
Zn	342	ppm
Mn	402	ppm
B	54	ppm

Fuente: <https://abonosterrasur.com>

El proceso de producción del guano “Terrasur”, comienza con la recolección del guano de la gallina de postura y su posterior esparcimiento en una pampa especializada durante un período de 2 a 4 semanas. Durante este tiempo, el guano se voltea constantemente a fin de secarlo de forma uniforme, para secarlo uniformemente, dispersar el calor del compostaje y volatilizar el amoníaco. Los rayos solares también esterilizan el guano, eliminando cualquier microorganismo dañino. Posteriormente, el guano pasa por una zaranda gruesa y fina para

eliminar impurezas y generar un producto en polvo fácil de usar. Finalmente, se empaca el producto en su presentación de sacos “Terrasur” de 40 kg. El guano producido es puro y de alta calidad y no contiene impurezas, (La Calera, 2020).

1.7. Bioestimulantes.

Los estimulantes del crecimiento de las plantas, también conocidos como bionutrientes, son sustancias naturales específicas del metabolismo de las plantas. Son productos antiestrés que ayudan a las plantas a prosperar desde la germinación hasta la fructificación y minimizar los daños causados por plagas, enfermedades, ciclones, granizadas, podas y trasplantes. Suelen acortar los ciclos de cultivo y mejorar el rendimiento de los fertilizantes, agroquímicos y bioproductos habituales de la agricultura ecológica, lo que suele traducirse en una reducción de las dosis recomendadas de algunos agroquímicos sintéticos. Funcionan especialmente bien en los policultivos típicos de la agricultura de bajos insumos. También funcionan bien en la agricultura intensiva, donde los mayores rendimientos son cruciales, en cultivos como la caña de azúcar, el maíz y la soja que se manejan de manera integrada utilizando fertilizantes y pesticidas químicos. (Viñals, 2011).

Montano (2008, citado por García, 2017), menciona que:

Un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismo que, al aplicarse a las plantas, es capaz de mejorar la eficacia de éstas en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente del contenido en nutrientes de la sustancia”. Por extensión, también se considera como un bioestimulante vegetal a los productos comerciales que contienen mezclas de estas sustancias o microorganismos. (p. 10).

Bayer (2017), menciona que:

Los bioestimulantes son sustancias biológicas que actúan sobre los procesos de la planta mejorando la capacidad productiva y de crecimiento. Los bioestimulantes vegetales contienen sustancias y/o microorganismos cuya función es estimular los procesos naturales para mejorar la captación, asimilación y eficiencia de los nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico, y la calidad de los cultivos. En las últimas dos décadas son muchos los bioestimulantes que se han utilizado en la agricultura chilena y mundial, los cuales han permitido minimizar el uso de fertilizantes minerales convencionales, superar

las situaciones de estrés de las plantas a las condiciones adversas del medio ambiente, favorecer el crecimiento y desarrollo vegetal e incrementar el rendimiento agrícola (p. 16).

Los productos químicos que, cuando se aplican en cantidades modestas, tienen un efecto beneficioso sobre la germinación, el desarrollo, el crecimiento vegetativo, la floración, el cuajado y/o el desarrollo del fruto se denominan bioestimulantes. Estos productos químicos no entran en la categoría de nutrientes, pesticidas o reguladores del crecimiento (Saborío, 2002). Además de que las materias primas utilizadas en su producción suelen constituir fuentes contaminantes, el uso de estos productos representa una alternativa natural que puede incentivar y estimular el desarrollo de las plantas, contribuyendo de esta manera a la reducción de la contaminación ambiental. Hoy en día, se utilizan muchos bioestimulantes en todo el mundo en un esfuerzo por producir alimentos de manera agroecológica y sostenible, logrando resultados notables y demostrando un camino para el avance de la agricultura orgánica (Salazar, 2021).

EPUIN (2004, citado por Mamani, 2014), se refiere que:

Los bioestimulantes son un componente de la tecnología agrícola sostenible que, cuando se utilizan, mejoran en gran medida la calidad y la productividad de los cultivos, al tiempo que reducen los costos de producción y salvaguardan el medio ambiente y la salud tanto de los productores como de los consumidores de hortalizas (p. 14).

Valagro (2018, citado por Curay, 2021), identifica que:

Los bioestimulantes como compuestos o microbios que mejoran la absorción de nutrientes, mejoran la tolerancia al estrés biótico y abiótico y mejoran la digestión de nutrientes; además, los bioestimulantes controlan y potencian los procesos fisiológicos de los cultivos, aumentando su eficiencia. También facilitan la asimilación y el paso de los nutrientes, aumentan la cantidad de azúcar en la fruta, controlan la cantidad de agua en la planta y mejoran las características físicas y químicas del suelo para el crecimiento de las bacterias. (p. 2).

1.7.1. Clasificación

Según García (2017), los bioestimulantes son de distintos tipos, los cuales se muestran a continuación:

a. Ácidos húmicos y fúlvicos. Las sustancias húmicas son constituyentes naturales de la materia orgánica de los suelos, resultantes de la descomposición de las plantas, animales y microorganismos, pero también de la actividad metabólica de los microorganismos del suelo que utilizan estos compuestos como sustrato. Las sustancias húmicas son una colección de compuestos heterogéneos, originalmente categorizadas de acuerdo a su peso molecular y solubilidad en huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos.

b. Aminoácidos y mezclas de péptidos. Se obtienen a partir de la hidrólisis química o enzimática de proteínas procedentes de productos agroindustriales tanto vegetales (residuos de cultivos) como animales (colágenos, tejidos epiteliales, etc.). Estos compuestos pueden ser tanto sustancias puras como mezclas (lo más habitual). Otras moléculas nitrogenadas también consideradas bioestimulantes incluyen betaínas, poliaminas y aminoácidos no proteicos, que son muy diversas en el mundo vegetal y muy poco caracterizados sus efectos beneficiosos en los cultivos.

c. Extractos de algas y de plantas. El uso de algas como fuente de materia orgánica y con fertilizante es muy antiguo en la agricultura, pero el efecto bioestimulante ha sido detectado muy recientemente. Esto ha disparado el uso comercial de extractos de algas o compuestos purificados como polisacáridos de laminarina, alginato y carragenanos. Otros compuestos que contribuyen al efecto promotor del crecimiento incluyen micro y macronutrientes, esteroides y hormonas.

d. Quitosanos y otros biopolímeros. El quitosano es la forma deacetilada del biopolímero de quitina, producido natural o industrialmente. Los polímeros/oligómeros de tamaño variado se usan habitualmente en alimentación, cosmética, medicina y recientemente en agricultura. El efecto fisiológico de los oligómeros de quitosano en plantas son el resultado de la capacidad de este compuesto policatiónico de unirse a una amplia variedad de compuestos celulares, incluyendo DNA y constituyentes de la membrana plasmática y de la pared celular. Además, son capaces de unirse a receptores específicos responsables de la activación de las defensas de las plantas, de forma similar a los elicitores de las plantas.

f. Compuestos inorgánicos. Se suelen llamar “elementos beneficiosos” a aquellos

elementos químicos que promueven el crecimiento de las plantas y que pueden llegar a ser esenciales para algunas especies, pero no para todas. Entre estos elementos se suelen considerar el Aluminio, Cobalto, Sodio, Selenio y Silicio; y están presentes tanto en el suelo como en plantas como diferentes sales inorgánicas y como formas insolubles. Sus efectos beneficiosos pueden ser constitutivos, como el reforzamiento de las paredes celulares por los depósitos de silicio, o por la expresión en determinadas condiciones ambientales, como es el caso del selenio frente al ataque de patógenos.

g. Hongos beneficiosos. Los hongos interactúan con las plantas de muchas formas, desde simbiosis mutualista hasta el parasitismo. Plantas y hongos han coevolucionado desde el origen de las plantas terrestres. Los hongos micorrízicos son un heterogéneo grupo de hongos que establecen simbiosis con el 90% de las plantas. Hay un creciente interés por el uso de los hongos micorrízicos para promocionar la agricultura sostenible, considerando sus efectos en mejorar la eficacia de la nutrición, balance hídrico y protección frente al estrés de las plantas.

h. Bacterias beneficiosas. Las bacterias interactúan con las plantas de todas las formas posibles: Como en los hongos, esta interacción puede ir desde el parasitismo hasta el mutualismo. Los nichos de las bacterias se extienden desde el suelo hasta el interior de las células vegetales, con localizaciones intermedias como la rizósfera. Estas asociaciones pueden ser permanentes o temporales (algunas se transmiten vía semilla). Su influencia en la planta es de todo tipo, desde los ciclos biogeoquímicos, aportación de nutrientes, incremento de la eficiencia en el uso de los nutrientes, inducción de la resistencia a enfermedades, mejora de la tolerancia al estrés abiótico y biótico e incluso modulación de la morfogénesis de la planta.

i. Biol. Biol es un abono orgánico de fácil preparación que da excelentes resultados en los cultivos. Se puede elaborar con plantas repelentes y minerales para tratar carencias nutricionales” (INIAP, 2011). El biol, “promueve los procesos y estimula el crecimiento de las plantas, funcionando especialmente sobre follaje, raíces y floración. El biol además de ser fuente de nutrientes (N, P, K, Ca,) también es un fitoregulador de crecimiento porque contiene fitohormonas que aceleran el crecimiento del follaje

(vigor), inducen a la floración y fructificación y aceleración la maduración de los cultivos. El biol es un mejorador de la disponibilidad de nutrientes del suelo, aumenta su disponibilidad hídrica, y crea un micro clima adecuado para las plantas. Debido a su contenido de fitoreguladores promueve actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, favorece su enraizamiento, alarga la fase de crecimiento de hojas (quienes serán las encargadas de la fotosíntesis), mejora la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas. Todos estos factores resultaran en mayor productividad de los cultivos y generación de material vegetal. El biol puede aumentar la producción de un 30% hasta un 50%, además que protege de insectos y recupera los cultivos afectados por heladas (MAG, 2022).

1.7.2. Aminofish.

Este biofertilizante está elaborado a base de compuestos orgánicos y extractos solubles de pescado. Ofrece una combinación de macro y micronutrientes, proteínas, aminoácidos y aceites esenciales que se absorben rápidamente y favorecen el crecimiento saludable de las plantas. Debido a que Aminofish tiene grupos funcionales, trabaja en conjunto con otras sustancias para mejorar su absorción y asimilación por las plantas (FAGRO, 2018).

Modo de acción: Los aminopeces desencadenan las actividades fisiológicas del metabolismo de la planta, incluida la transferencia de fotosintato, la activación de enzimas y la activación del mecanismo de defensa. Durante las etapas de floración y fructificación, también aporta importantes ingredientes nutricionales (FAGRO, 2018).

Beneficios:

Incrementa la resistencia al estrés.

Evita el consumo excesivo de energía y reservas.

Regenera los tejidos vegetales.

Fortalece a la planta contra el ataque de hongos y plagas.

Mayor desarrollo.

Mejora los niveles de clorofila.

Aumenta productividad. (FAGRO, 2018).

Tabla 1.4.*Composición química de Aminofish según ficha técnica.*

Composición garantizada	% en peso
Proteína	20.00
Zinc (Zn)	5000 ppm
Manganeso (Mg)	5000 ppm
Molibdeno (Mo)	2500 ppm
Fierro (Fe)	200 ppm
Cobalto (Co)	50 ppm
Acondicionadores o inertes	78.675
TOTAL	100.00

Fuente: fagro.com. (2018).

En la producción de hortalizas, se recomienda utilizar el Aminofish en aplicaciones foliares, según dosis y frecuencia de aplicación, dependiendo de la especie de cultivo.

Tabla 1.5.*Dosis l/ha de bioestimulante Aminofish recomendada para plantas.*

CULTIVO	DOSIS (l ha ⁻¹)	ÉPOCA DE APLICACIÓN
Zanahoria, cilantro, Apio, Perejil, betarraga	1-3	Realizar la primera aplicación vía foliar a los 40 días después de la siembra. Realizar 3 aplicaciones más a intervalos de 15 días.

Fuente: fagro.com.mx

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Del lugar del trabajo experimental

2.1.1. Localización

La investigación se realizó durante la campaña agrícola 2023, en el Centro Experimental Canaán, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, perteneciente al distrito de Andrés Avelino Cáceres, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. La ubicación geográfica se detalla a continuación: Latitud Sur: 13°10'8.72", Longitud Oeste: 74° 12' 12.85", cuya altitud es 2750 msnm, con una pendiente del terreno entre 1.0 a 1.5%.

2.1.2. Antecedentes del terreno experimental.

Los campos de cultivo donde se instaló la investigación, estuvo ocupado en la campaña anterior por hortalizas, como la lechuga y col, utilizando abonamientos orgánicos, cuyos rendimientos fueron adecuados.

2.1.3. Condiciones climáticas del lugar de ensayo

La tabla 2.1, reporta los datos climatológicos correspondiente al año 2023, permitiendo realizar un Balance agroclimático, observándose las siguientes características:

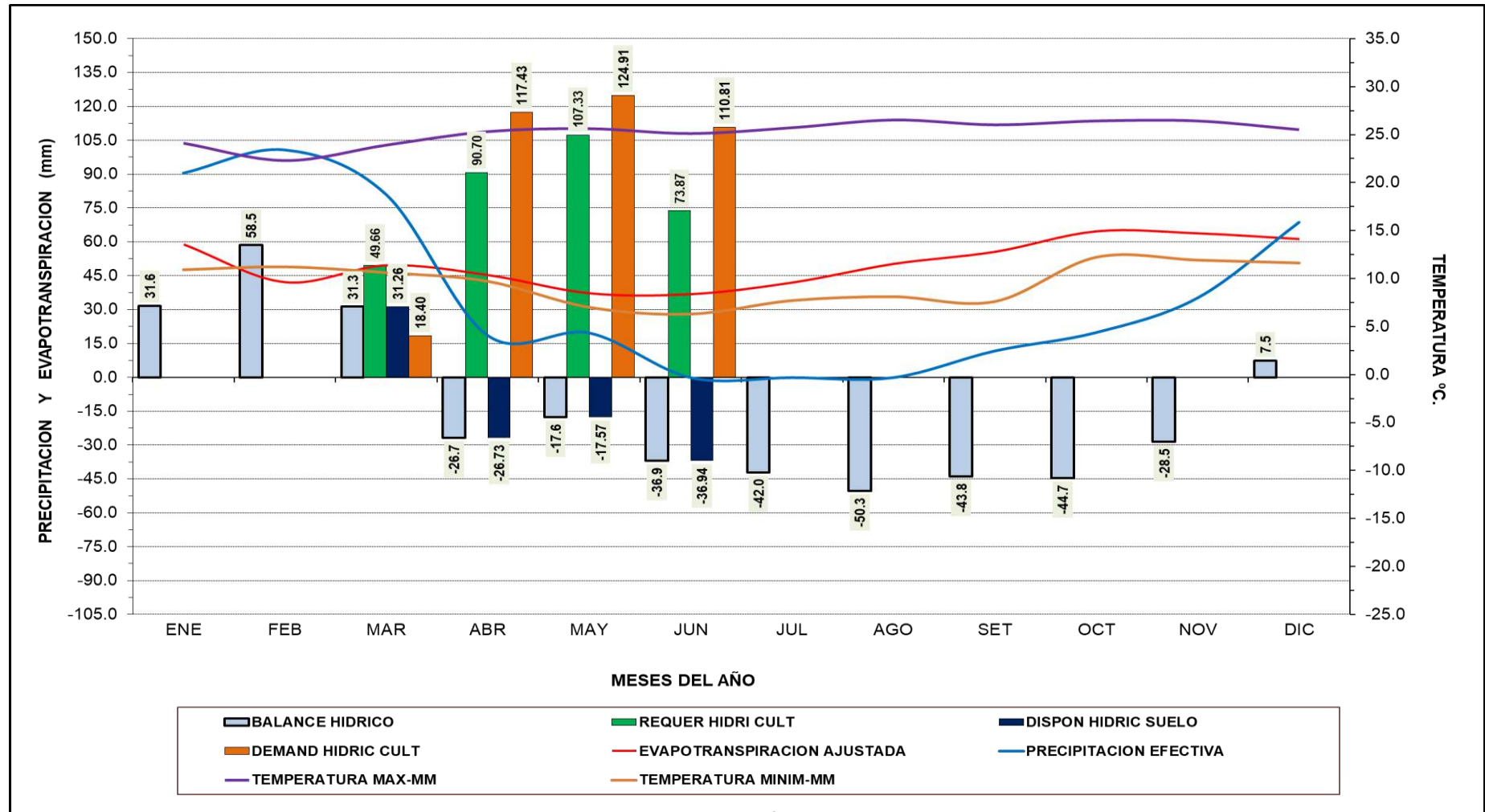
Tabla 2.1.

Balace hídrico del Centro Experimental Canaán, correspondiente al periodo 2023, con datos climatológicos de la Estación meteorológica del INIA-Canaán.

DATOS CLIMATICOS	AÑO 2023												TOTAL ANUAL	T° MED. ANUAL (°C)
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
Numero de dias del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
T° Max med-men (°C.)	24.10	22.30	23.90	25.30	25.60	25.10	25.70	26.50	26.00	26.40	26.40	25.50		25.23
T° Min med-men (°C.)	10.90	11.20	10.60	9.70	7.00	6.30	7.70	8.10	7.60	12.20	11.90	11.60		9.57
T° Med-men (°C.)	17.50	16.75	17.25	17.50	16.30	15.70	16.70	17.30	16.80	19.30	19.15	18.55		17.40
Precipitación total (mm)	121.60	159.20	101.80	24.60	25.80	0.00	0.00	0.00	17.40	26.00	42.80	83.00	602.20	
Precipitación efectiva (mm)	90.47	100.71	80.92	18.62	19.76	0.00	0.00	0.00	11.78	19.95	35.27	68.70	446.18	
ETP (mm)	147.12	105.52	124.14	113.38	93.33	92.34	105.11	125.70	139.06	161.61	159.37	153.12	1519.80	
Fact. correc (Ppcion total / ETP) (*)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40		
ETP ajustada (mm)	58.85	42.21	49.66	45.35	37.33	36.94	42.04	50.28	55.62	64.64	63.75	61.25		
Humedad del suelo (mm)	31.62	58.50	31.26	-26.73	-17.57	-36.94	-42.04	-50.28	-43.84	-44.69	-28.48	7.45		
Exceso de humedad (mm)	32.62	58.50	31.26									7.45		
Déficit de Humedad (mm)				26.73	17.57	36.94	42.04	50.28	43.84	44.69	28.48			
Coeficiente de cultivo (Kc) Betarraga.			0.40	0.80	1.15	0.80								
ET real del cultivo (mm)			49.66	90.70	107.33	73.87								
Requerimiento hídrico mensual del cultivo (m³/ha)			496.58	907.00	1073.33	738.74			3715.43				3215.65	
Disponibilidad hídrica en el suelo (m³/ha)			312.62	-267.30	-175.73	-369.37							-499.78	
Demanda hídrica mensual para el cultivo (m³/ha)			183.96	1174.30	1249.06	1108.10							3715.43	

Figura 2.1:

Temperaturas ombrotermicas y contenido de humedad en el campo de cultivo del Centro Experimental Canaán durante el periodo 2023, según datos climatológicos de la Estación Meteorológica de Canaán – INIA.



- La temperatura máxima media mensual fue entre 22.30 y 26.50°C, correspondiendo a los meses de febrero y agosto, respectivamente. En tanto, la temperatura mínima media mensual fue entre 6.30 y 12.20 °C, registrado en junio y octubre, respectivamente. La temperatura media anual fue 17.40 °C.
- La precipitación total registrado durante el año 2023 fue 602.20 mm, correspondiendo a los meses de enero, febrero, marzo y diciembre como los meses de mayor precipitación; mientras tanto, en los meses de junio, julio y agosto, no se registraron precipitaciones

En la Figura 2.1, se muestra las fluctuaciones ombrotermicas, balance hídrico agroclimático y el balance hídrico del cultivo de betarraga, donde:

- Los registros térmicos, durante la conducción del ensayo, fueron adecuadas para el crecimiento y desarrollo del cultivo de la betarraga, cuyas necesidades térmicas recomendables están entre 15 a 18°C (Manga, 2022).
- Los meses con mayor humedad en el suelo fueron: enero, febrero, marzo y diciembre; mientras en el resto de los meses, se presentaron déficit de humedad.
- La instalación del cultivo de betarraga se realizó en el mes de marzo y la cosecha en el mes de junio.
- De acuerdo a los registros de precipitación, evapotranspiración total y el coeficiente de cultivo (Kc), durante la conducción del ensayo, las necesidades hídricas calculadas para el cultivo de betarraga fue 3 215.65 m³ ha⁻¹.
- Para cubrir las necesidades hídricas del cultivo de betarraga, fue necesario una demanda hídrica de 3715.43 m³ ha⁻¹, porque la disponibilidad hídrica en el suelo fue negativa (-499.78 m³ ha⁻¹), siendo los meses de mayor demanda hídrica los meses de abril, mayo y junio.
- La dotación hídrica para cubrir las necesidades de la demanda hídrica se hizo mediante riego tecnificado, utilizando el método de riego por goteo, cuyo frecuencia y caudal fue de acuerdo a las necesidades hídricas y las condiciones medio ambientales del lugar de ensayo.

2.1.4. Características físico-químico del suelo experimental.

En la tabla 2.2 se muestra los resultados del análisis de suelos del campo de cultivo donde se realizó la investigación, reportándose un contenido medio de macronutrientes como el nitrógeno total, fosforo y potasio disponible. Por los valores presentados del contenido de materia orgánica, la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y la conductividad eléctrica, se puede calificar como un suelo de mediana fertilidad, muy adecuado para la producción de betarraga.

Sin embargo, el grado de acidez fue moderadamente alcalino (pH = 8.39); que, según la literatura, los suelos alcalinos no son adecuados para el cultivo de betarraga.

Tabla 2.2.

Características del suelo mediante análisis de fertilidad.

Tipo de análisis	Valor	Método	Interpretación
Análisis físico			
Arena (%)	39.8		
Limo (%)	32.6	Hidrómetro	Franco arcilloso
Arcilla (%)	27.6		
Análisis químico			
pH (1:2.5)	8.39	Potenciometría	Mod. alcalino
Conductividad eléctrica (dSm ⁻¹)	1.18	Conductimetría	Suelo normal
Materia orgánica (%)	2.18	Walkey y Black	Medio
Nitrógeno total (%)	0.11	Semi- micro Kjeldahl	Medio
P-disponible (ppm)	20.1	Olsen modificado	Medio
K-disponible (ppm)	138.2	Absorción atómica	Medio
CaCO ₃ (%)	0.5	Volumétrico	Bajo
CIC (Cmol(+).kg ⁻¹)	22.3	Extr. Acetato de amonio	Medio
Magnesio (Mg ⁺⁺)	2.32	absorción atómica	Bajo
Calcio (Ca ⁺⁺)	9.86	absorción atómica	Alto
Potasio (K ⁺⁺)	0.41	absorción atómica	Alto
Aluminio (H ⁺³)	0	Extr. Con KCl N	Bajo
Hidrogeno (H ⁺)	0	Extr. Con KCl N	Bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliaves-Programa de Investigación en pastos y ganadería.

En la presente investigación, se utilizarán niveles de gallinaza procesada (abono orgánico), donde unas de sus propiedades químicas es el efecto del poder tampón que ejerce en el suelo, modificando de alguna manera el grado de acidez del suelo.

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

2.2.1. Material genético (variedad de betarraga).

La variedad de betarraga utilizada fue “Early Wonder Tall Top”, que se caracteriza por su adaptación a todo tipo de climas y se puede cultivar en cualquier estación. Es perfecta para la siembra primaveral mostrando un crecimiento vigoroso en suelos fríos. Su maduración escalonada permite la recolección extendida desde una sola siembra.

Esta variedad, presenta raíz globosa de 7- 10 cm color rojo intenso, con hojas altas lucientes, sabrosas. Es una variedad utilizada en todo tipo de platos culinarios y también para los encurtidos.

En el experimento se utilizó plantines de betarraga, adquiridas en un establecimiento comercial.

2.2.2. Maquinaria agrícola.

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

2.2.3. Herramientas, instrumentos, equipos agrícolas

- ✓ . Herramientas agrícolas: Picos, lampas, rastrillos
- ✓ Equipos agrícolas: Mochila de fumigar de 20 litros de capacidad
- ✓ Diversos materiales: estacas de madera, costales, rafia, yeso agrícola, cinta métrica (30 m), flexómetro, balanzas de precisión, etc.

2.2.4. Insumos.

- ✓ Estiércol procesado de gallinaza, 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).
- ✓ Fertilizantes químicos: Urea agrícola (46% de N); Super fosfato triple de calcio (46% de P_2O_5); Cloruro de potasio (60% de K_2O).
- ✓ Bioestimulante Aminofisch, con presentación de botellas de 1.0 litro
- ✓ Fungicidas: Vitabax (Carboxín + Captan)

- ✓ Insecticidas, Cyperklin (Cypermetrina) y Tifon (Clorpyriphos).

2.3. Metodología experimental.

2.3.1. Problemática en estudio.

Los rendimientos de los cultivos están relacionados directamente con sus necesidades nutricionales, los cuales deben estar disponibles en el suelo para garantizar un buen crecimiento y desarrollo. Muchos elementos químicos presentes en el suelo, considerados nutrientes para las plantas, están en cantidades diversas, dependiendo de la intensidad del uso del suelo. Para obtener rendimientos rentables, es necesario realizar programas de abonamiento cuya finalidad es satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo. Mediante los abonamientos orgánicos se incorpora al suelo macro y micro nutrientes, cuyas cantidades dependen de los niveles aplicados; sin embargo, los beneficios de los abonos orgánicos son también su acción como mejorador de las propiedades físicas, químicas y el incremento de la actividad microbiana del suelo, muy beneficio para los cultivos.

De igual manera, los bioestimulantes contienen compuestos químicos y orgánicos muy son muy beneficiosos para la actividad fisiológica de la planta, en muchos casos corrigiendo las deficiencias nutricionales y brindando resistencia a condiciones adversas.

El uso de fertilizantes orgánicos complementado con bioestimulantes es una alternativa para incrementar los rendimientos de la betarraga, obteniendo cosechas más saludables, inocuos y de mayor calidad nutritiva.

Problema general:

¿Cómo influyen los abonamientos con estiércol procesado de gallinaza y las dosis del bioestimulante Aminofish en el rendimiento de betarraga?

Problemas específicos

- ¿Cómo influyen los niveles de abonamientos con estiércol procesado de gallinaza en el rendimiento de betarraga?
- ¿Cómo influyen las dosis de aplicación foliar con bioestimulante Aminofish en el rendimiento de betarraga?

2.3.2. Metodología del trabajo experimental.

a. Diseño experimental.

El trabajo de investigación fue conducido dentro de un Diseño Bloque Completo Randomizado – DBCR, con arreglo factorial, estudiándose 4 niveles de estiércol procesado de gallinaza más un testigo (abonamiento químico) y 2 dosis de bioestimulante Aminofish. De la combinación de los factores en estudio, se formó 10 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones. En total se condujo 30 unidades experimentales.

El Modelo Aditivo Lineal (MAL) del diseño experimental, tiene la siguiente estructura:

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

Donde:

Y_{ijk} = Es la observación del i-ésimo nivel de estiércol procesado de gallinaza en la j-ésima dosis de bioestimulante Aminofish y en la k-ésima repetición.

μ = Es la media general

β_k = Es la observación de la i-ésima repetición o bloque.

α_i = Es la observación del i-ésimo nivel de estiércol procesado de gallinaza.

δ_j = Es la observación de la j-ésima dosis de bioestimulante Aminofish.

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

ϵ_{ijk} = Es el error o efecto aleatorio de las observaciones.

b. Factores en estudio

Niveles de estiércol procesado de gallinaza (G):

g_0 = 00 t ha⁻¹ (considerado testigo, con abonamiento químico: 266-35-157 de N, P₂O₅ y K₂O)

g_1 = 1.5 t ha⁻¹

g_2 = 3.0 t ha⁻¹

g_3 = 4.5 t ha⁻¹

g_4 = 6.0 t ha⁻¹

Dosis de aplicación de bioestimulante Aminofish (B):

$$b_1 = 1.0 \text{ l ha}^{-1}$$

$$b_2 = 2.0 \text{ l ha}^{-1}$$

c. Tratamientos a evaluar

Los tratamientos fueron establecidos mediante la combinación de los factores en estudio, con la finalidad de evaluar la interacción de las variables independientes, adicionando un testigo para las comparaciones respectivas.

Tabla 2.3.

Tratamientos evaluados, según la combinación de los factores en estudio.

Tratamientos	Combinación de factores en estudio
T-1	1.0 l ha ⁻¹ bioestimulante + Testigo (Abonamiento químico)
T-2	1.0 l ha ⁻¹ bioestimulante + 1.5 t ha ⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza
T-3	1.0 l ha ⁻¹ bioestimulante + 3.0 t ha ⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza
T-4	1.0 l ha ⁻¹ bioestimulante + 4.5 t ha ⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza
T-5	1.0 l ha ⁻¹ bioestimulante + 6.0 t ha ⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza
T-6	2.0 l ha ⁻¹ bioestimulante + Testigo (Abonamiento químico)
T-7	2.0 l ha ⁻¹ bioestimulante + 1.5 t ha ⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza
T-8	2.0 l ha ⁻¹ bioestimulante + 3.0 t ha ⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza
T-9	2.0 l ha ⁻¹ bioestimulante + 4.5 t ha ⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza
T-10	2.0 l ha ⁻¹ bioestimulante + 6.0 t ha ⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza

Fuente: Elaboración propia.

d. Características del campo experimental

Las dimensiones de campo experimental fueron:

De las parcelas experimentales:

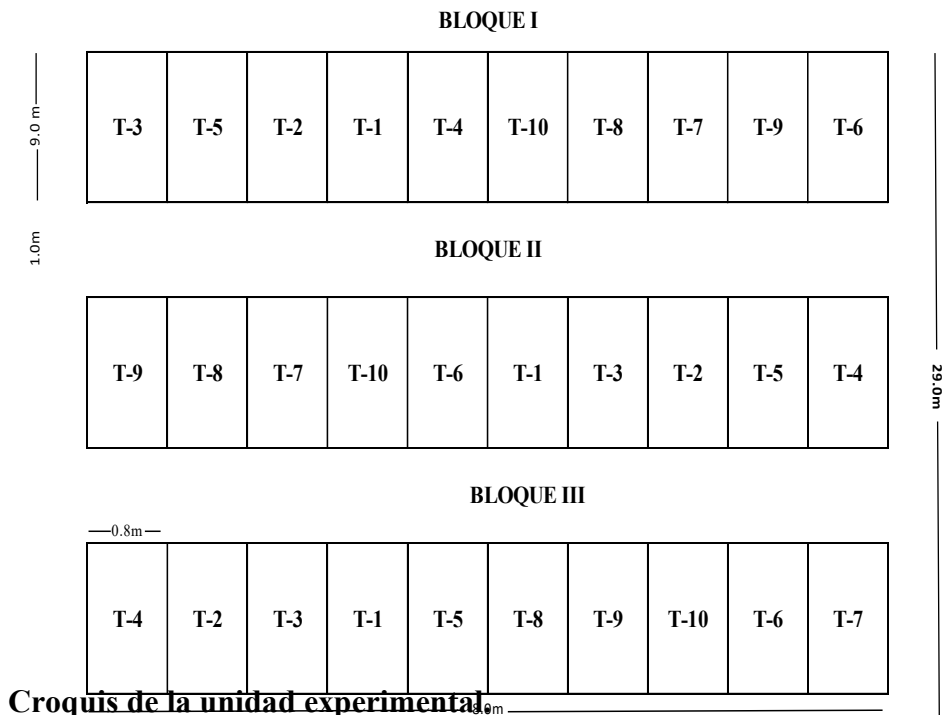
- Ancho de parcela : 0.8 m.
- Largo de parcela : 9.0 m
- Área de parcela : 7.2 m²
- Distanciamiento entre surcos : 0.4 m
- Distanciamiento entre plantas : 0.25m

De los bloques:

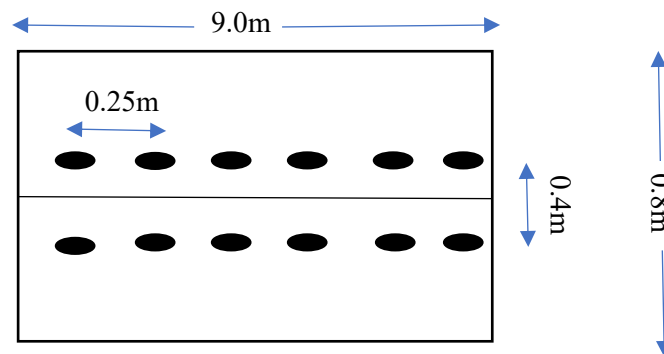
- Ancho del bloque : 9.0 m.
- Largo del bloque : 8.0 m
- Área de cada bloque : 72.0 m²
- Número de bloques : 3.0 unidades
- Número de parcela por bloque : 10.0 unidades
- Área total del experimento : 232.0 m²

e. Diseño y randomización de la parcela experimental.

Croquis del campo experimental.



Croquis de la unidad experimental



2.3.3. Instalación y conducción del experimento

a. Preparación del campo experimental, demarcación y apertura de surcos.

Las labores preparatorias del terreno, se hizo con tractor agrícola el 8 de marzo de 2023, realizando el volteo de terreno mediante el arado de discos en forma cruzada; las labores de desterronado, mullido y nivelación se hicieron con la rastra, con pasadas en forma cruzada.

b. Demarcación y estacado del campo experimental.

Para la demarcación del campo experimental se desarrolló de acuerdo a las características del croquis predefinido y posteriormente las parcelas fueron delimitadas utilizando materiales como rafias, estacas cinta métrica, yeso y cordel. Esta labor se realizó el 9 de marzo del 2023.

c. Trazado de surcos.

Luego de la demarcación, se realizó la apertura de surcos el 10 de marzo del 2023 a un distanciamiento de 40 cm y a una profundidad de 20 cm. para la incorporación de compost de gallinaza, la fertilización química y el finalmente el trasplante de las plántulas.

La apertura de surcos se hizo con herramientas agrícolas (picos y azadones), utilizando un distanciamiento entre surcos a 40 cm, de acuerdo a las características del campo experimental.

d. Cálculo del nivel de abonamiento para el cultivo de betarraga.

Para el tratamiento testigo (sin abonamiento con estiércol procesado de gallinaza), se calculó un nivel de abonamiento para el cultivo de betarraga, considerando el contenido de nutrientes disponibles en el suelo, según análisis de suelo (tabla 1.3), la extracción del cultivo y otros parámetros edáficos y climáticos, resultando la dosis de 266-35-157 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O.

e. Incorporación de los fertilizantes en las unidades experimentales.

Estiércol procesado de gallinaza: Antes del trasplante se incorporó el estiércol procesado de gallinaza, se realizó de forma manual a chorro continuo al fondo del surco de acuerdo a los tratamientos de estudio y tapado con una capa de suelo, con diferentes dosis de toneladas por hectárea de acuerdo a los tratamientos. Luego se cubrió los fertilizantes con una

porción de tierra en todos los surcos de las unidades experimentales, dejando expedito para el trasplante de plantines de betarraga.

Abonamiento químico (testigo): Se aplicó en el primer aporque a los 20 días después del trasplante, aplicando según detalles de la tabla 2.4. consistió en hacer un pequeño surco al medio del surco mellizo de la planta, luego a chorro continuo al fondo del surco y luego tapar con una capa de tierra con una dosis de 266-35-157 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O.

Tabla 2.4.

Cantidad de nutrientes, expresado en N – P₂O₅ y K₂O (kg ha⁻¹), aplicados a cada tratamiento, proveniente del estiércol procesado de gallinaza y fertilizantes químicos.

Tratamientos	Estiércol procesado de gallinaza “Terrasur”				Abonam químico -Testigo		
	Nivel	N (2.42%)	P ₂ O ₅ (5.89%)	K ₂ O (4.28%)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
T-1	0.0	0.0	0.0	0.0	266.0	35.0	157.0
T-2	1.5	36.3	88.35	64.2	0.0	0.0	0.0
T-3	3.0	72.6	176.7	128.4	0.0	0.0	0.0
T-4	4.0	108.9	265.05	192.6	0.0	0.0	0.0
T-5	6.0	145.2	353.4	256.8	0.0	0.0	0.0
T-6	0.0	0.0	0.0	0.0	266.0	35.0	157.0
T-7	1.5	36.3	88.35	64.2	0.0	0.0	0.0
T-8	3.0	72.6	176.7	128.4	0.0	0.0	0.0
T-9	4.0	108.9	265.05	192.6	0.0	0.0	0.0
T-10	6.0	145.2	353.4	256.8	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

f. Trasplante de plantines de betarraga en las unidades experimentales

Los plantines de betarraga fueron trasladados en sus respectivas bandejas; las plántulas presentaron entre 5 a 8 cm de altura, con 4 a 6 hojas bien desarrolladas.

El trasplante se realizó el 14 de marzo del 2023 con la ayuda de un repicador para aperturar un pequeño hoyo en el medio del surco y colocar un plantín. Seguidamente se cubrió la plántula con una porción de tierra para estar bien protegidos. El distanciamiento entre plántulas fue de 25 cm en todas las unidades experimentales. Terminando el trasplante se aplicó un riego a capacidad de campo con la finalidad de ayudar de mantener turgente los plantines y de esta manera facilitar el establecimiento en campo definitivo.

g. Aplicación de bioestimulante.

La aplicación del bioestimulante Aminofish fue en forma foliar; se realizó mediante la aspersión con ayuda de la mochila fumigadora de 20 litros, en tres oportunidades. La primera dosis se aplicó a los 21 días del trasplante (3 de abril del 2023), la segunda a los 42 días (21 de abril del 2023) y la última aplicación a los 63 días (9 de mayo del 2023). Los momentos de aplicación del bioestimulante Aminofish, se hizo por recomendación de la ficha técnica del producto comercial que se muestra en la tabla 1.4.

h. Instalación de suministros de riego presurizado

Para garantizar la dotación hídrica a los cultivos durante sus necesidades hídricas, se instaló mangueras y cintas de riego localizado. Esta labor se hizo inmediatamente después del trasplante; es decir, el primer riego se hizo el 14 de marzo de 2023.

i. Labores agrícolas durante el manejo del cultivo

Con el fin de brindar las condiciones óptimas de manejo del cultivo, se realizó oportunamente las siguientes labores agrícolas:

Riegos: La dotación hídrica al cultivo se realizó mediante riego tecnificado, utilizando el método riego por goteo. La cantidad y frecuencia de riego, se hizo en función a las necesidades hídricas del cultivo y en función a las condiciones climáticas del lugar de ensayo. La mayor frecuencia de riegos se realizó los meses de abril y mayo, porque se registró precipitaciones esporádicas y en pocas cantidades.

Deshierbos: Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, se presentaron plantas arvenses (malezas) de crecimiento espontáneo que cubrieron todo el campo de cultivo. La eliminación de estas plantas indeseables se hizo manualmente con la ayuda de azadones, con el fin de evitar la competencia en luz, agua, nutrientes y espacio. Esta labor se realizó en dos oportunidades; el 7 de abril del 2023 y el 8 de mayo del 2023.

Control fitosanitario: Se realizó dos controles fitosanitarios con productos de insecticida y fungicida. La primera aplicación se realizó a los 20 días después de la siembra (3 de abril del 2023) y la segunda aplicación se realizó a los 50 días después de la siembra (3 de mayo del 2023). En los dos controles se utilizaron Cyperklin (insecticida) y Vitavax – 300 (fungicida) según las indicaciones de sus fichas técnicas. Estas aplicaciones se realizaron con

la finalidad de reducir la incidencia de las plagas en la productividad de betarraga.

Cosecha: La cosecha se realizó el 20 de junio del 2023 a los 88 días después del trasplante (ddt), como el indicador de madurez se utilizó cuando el diámetro ecuatorial estuvo con 6 – 7 centímetros.

2.3.4 Evaluación de variables

2.3.4.1 Variables de precocidad

a. Días a la formación de raíz reservante

La formación de la raíz reservante implicó la diferenciación de las jóvenes raíces adventicias en raíces delgadas y gruesas, lo cual fue desde el trasplante hasta alcanzar la madurez comercial. La evaluación se hizo, cuando más del 50% de las plantas, de cada unidad experimental, presentaron raíces reservantes bien formados.

b. Días a la madurez de cosecha

El periodo de días a la madurez de cosecha fue el tiempo transcurrido desde el momento del trasplante a terreno definitivo hasta que más del 50% de las plantas presentaron el indicador de la raíz engrosada hasta alcanzar la madurez comercial, en cada unidad experimental.

2.3.4.2 Variable de rendimiento

a. Altura de planta (cm).

En cada unidad experimental se eligió 10 plantas al azar, y con una cinta métrica se midió la altura de planta, desde el cuello (corona) hasta el ápice de la hoja más larga, registrando los datos en centímetros (cm).

b. Número de hojas por planta.

El conteo se realizó en las mismas 10 plantas elegidas al azar, por cada unidad experimental, contabilizando el total de hojas por cada planta.

c. Longitud de raíz reservante (cm).

En las mismas 10 plantas, elegidas al azar por cada unidad experimental, se hizo la medición de la longitud de raíz reservante con un vernier, considerando desde el ápice de la raíz hasta la base del cuello de la planta, registrando los datos en centímetros.

d. Diámetro de raíz reservante (g).

De igual modo, con la ayuda del vernier se midió el diámetro ecuatorial de cada raíz reservante, registrando los datos en centímetros.

e. Peso de raíz reservante por planta (g).

Esta labor se realizó en una balanza calibrada, de las 10 mismas plantas, a los cuales se le separó las hojas hasta el cuello de la planta. Luego se obtuvo el promedio correspondiente.

f. Rendimiento de raíces reservantes (kg ha⁻¹).

Se realizó la cosecha de todas las raíces en los surcos centrales de cada unidad experimental, previa selección de raíces comerciales, se procedió a pesar en una balanza calibrada y se registró en kilogramos por área de cultivo cosechada. Con los datos obtenidos se infirió al rendimiento en kilogramos por hectárea (kg ha⁻¹).

2.3.5. Diseño experimental y análisis estadístico.

El registro de los datos obtenidos de todas las evaluaciones se hizo en una hoja de cálculo, luego se procedió con el ordenamiento de los promedios para las evaluaciones estadísticas correspondientes.

Se calculó el análisis de varianza (ANVA) del Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial estudiándose 4 niveles de estiércol procesado de gallinaza y 2 dosis de bioestimulante. Las significancias de las fuentes de variación, se determinó con las pruebas de Fischer a nivel de $p=0.01$ y $p=0.05$. Para determinar las diferencias estadísticas de los promedios en los efectos principales y efectos simples se utilizó la Prueba de Tukey ($p=0.05$). Estas pruebas estadísticas se procesaron con el paquete estadístico SAS, versión 9.0 para Windows (versión 13).

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Duración de las etapas fenológicas del cultivo de betarraga (Factores de precocidad).

Tabla 3.1.

Duración de las etapas fenológicas del cultivo de betarraga bajo la influencia de niveles de estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

TRATAMEN.	Niveles de estiércol procesado de gallinaza (t ha ⁻¹)	Dosis de bioestimulante Aminofish (l ha ⁻¹)	DURACION DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS			
			Días a la formación de raíces reservantes		Días a la madurez de cosecha	
			Rango	Promedio	Rango	Promedio
T-1	0	1.0	52 - 57	55	87 - 89	88
T-2	1.50	1.0	52 - 56	54	87 - 92	89
T-3	3.0	1.0	52 - 54	53	86 - 90	88
T-4	4.5	1.0	51- 57	55	88 - 92	91
T-5	6.0	1.0	53 - 58	56	94 - 98	96
T-6	0	2.0	53 - 56	55	89 - 94	92
T-7	1.50	2.0	52 - 57	56	90 - 95	93
T-8	3.0	2.0	58 - 62	60	94 - 97	95
T-9	4.5	2.0	57 - 61	59	95 - 99	97
T-10	6.0	2.0	58 - 63	60	99 - 102	100
Promedio de las fases fenológicas			52-63	58	86-102	97

En la tabla 3.1 se reportan el tiempo transcurrido para las distintas etapas fenológicas del cultivo de la betarraga, expresado en días después del trasplante, evaluados como factores

de precocidad.

3.1.1 *Días a la formación de raíces reservantes.*

En la tabla 3.1 se muestra el tiempo transcurrido para la formación de raíz reservante, observándose poca variabilidad en los tratamientos establecidos; los reportes señalan que la formación de raíces reservantes se produce entre 52 a 63 días después del trasplante.

La aplicación del bioestimulante Aminofish en dosis de 1.0 l ha⁻¹, demostró una ligera precocidad; mientras que, los abonamientos con niveles de estiércol procesado de gallinaza no presentaron influencias en los días a la formación de raíces reservantes en el cultivo de betarraga.

Hoyos (2023), menciona que los abonos orgánicos no influyen mucho en la precocidad a etapas tempranas, por lo que se nota la diferencia principalmente en la madurez de cosecha.

Montenegro (2023), menciona que, las precocidades de hortalizas como betarragas a etapas tempranas son homogéneos, tal como lo muestra en su trabajo de investigación.

3.1.2 *Periodo de la madurez de cosecha de raíces reservantes.*

En la tabla 3.1 se muestra los días transcurridos para la madurez de cosecha, denotando que la etapa de madures de cosecha se presenta entre 82 a 102 días, con un promedio de 97 días. Los tratamientos con niveles mayores de estiércol procesado de gallinaza en interacción con dosis bajas del bioestimulante Aminofish, presentaron cierta precocidad en la etapa de madurez de cosecha (86 días). Con dosis altas del bioestimulante Aminofish, se registró mayor tiempo de madurez de cosecha (95 días).

Los resultados reportados, demuestran que a mayores niveles de estiércol procesado de gallinaza y mayores dosis de Aminofish permiten mayor tiempo de ciclo vegetativo, influyendo negativamente en precocidad del cultivo de betarraga. Los niveles altos de abonamiento orgánico y dosis mayores de bioestimulantes, permiten mayor actividad fisiológico del cultivo, alargando el ciclo vegetativo de los cultivos.

Huanca y Medardo (2019), afirman que los abonos orgánicos son fundamentales para las plantas, por lo que influyen en todos sus aspectos fisiológicos y, como consecuencia

repercutiéndose en sus precocidades.

Según Hoyos (2023), las betarragas necesitan suelos de materia orgánica en un nivel adecuado, asimismo, los abonos orgánicos influyen positivamente en el rendimiento y precocidad según el nivel aportado al suelo.

3.2. Factores de rendimiento.

3.2.1. *Altura de la planta*

En la tabla 3.2 el análisis de varianza calculado reporta que para fuentes de variación de los efectos principales de bioestimulante Aminofish y estiércol procesado de gallinaza, tuvieron alta significación estadísticamente; mientras que la interacción entre bioestimulante Aminofish y estiércol procesado de gallinaza, no presentó significación estadística. Los resultados de la prueba estadística, demuestra que el biestimulantes Aminofish y los niveles de estiércol procesado de gallinaza influyen en la altura de la planta del cultivo de betarraga, en forma independiente. El coeficiente de variación fue 9.15%, muy adecuado para las pruebas estadísticas.

Tabla 3.2.

Análisis de varianza de altura de la planta, bajo el efecto de niveles de estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

Fuente de Variación	G. L	S. C	C. M	F.c	p-valor
Bloques	2	28.780	14.390	1.685	0.2134 ns
Bioestimulante Aminofish (B)	1	71.490	71.490	8.372	0.0097 **
Estiércol procesado de gallinaza (G)	4	191.980	47.995	5.620	0.0041 **
Interacción (B*G)	4	35.890	8.973	1.051	0.4090 ns
Error	18	153.710	8.539		
Total	29	481.850			

Coeficiente de Variabilidad: 9.15%

En la prueba de Tukey ($p=0.05$), graficado en la figura 3.1 reporta que 6 t ha^{-1} de estiércol procesado de gallinaza produjo una altura de planta 35.33 cm presentando diferencias estadísticas, cuando se utiliza 3.0 y 1.5 t ha^{-1} de estiércol procesado de gallinaza que produjo 30.01 y 28.17 cm, respectivamente.

Figura 3.1.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la altura de planta (cm) bajo la influencia de niveles de abonamiento de estiércol procesado de gallinaza, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

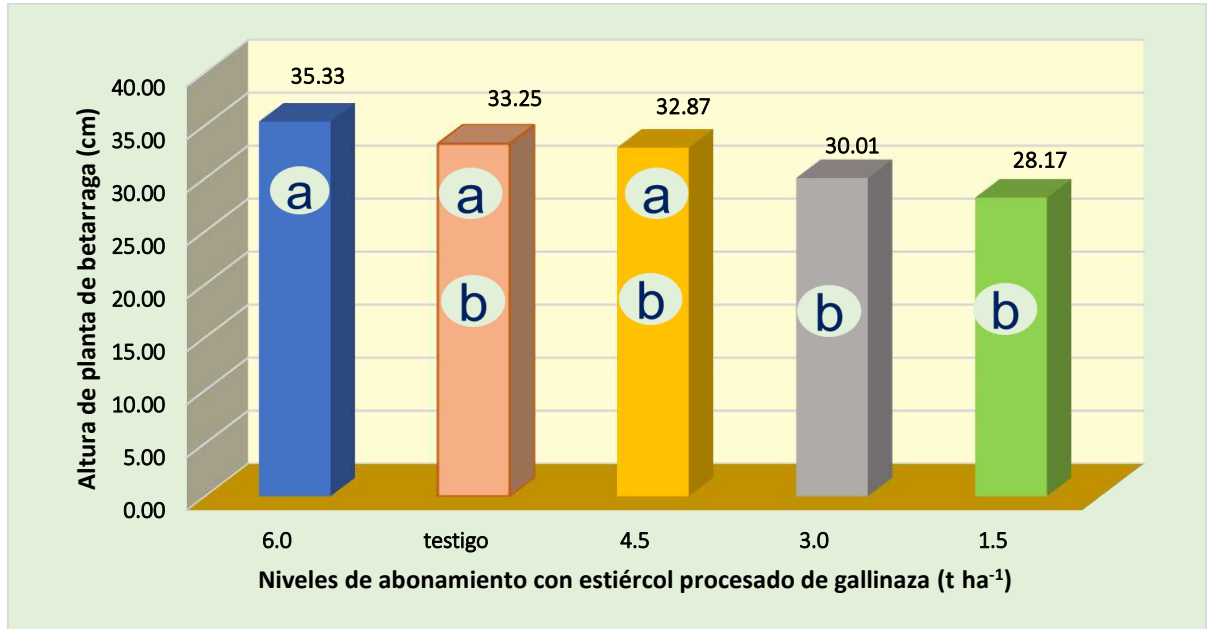
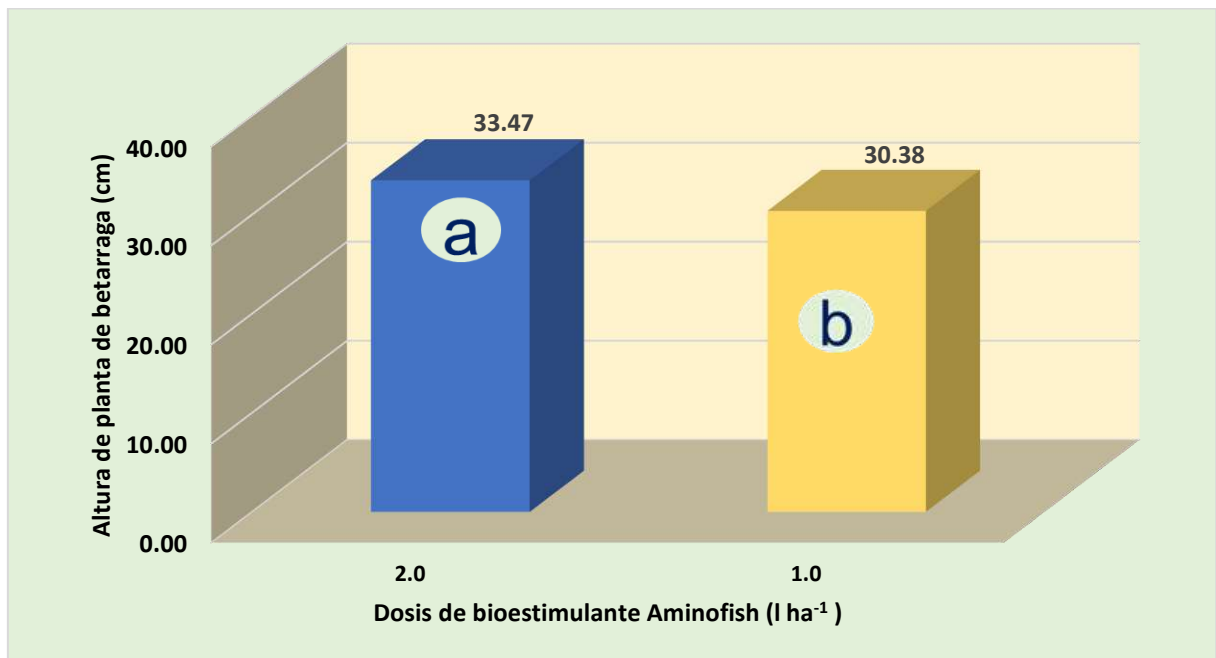


Figura 3.2.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la altura de planta (cm) bajo la influencia de dosis de bioestimulante Aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



Asimismo, la prueba de Tukey ($P=0.05$), graficado en la figura 3.2, reporta que aplicando una dosis de 2.0 l ha^{-1} del bioestimulante Aminofish se logró obtener 33.47 cm de altura de planta, diferenciándose estadísticamente de 30.38 que resultado de la aplicación de 1.0 l ha^{-1} .

Los resultados de la mayor altura de planta, con altos niveles de abonamiento orgánico y mayor dosis de bioestimulantes, son el reflejo de la mayor disponibilidad de nutrientes de macro y micronutrientes en el suelo, cuyas características físicas, químicas y biológicas fueron adecuadas para una mayor actividad fisiológica permitiendo formación de mayor biomasa.

Hoyos (2023), en su trabajo de investigación sobre abonos de humus de lombriz y guano de las islas en el cultivo de betarraga reporta que aplicando 4 t ha^{-1} de guano de isla alcanzo una altura 75.27 cm de igual modo aplicando 4.0 t ha^{-1} de humus de lombriz logro 71.77 cm . Con 2.0 t ha^{-1} de guano de isla produjo 66.87 cm y con 2.0 t ha^{-1} de humus de lombriz 57.87 cm .

Ibañez (2014), demostró que la aplicación de 3 fuentes de abonos orgánicos (estiércol de ovino, cuy y compost) influye significativamente en el comportamiento agronómico del cultivo betarraga (Early Wonder y Tall Top), reportando altura máxima respecto al testigo. Donde el tratamiento con compost obtuvo promedio más alto respecto a la altura de planta con 41.5 cm también se observó que el testigo obtuvo menor altura con 38.5 cm de altura.

Manga (2022), señala que 1.0 t ha^{-1} de guano de isla, la altura de planta fue de 36.85 cm y con 8.0 t ha^{-1} de humus de lombriz 34.66 cm , sin diferencias estadísticas.

3.2.2. Número de hojas.

En la tabla 3.3, el análisis de varianza calculado reporta que para las fuentes de variación de bioestimulante y estiércol procesado de gallinaza resultaron con significación estadística, excepto la interacción de bioestimulante con estiércol procesado de gallinaza. Por los resultados se estableció que el número de hojas del cultivo de betarraga son influenciados positivamente por lo niveles de estiércol procesado de gallinaza y las dosis de bioestimulante Aminofish, en forma independiente. Se encontró coeficiente de variación 9.86% , lo que nos confiere precisión y confiabilidad de los resultados.

Tabla 3.3.

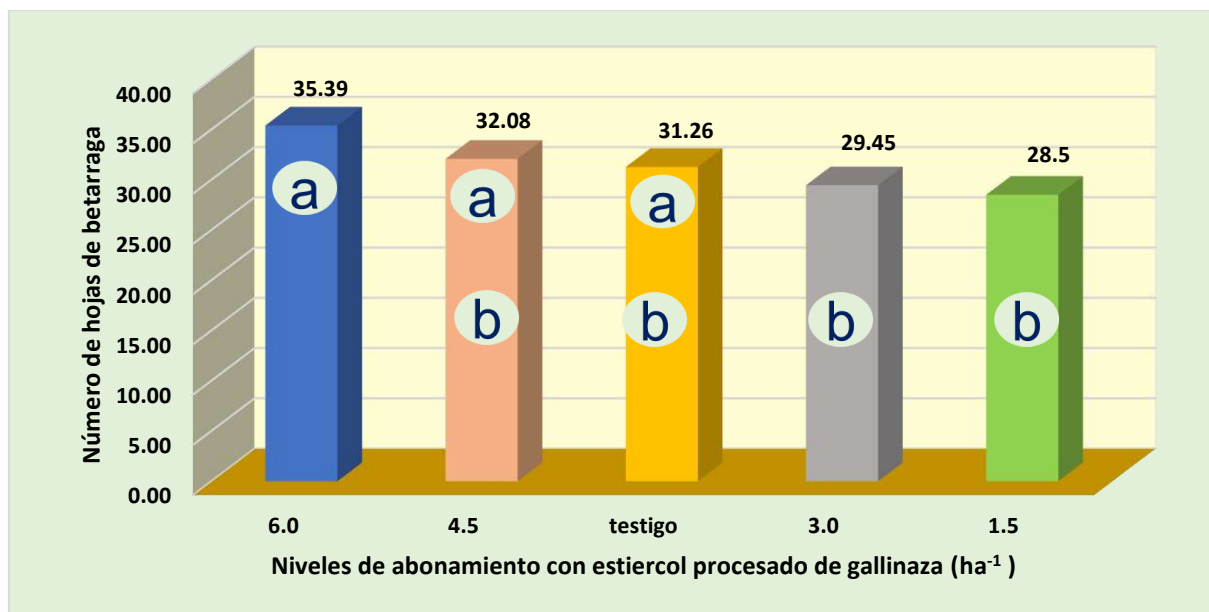
Análisis de varianza del número de hojas de planta, bajo el efecto de bioestimulante aminofish y estiércol procesado de gallinaza en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

Fuente de Variación	G. L	S. C	C. M	F.c	p-valor
Bloques	2	9.860	4.930	0.517	0.6051 ns
Bioestimulante Aminofish (B)	1	62.530	62.530	6.555	0.0197 *
Estiércol procesado de gallinaza (G)	4	171.310	42.828	4.489	0.0108 *
Interacción (G*B)	4	21.960	5.490	0.575	0.6840 ns
Error	18	171.720	9.540		
Total	29	437.380			

Coefficiente de Variabilidad: 9.86%

Figura 3.3.

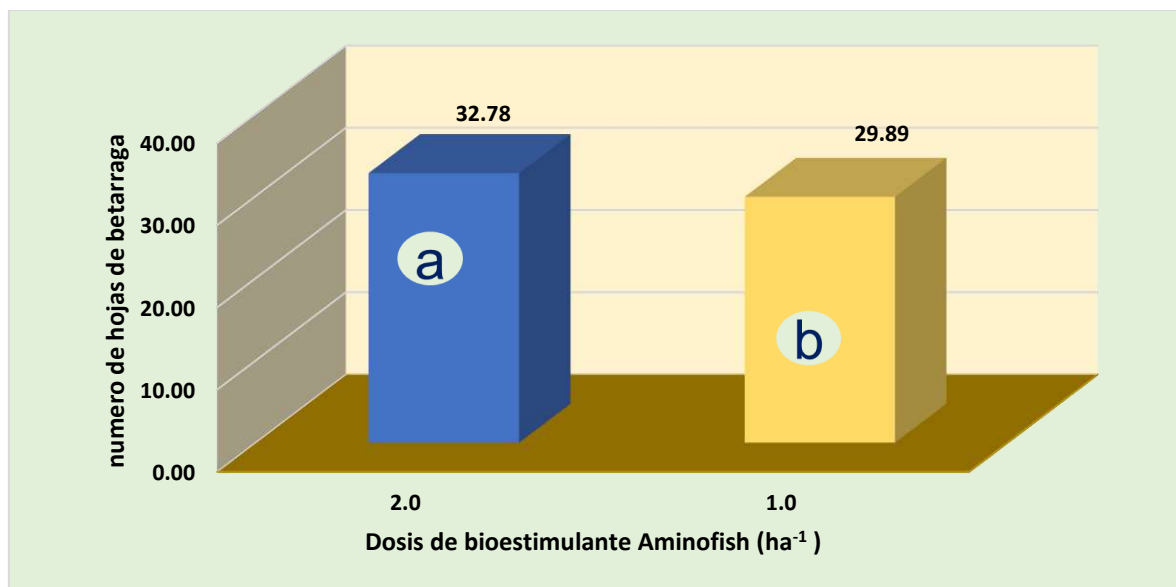
Prueba de Tukey (p=0.05) del número de hojas de planta bajo la influencia de niveles de abonamiento de estiércol procesado de gallinaza en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



La prueba de Tukey (p=0.05) de la figura 3.3, señala que un nivel de 6.0 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza produjo 35.39 hojas en el cultivo de betarraga, presentando diferencias estadísticas con los niveles de 3.0 y 1.5 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza presentando un número de hojas de 29.45 y 28.5, respectivamente.

Figura 3.4.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del número de hojas de planta bajo la influencia de dosis de bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



De igual manera, la prueba de Tukey ($p=0.05$) graficado en la figura 3.4, reporta que con una dosis de 1.0 $l\ ha^{-1}$ del bioestimulante Aminofish se logró obtener 32.78 unidades de hojas, superando a la dosis de 2.0 $l\ ha^{-1}$ que produjo 29.89 hojas por planta.

Los resultados del mayor número de hojas del cultivo de betarraga, muestran una influenciados positiva cuando se utilizan altos niveles de estiércol procesado de gallinaza y altas dosis de bioestimulante Aminofish.

Se va evidenciando que un suelo fértil y con buena disponibilidad de nutrientes y con disponibilidad hídricas garantizada (riegos según necesidad del cultivo), son favorables para obtener mayor biomasa, en este caso, mayor número de hojas.

Los repostes de Huamán (2019), utilizando fertilización potásica y guano de islas en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), bajo labranza mínima, encontró que el mayor promedio de número de hojas corresponde a la aplicación de 2.0 $t\ ha^{-1}$ presentando 14.69 hojas por planta, superando a la aplicación de 1.0 $t\ ha^{-1}$ que produjo 13.43 hojas por planta.

Por su parte Murillo (2012), evaluando el Comportamiento agronómico del cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*, L.) con Bio Ezkudo, Nitropower y Produmax, encontró que el mayor

promedio de número de hojas corresponde en la segunda aplicación a Produmax con 8.42, seguido por la aplicación de Nitropower con 8.12 y con la aplicación de Bio Ezkudo con 8.08, mientras el menor dato fue 7.95 hojas por planta con el tratamiento testigo.

Hoyos (2023), afirma que el número de hojas responde de distintas formas a la aplicación de sustancias, por lo que es influido por las densidades de siembra, manejo, etc.

Los reportes señalados, corroboran los resultados obtenidos en la presente investigación.

3.2.3. Longitud de raíz

Tabla 3.4.

Análisis de varianza de la longitud de la raíz de la planta, bajo el efecto de niveles de abonamiento de estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

Fuente de Variación	G. L	S. C	C. M	F.c	p-valor
Bloques	2	1.020	0.510	1.074	0.3639 ns
Bioestimulante Aminofish (B)	1	0.530	0.530	1.116	0.3046 ns
Estiércol procesado de gallinaza (G)	4	7.140	1.785	3.758	0.0216 *
Interacción (G*B)	4	1.440	0.360	0.758	0.5674 ns
Error	18	8.550	0.475		
Total	29	18.680			

Coefficiente de Variabilidad: 10.63%

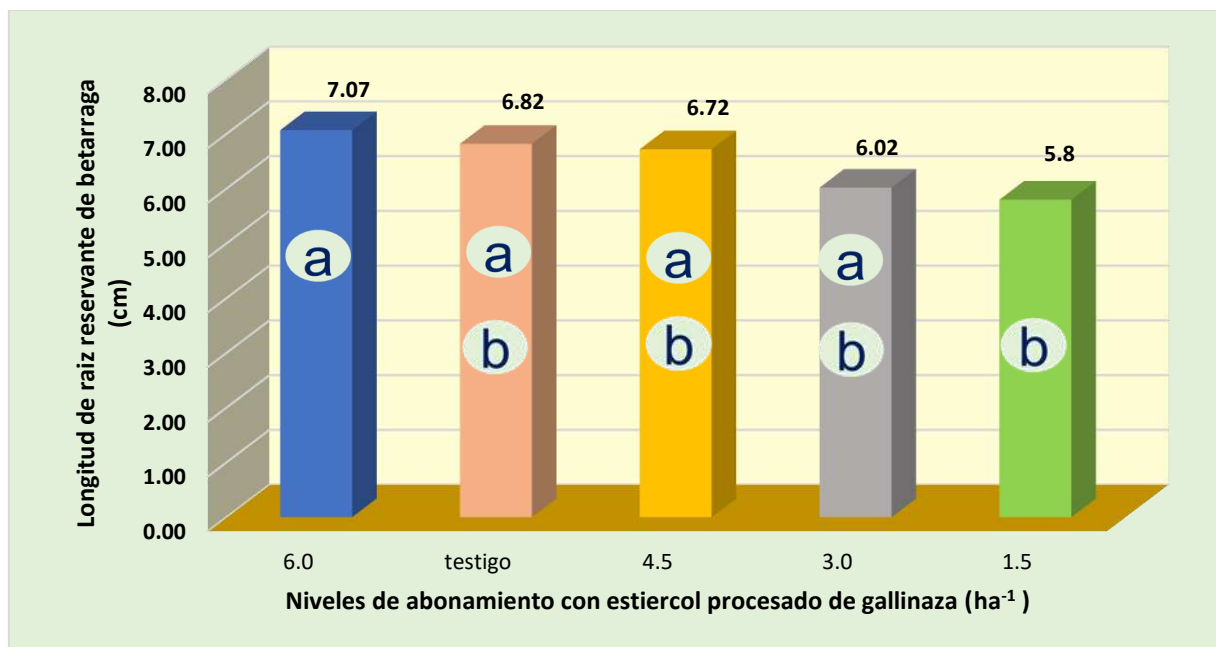
En la tabla 3.4 el análisis de varianza calculado, demuestra que la fuente de variación correspondiente a estiércol procesado de gallinaza, presentó significación estadística; mientras que, las otras fuentes de variación dosis de bioestimulante Aminofish y la interacción entre el nivel de estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante Aminofish, resultaron no significativos. Se encontró un coeficiente de variación de 10.63%, lo que nos confiere precisión y confiabilidad de los resultados.

En la prueba de Tukey ($p=0.05$), graficado en la figura 3.5, se observa que 6.0 t ha^{-1} de estiércol procesado de gallinaza produjo una longitud de raíz reservante de 7.07 cm,

diferenciándose de 5.8 cm que alcanzó con 1.5 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza.

Figura 3.5.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la longitud de raíz de planta bajo la influencia de niveles de abonamiento con estiércol procesado de gallinaza, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



Los resultados encontrados en este trabajo son relativamente similares a los hallazgos de Meibilyn (2019), que reporta mediante la aplicación de 10 kg m⁻² de gallinaza encontró influencia significativa de 8.10 cm de longitud polar de raíz en betarraga. Pero si se asemejan más a los hallazgos de Hoyos (2023), quien mediante la aplicación 4 t ha⁻¹ de humus de lombriz y guano de las islas reporta 7.92 cm y 7.58 cm respectivamente.

Huaman (2019) demostró que aplicando 2.0 t ha⁻¹ y 1.0 t ha⁻¹ de guano de islas, complementado con 180, 120 y 60 kg ha⁻¹ de potasio, presentaron el mayor promedio de longitud de raíz en 6.18 y 5.54 cm, respectivamente; mientras que, el de menor promedio fueron para los tratamientos con 0.0 t ha⁻¹ de guano de islas.

En la evaluación de dosis del bioestimulante Aminofish en la longitud de raíces reservantes, no presentaron influencias, sin embargo, Murillo (2012) en su tesis “Comportamiento agronómico del cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* L.) con Bio Ezkudo, Nitropower y Produmax” , manifiesta que con la aplicación de la segunda dosis de bioestimulantes se obtuvo que el tratamiento T3 (Nitropower) con un valor de 12.92 cm de

largo es el mayor, comparado con el tratamiento T2 con 12.63 cm de largo, seguido por el tratamiento T1 Bio Ezkudo con 11.72cm, siendo la media más baja el tratamiento T0 testigo con 11.38cm de largo, donde existe solo diferencia numérica.

3.2.4. *Diámetro de raíz reservante (cm).*

Tabla 3.5.

Análisis de varianza del diámetro de la raíz de la planta, bajo el efecto de niveles de abonamiento con estiércol procesado y bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

Fuente de Variación	G. L	S. C	C. M	F.c	p-valor
Bloques	2	0.300	0.150	0.557	0.5811 ns
Bioestimulante Aminofish (B)	1	1.030	1.030	3.823	0.0659 ns
Estiércol procesado de gallinaza (G)	4	3.160	0.790	2.932	0.050 *
Interacción (G*B)	4	0.450	0.113	0.418	0.7911 ns
Error	18	4.850	0.269		
Total	29	9.790			

Coefficiente de Variabilidad: 6.89%

En la tabla 3.5 el análisis de varianza correspondiente al diámetro de la raíz reservante de betarraga, la fuente de variación de niveles de estiércol procesado de gallinaza presentó significación estadística; para dosis de bioestimulante Aminofish y la interacción entre niveles de estiércol procesado de gallinaza y de bioestimulante Aminofish, no presentó significación estadística. Estos resultados demostraron que el diámetro de raíz reservante de betarraga está influenciada por los niveles de abonamiento con estiércol procesado de gallinaza. El coeficiente de variación 6.89%, muestra precisión y confiabilidad de los resultados.

La prueba de Tukey ($p=0.05$) graficado en la figura 3.6 reporta que el abonamiento con 6.0 t ha^{-1} de estiércol procesado de gallinaza produjo un diámetro de raíz reservante de 8.12 cm, con diferencia estadística de 7.16 cm que se obtuvo con el tratamiento testigo (abonamiento químico). Los valores del diámetro de raíz reservante con los otros niveles de abonamiento, no presentaron diferencias estadísticas.

Figura 3.6.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del diámetro de raíz de planta bajo la influencia de niveles de abonamiento con estiércol procesado de gallinaza, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



Los hallazgos de Meibilyn (2019), señala que mediante la aplicación de $10\ kg\ m^{-2}$ de gallinaza encontró influencia significativa en diámetro de raíz de betarraga. Hoyos (2023), al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad, reporta que el mayor diámetro se obtuvo con las dosis de $4.0\ t\ ha^{-1}$ de guano de isla cuya media fue 8.52 cm. Las dosis de $4.0\ t\ ha^{-1}$ de humus de lombriz y $2.0\ t\ ha^{-1}$ de guano de isla obtuvieron 8.04 y 7.71 cm, respectivamente; con dosis de $2.0\ t\ ha^{-1}$ de humus de lombriz produjo 6.30 cm. Los diámetros de las raíces reservantes que se obtuvieron por la aplicación de los niveles de gallinaza compostada en la presente investigación, son concordantes con los reportes señalados, evidenciando que los abonos orgánicos favorecen al mayor tamaño.

3.2.5. Peso de raíz reservante de betarraga (g).

El ANVA, calculado en la tabla 3.6, señala que las fuentes de variación de los efectos principales y la interacción de niveles de estiércol procesado de gallinaza y dosis de bioestimulante Aminofish, presentaron significación estadística; por tanto, es necesario realizar un ANVA de los efectos simples para determinar la influencia de los niveles de estiércol

procesado de gallinaza en cada uno de las dosis de bioestimulante Aminofish; así como, las dosis de bioestimulante Aminofish en cada uno de los niveles de estiércol procesado de gallinaza para determinar la influencia en el peso de raíces reservantes de betarraga. El coeficiente de variabilidad fue 6.84%, valor adecuado para la validez de los datos procesados.

Tabla 3.6.

Análisis de varianza del peso de la raíz de la planta, bajo el efecto de niveles de estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante Aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

F. V	G. L	S. C	C. M	F.c	p-valor
Bloques	2	152.460	76.230	0.443	0.6489 ns
Bioestimulante Aminofish (B)	1	496.950	496.950	2.889	0.1064 ns
Estiércol procesado de gallinaza (G)	4	8410.080	2102.520	12.221	0.0001**
Interacción (G*B)	4	2391.870	597.968	3.476	0.0285 *
Bioestim. Aminofish con 1.5 t ha ⁻¹ G	1	522.480017	522.480017	3.04	0.0984 ns
Bioestim. Aminofish con 3.0 t ha ⁻¹ G	1	223.260000	223.260000	1.30	0.2696 ns
Bioestim. Aminofish con 4.5 t ha ⁻¹ G	1	16.934400	16.934400	0.10	0.7573 ns
Bioestim. Aminofish con 6.0 t ha ⁻¹ G	1	302.034150	302.034150	1.76	0.2017 ns
Abonam en 1.0 l ha ⁻¹ de Bioestim.	4	2279.319307	569.829827	3.31	0.0336 *
Abonam. en 2.0 l ha ⁻¹ de Bioestim.	4	8581.042840	2145.260710	12.47	<.0001 **
Error	18	3096.640	172.036		
Total	29	14548.000			

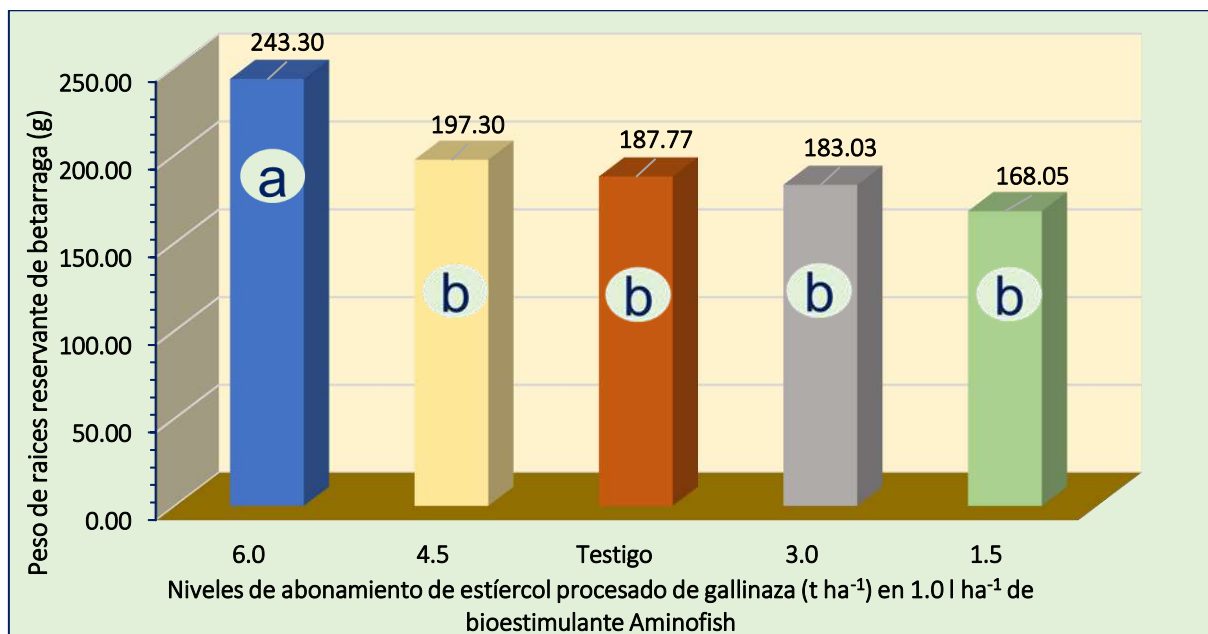
Coeficiente de Variabilidad: 6.84%

Los resultados del ANVA de los efectos simples, calculados en la tabla 3.6, señala que existe una alta significación estadística en la interacción entre el estiércol procesado de gallinaza con la dosis 1.0 y 2.0 l ha⁻¹ de bioestimulante Aminofish, respectivamente.

Según la figura 3.7, correspondiente a la prueba de Tukey (p=0.05), demuestra que una dosis de 1.0 l ha⁻¹ del bioestimulante Aminofish y aplicando un nivel de 6.0 t ha⁻¹ de gallinaza compostada se logra raíces reservantes con un peso de 243.30 g, con diferencias estadísticas de los valores 197.30, 187.77, 183.03 y 168.05 g que se obtuvieron con 4.5, testigo, 3.0 y 1.5 t ha⁻¹ de gallinaza compostada, respectivamente, sin denotar diferencias estadísticas entre estos valores.

Figura 3.7.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del peso de raíces reservantes en la interacción de niveles de estiércol procesado de gallinaza con dosis de bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



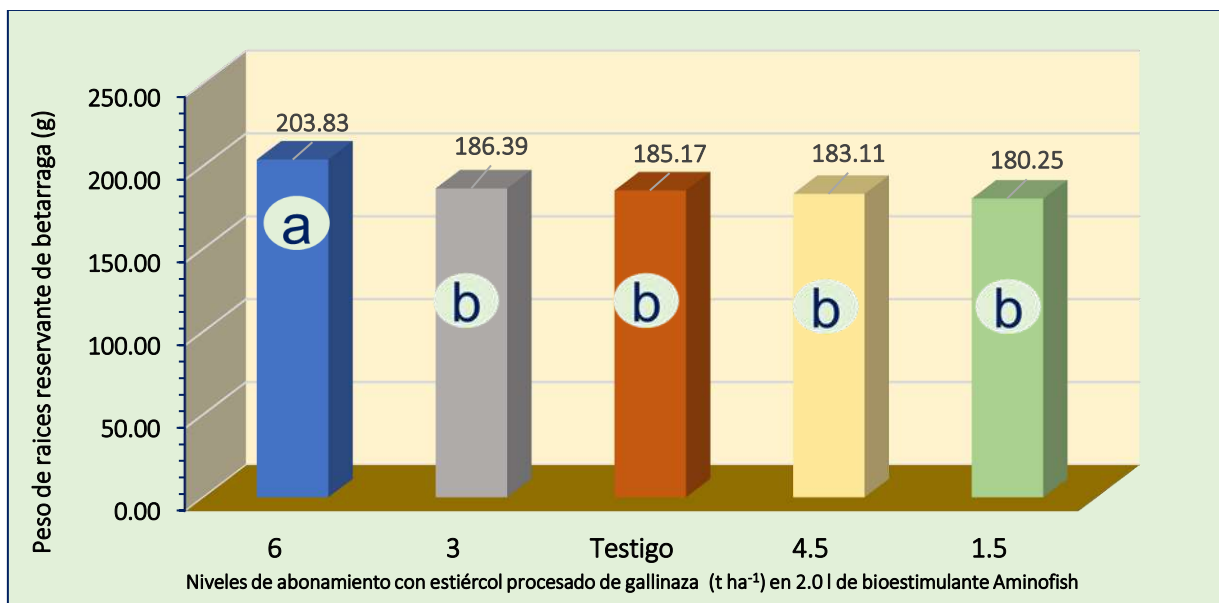
García (2023) analizó bioestimulantes en remolacha y determinó que aplicaciones bajas ($1.0-1.5\ l\ ha^{-1}$) de Aminofish optimizan la absorción de nutrientes, coincidiendo con nuestros datos, donde $1.0\ l\ ha^{-1}$ superó estadísticamente a dosis mayores ($2.0\ l\ ha^{-1}$). Esto sugiere que excesos de bioestimulantes podrían inhibir el crecimiento radicular. Asimismo, Montenegro (2023) aplicó bioestimulantes con silicio en remolacha y observó que combinados con abonos orgánicos reducen el estrés climático.

García (2023) investigó el efecto de bioestimulantes en remolacha en Ecuador y reportó un aumento del 20% en el rendimiento con aplicaciones foliares, atribuido a la activación metabólica y la absorción eficiente de nutrientes.

La prueba de Tukey ($p=0.05$), graficado en la figura 3.8, demuestra que una dosis de $2.0\ l\ ha^{-1}$ del bioestimulante Aminofish y aplicando $6.0\ t\ ha^{-1}$ de estiércol procesado de gallinaza se logra raíces reservantes con un peso de $203.83\ g$, con diferencias estadísticas de los valores 186.39 , 185.17 , 183.11 y $180.25\ g$ que se produjo con 3.0 , testigo, 4.5 y $1.5\ t\ ha^{-1}$ de estiércol procesado de gallinaza, respectivamente, sin denotar diferencias estadísticas entre los valores señalados.

Figura 3.8.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del peso de raíces reservantes en la interacción de niveles de estiércol procesado de gallinaza con dosis de bioestimulante Aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



Huamán (2019) evaluó el efecto del guano de islas y fertilización potásica en betarraga en Ayacucho (2750 msnm), encontrando que la materia orgánica (2.5%) mejoró la disponibilidad de nutrientes, coincidiendo con nuestros resultados (MO = 2.18%). Sin embargo, en nuestro estudio, la gallinaza compostada mostró mayor eficiencia, posiblemente por su alto contenido de nitrógeno y fósforo, esenciales para el desarrollo radicular.

Respecto al Aminofish, García (2023) demostró que bioestimulantes a base de aminoácidos mejoran la eficiencia fotosintética en remolacha, lo que explicaría el mayor peso de raíces en nuestro tratamiento combinado.

Los resultados en la interacción entre los niveles de estiércol procesado de gallinaza y las dosis de bioestimulante Aminofish evaluadas en el presente trabajo, demuestran que el peso de raíces reservantes de la betarraga son favorecidos con $6.0\ t\ ha^{-1}$ de estiércol procesado y $1.0\ l\ ha^{-1}$ del bioestimulante Aminofish.

Meibilyn (2019), al realizar la medición a los 75 días encontró que $10\ kg\ m^{-2}$ de gallinaza, presentó mayor promedio de peso con un valor de 254.63 g, mientras que, sin abonamiento produjo raíces reservante de 9.21 gr.

3.2.6. Rendimiento de raíces reservantes de betarraga (kg ha^{-1}).

Tabla 3.7.

Análisis de varianza del rendimiento de raíces reservantes, bajo el efecto de niveles de estiércol procesado de gallinaza con bioestimulante Aminofish, en el cultivo de betarraga, Ayacucho, 2023.

F. V	G. L	S. C	C. M	F.c	p-valor
Bloques	2	5.750	2.875	0.333	0.5990 ns
Bioestimulante Aminofish (B)	1	2.190	2.190	0.254	0.9532 ns
Estiércol procesado de gallinaza (G)	4	205.860	51.465	5.962	0.0019 **
Interacción (G*B)	4	119.980	29.995	3.475	0.0285 *
Bioestim. Aminofish con 1.5 t ha^{-1} G	1	7519435.2	7519435.2	0.87	0.3630 ns
Bioestim. Aminofish con 3.0 t ha^{-1} G	1	3392332.2	3392332.2	0.39	0.5386 ns
Bioestim. Aminofish con 4.5 t ha^{-1} G	1	8912109.4	8912109.4	1.03	0.3230 ns
Bioestim. Aminofish con 6.0 t ha^{-1} G	1	16544192.5	16544192.5	1.92	0.1831 ns
Abonam en 1.0 l ha^{-1} de Bioestim.	4	102142287.4	25535571.8	2.96	0.0484 *
Abonam en 2.0 l ha^{-1} de Bioestim.	4	187787418.0	46946854.5	5.44	0.0047 **
Error	18	155.370	8.632		
Total	29	489.150			

Coeficiente de Variabilidad: 11.40%

En la tabla 3.7 se muestra los cálculos del ANVA, correspondiente al rendimiento de las raíces reservantes de la betarraga, reportándose que las fuentes de variación de los efectos principales de estiércol procesado de gallinaza y la interacción de niveles de estiércol procesado de gallinaza y dosis de bioestimulante Aminofish, presentaron significación estadística. Por los resultados fue necesario realizar un ANVA de los efectos simples para determinar la influencia de los niveles de estiércol procesado de gallinaza en cada uno de las dosis de bioestimulante Aminofish; así como, las dosis de bioestimulante Aminofish en cada uno de los niveles de estiércol procesado de gallinaza que tuvieron influencia en el rendimiento de raíces reservantes de betarraga. El coeficiente de variabilidad fue 11.40%, valor adecuado para la validez de los datos procesados.

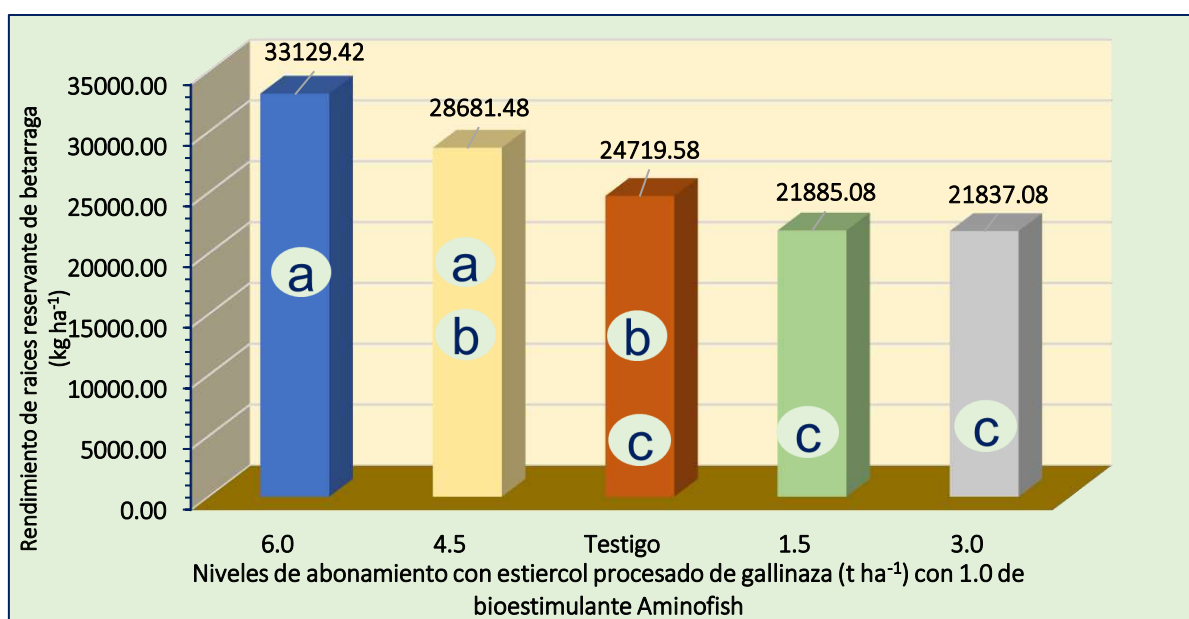
Los resultados del ANVA de los efectos simples (tabla 3.7), denota significación estadística en la interacción entre los niveles de estiércol procesado de gallinaza con la dosis 1.0 y 2.0 l ha^{-1} de bioestimulante Aminofish, respectivamente.

Meibilyn (2019), reportó que la gallinaza incrementó el rendimiento de remolacha en suelos con limitaciones de fertilidad, gracias a su aporte de materia orgánica y micronutrientes.

El Aminofish (2.0 L ha^{-1}) aumentó el rendimiento en comparación con dosis menores (1.0 L ha^{-1}), alcanzando $28\,383.13 \text{ kg ha}^{-1}$. García (2023) observó resultados similares en remolacha con bioestimulantes, atribuyendo este efecto a la presencia de aminoácidos y hormonas vegetales que mejoran la absorción de nutrientes. En este estudio, el suelo presentó 138.2 ppm de potasio, un nutriente crítico para la acumulación de azúcares en raíces reservantes, lo que pudo potenciarse con la aplicación de Aminofish.

Figura 3.9.

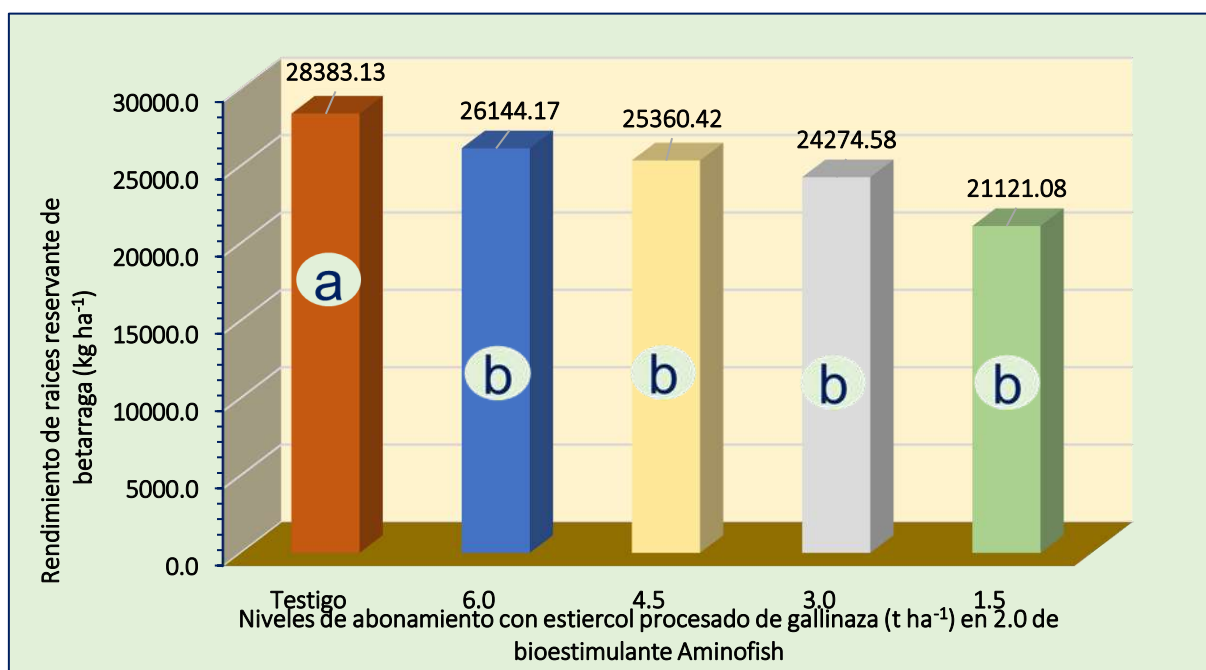
Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de raíces reservantes en la interacción de abonamiento con niveles de estiércol procesado de gallinaza con dosis de bioestimulante, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



La prueba de Tukey ($p=0.05$), graficado en la figura 3.9, demuestra que una dosis de 1.0 l ha^{-1} del bioestimulante Aminofish con un nivel de 6.0 y 4.5 t ha^{-1} de estiércol procesado de gallinaza produjo $33\,129.42$ y $28\,681.48 \text{ kg ha}^{-1}$ de raíces reservantes, respectivamente, con diferencias estadísticas de $24\,719.48$, $21\,885.00$ y $21\,838.08 \text{ kg ha}^{-1}$ que se logró con el testigo (abonamiento químico), 3.0 y 1.5 t ha^{-1} de estiércol procesado de gallinaza, respectivamente, señalando que entre estos valores, no existe diferencias estadísticas.

Figura 3.10.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de raíces reservantes en la interacción de niveles de estiércol procesado de gallinaza con dosis de bioestimulante, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



La figura 3.10 muestra la comparación de promedios de los rendimientos de raíces reservantes, mediante la prueba de Tukey ($p=0.05$), reporta que una dosis 2.0 l ha⁻¹ del bioestimulante Aminofish y empleando un abonamiento químico (testigo), alcanzo 28 383.13 kg ha⁻¹, superando estadísticamente a 26 144.17, 25 360.42, 24274.58 y 21121.08 kg ha⁻¹, que se produjo con 6.0, 4.5, 3.0 y 1.5 respectivamente, sin diferencias estadísticas entre estos valores.

Huamán (2019) trabajó en Ayacucho (similar altitud) con betarraga y destacó que la gallinaza compostada mejoró la fertilidad del suelo en suelos con pH alcalino, coincidiendo con los resultados de este estudio, donde el pH fue 8.39. Además, señaló que la materia orgánica (>2%) es clave para retener humedad en zonas altoandinas, lo que concuerda con el valor de 2.18% encontrado en el análisis de suelo.

Meibilyn (2019) evaluó el efecto de la gallinaza en el cultivo de remolacha y reportó que dosis entre 4.5 y 6.0 t ha⁻¹ mejoraron significativamente el rendimiento, atribuyendo este resultado al incremento en la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio. En nuestro estudio,

el análisis de suelos mostró un pH alcalino (8.39) y bajo contenido de materia orgánica (2.18%), lo que justifica la necesidad de enmiendas orgánicas como la gallinaza para mejorar la fertilidad del suelo. Además, la conductividad eléctrica (1.18 dS/m) sugiere una salinidad moderada, que pudo ser mitigada por la gallinaza compostada, evitando estrés en el cultivo.

García (2023) investigó el uso de bioestimulantes en remolacha y encontró que su aplicación combinada con abonos orgánicos potenció la absorción de nutrientes, especialmente en suelos con limitaciones como los de Ayacucho (2750 msnm). Nuestros resultados respaldan esta observación, ya que la dosis óptima de 1.0 L ha⁻¹ de Aminofish maximizó el rendimiento (33,129.42 kg ha⁻¹), posiblemente por su contenido de aminoácidos y extractos de pescado, que mejoran la eficiencia fotosintética y la tolerancia al frío en zonas altoandinas.

Los resultados se muestran rendimientos inferiores a los hallazgos de Hoyos (2023), quien reportó un notable rendimiento máximo de 41 562.0 kg ha⁻¹ y mostraron los efectos benéficos de la aplicación de 4 t.0 ha⁻¹ de fertilizantes orgánicos (guano de isla y humus de lombriz).

Asimismo, Huanca y Medardo (2019), demostraron efecto positivo de la aplicación de la mezcla de los abonos orgánicos (compost, bocashi y humus de lombriz) en el cultivo de betarraga, quienes reportaron un rendimiento promedio de 23 200 kg ha⁻¹.

FENAVI (2016) afirma que los abonos orgánicos influyen en el rendimiento de los cultivos, además de que ayudan mejorar el suelo en sus propiedades fisicoquímicas y biológicos; los abonos compostados contienen en distintas cantidades al macro y microelementos, por lo que se considera abonos compuestos, proporcionándolos en rendimientos de hortalizas u otros cultivos.

En trabajos similares, García (2023), reporta que los bioestimulantes tienen un impacto positivo en el rendimiento por parcela cuando los evaluó utilizando aminoácidos vegetales, algas y ácidos húmicos. La variable en cuestión resultó ser altamente significativa según la prueba de Tukey al 5%. El mayor peso registrado fue de 19 444 kg ha⁻¹, al aplicar ácidos húmicos en una dosis de 2.0 l ha⁻¹; luego, 17 031 kg ha⁻¹ con aminoácidos de origen vegetal, con una dosis de 2.0 l ha⁻¹ y 15 882 kg ha⁻¹, con algas en una dosis de 2.0 l ha⁻¹. El rendimiento más bajo (10 858 kg ha⁻¹) se obtuvo sin el uso de bioestimulantes.

FAGRO (2018) afirma que el bioestimulante Aminofish ofrece una combinación de

macro y micronutrientes, proteínas, aminoácidos y aceites esenciales que se absorben rápidamente y favorecen el crecimiento saludable de las plantas, motivo por el cual los rendimientos de raíces reservantes de la beterraga fueron favorecidos.

Montenegro (2023), al investigar bioestimulantes como: biol, ME; encontró influencia positiva en el rendimiento de raíces de remolacha, dado que los microorganismos funcionan como antagonistas ante los patógenos. Viñals (2011) afirma que los bioestimulantes son productos de antiestrés que tienen una influencia positiva en la etapa de desarrollo de los cultivos; asimismo, pueden ayudar en el incremento de la productividad aminorando los daños causados en los tejidos de las plantas. García (2017) deduce que los bioestimulantes son sustancias que influyen en los procesos agronómicos de los cultivos, por lo que recomienda seguir investigando muchas bondades de estos productos para tener mayor información. Según Bayer (2017), afirma que estos bioestimulantes ayudan a absorber los nutrientes del suelo, debido a que los microorganismos ayudan a poner disponible a los elementos que no están fácilmente asimilables. En conclusión, este proceso se repercute en el rendimiento de los cultivos.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES:

De acuerdo a los resultados de la investigación y las discusiones realizadas, las conclusiones fueron:

a. El bioestimulante Aminofish en dosis de 1.0 l ha^{-1} , produjo una ligera precocidad en las etapas fenológicas del cultivo, llegándose a cosechar entre 88 a 96 días después del trasplante; con 6.0 t ha^{-1} de estiércol procesado de gallinaza y 2.0 l ha^{-1} del bioestimulante Aminofish, la cosecha se realizó entre 92 a 100 días después del trasplante.

b. Respecto a la productividad de la betarraga, una dosis de 1.0 l ha^{-1} del bioestimulante Aminofish complementado con 6.0 t ha^{-1} de estiércol procesado de gallinaza procesada produjeron plantas con una altura de 35.33 cm, 35.39 hojas por planta, 7.07 y 8.12 cm de longitud y diámetro de raíz, respectivamente, y un peso de 243.30 gr; los valores reportados fueron favorables para lograr un rendimiento de $33\ 129.42 \text{ kg ha}^{-1}$.

4.2 RECOMENDACIONES

En virtud a las conclusiones del presente trabajo de investigación y bajo las condiciones edáficas y climáticas del C. E. Canaán, se recomienda:

a. Para obtener rendimientos satisfactorios en la producción de betarraga, abonar con 6.0 t ha^{-1} de estiércol procesado de gallinaza, complementando con una dosis de 1.0 l ha^{-1} del bioestimulante Aminofish.

b. Continuar con estudios sobre abonamientos orgánicos y bioestimulantes en cultivos hortícolas, para establecer metodologías apropiadas que incrementen sus rendimientos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- AIMCRA. (2000). Enfermedades y plagas de la remolacha azucarera. <https://www.aimcra.es/Publicaciones/Documentos/Otras/Enfermedades.pdf>.
- Baca, E. (2015). *Ácidos húmicos y fúlvicos en el crecimiento y desarrollo en betarraga (Beta vulgaris l). en condiciones de invernadero*. [Universidad Privada Antenor Orrego Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma]. <file:///C:/Users/asus/Downloads/INFLUENCIA.%C3%81CIDOS.H%C3%9AMICOS.F%C3%9ALVICOS.CRECIMIENTO.DESARROLLO.BETARRAGA.BETA.VUL.pdf>
- Bayer. (2017). Bioestimulante en horticultura. Obtenido de <https://www.vegetables.bayer.com/co/es-co/recursos/noticias/bioestimulantes-en-horticultura.html>
- Besnier, F. (1964). Remolacha de Mesa. Madrid. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1964_16.pdf
- Bustillo, A. (1982). Las Plagas de la Remolacha, de la Zanahoria, y su control. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20910/22684_3628.pdf?sequence=1
- Caguasancos, A. (2023). *Determinación de la duración del ciclo de cultivo de remolacha (Beta vulgaris L.) var. boro* [Tesis de ingeniera agrónoma, Universidad Técnica de Ambato]. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38230/1/Tesis-361%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Caguasango%20Bayas%20Andrea%20Lorena.pdf>
- Castillo, C. (febrero de 2004). Cultivo de Betarraga en la costa central. Lima: Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria - INEA 1era. Edición diciembre 1995. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1018>
- Consumer, E. (2020). Guía de prácticas de verduras- Hortalizas verduras. <https://verduras.consumer.es/remolacha/introduccion>.
- Cuyay, S. (2021). *Bioestimulación del crecimiento del botón floral en el cultivo de rosa (Rosa sp.), variedad orange crush* [Tesis de Pregrado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato]. Cevallos- Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32361/1/Tesis-268%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20L%C3%B3pez%20Ojeda%20Ana%20Cristina.pdf>
- Coello, L. (2019). *Estimación de impactos ambientales basado en el análisis de ciclo de vida de la fase agrícola de la cadena agroalimentaria convencional y agroecológica de la remolacha (beta vulgaris) en el cantón cayambe*. [Tesis ingeniero Ambiental, Universidad Politécnica Salesiana] Obtenido de

- <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17032/1/UPS-ST004026.pdf>
- Demagnet, R., & Canales, C. (2020). Remolacha Forrajera. <https://www.aproval.cl/manejador/resources/manual-remolacha-forrajera.pdf>
- FAGRO.com. (2018). Aminofish, Ficha Técnica. [https://fagro.mx/fichas-tecnicas/FT%20AMINOFISH%20\(MEX\)%202018.pdf](https://fagro.mx/fichas-tecnicas/FT%20AMINOFISH%20(MEX)%202018.pdf)
- FENAVI. (2016). Manejo de la gallinaza y su utilización como abono en la agricultura. Colombia. <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34918/66569.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, B. M. (2023). *Evaluación del comportamiento agronómico y productivo de tres cultivares de remolacha (*Beta vulgaris* L.) con la aplicación de tres bioestimulantes, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal De Bolívar]. <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/5001/1/TESIS%20FINAL-MAYRA%20ALEXANDRA%20GARCIA%20BORJA.pdf>
- García, D. (2017). Bioestimulantes Agrícolas. Definición. Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>
- García, H. L. (2017). *Efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo de rábanos (*Raphanus sativus* L.)*. Universidad de Sancti Spiritus. <https://dspace.uniss.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2321/Leyanet%20Garc%C3%ADa%20Hern%C3%A1ndez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garro, J. (2016). El suelo y los abonos orgánicos. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>
- Hoyos, G. Z. (2023). *Efecto de la aplicación de guano de isla y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.) variedad early wonder en el fundo La Victoria*. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://190.116.36.86/handle/20.500.14074/5999>
- Huamán, D. (2019). *Fertilización potásica y guano de islas en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), bajo labranza mínima. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho, 2019*. [Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/04342ed4-c075-4e6f-ad54-4d0fde7029ef>
- Huanca, O. A., & Medardo, W. B. (2019). *Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de beterraga (*Beta vulgaris* L.) en la Estación Experimental de Patacamaya*. *Revista de La Carr. de Ingeniería Agronómica – UMSA. Efecto*, 5(3), 1704–1711. <https://aphapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/34>
- Ibañez, I. (2014). *Evaluación del efecto de tres abonos orgánicos en el comportamiento agronómico de dos variedades de beterraga (*Beta vulgaris* L.) en el municipio de Patacamaya*. Universidad Mayor de San Andrés. In *Repositorio* (Vol. 1, Issue 1). <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5367>
- INFOAGRO. (2010). El cultivo de la remolacha azucarera.

https://infoagro.com/herbaceos/industriales/remolacha_azucarera.htm

InfoAgro. (2017). Control de pulgones. <https://mexico.infoagro.com/control-de-pulgones/>

INTAGRI. (2016). La Gallinaza como Fertilizante. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante>

La Calera Terrasur. (2020). Terrasur guano procesado, abono 100% natural. Ficha técnica. <https://abonosterrasur.com>

Lavado, A. (2016). *Efectos de niveles de bioabonos en el rendimiento de la betarraga (Beta vulgaris L.), en condiciones edafoclimáticas del instituto de investigación frutícola olerícola cayhuayna 2015*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Huánuco.Perú.]

<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/1505/TAG%2000706%20L31.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Luyo, A. (2025). *Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico - mineral en el rendimiento de betarraga (Beta vulgaris L.) Canaán, 2750 msnm - Ayacucho 2022*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Escuela Profesional de Agronomía]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b77e1154-0a5d-40c9-9c42-f0c9a2ce4c5a/content>

Mamani, F. (2014). *Evaluación de Bioestimulantes en la producción de arveja (Pisum sativum L.) bajo condiciones del Sector Omo en el Valle de Moquegua* [Tesis de Pregrado, Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas, Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/b36ce0fd-5e80-4eb8-8923-58e9fcc5ecf0>

Manga, M. (2022). *Efecto de densidad de siembra y fuentes de abonamiento orgánico en la producción de dos variedades de betarraga (Beta vulgaris L.), En Oropeza-Quispicanchi-Cusco* [Tesis de Pregrado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Antonio de Abad]. https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6620/253T20220150_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Meibilyn, D. E. (2019). *Influencia de abono orgánico a base de gallinaza en la producción de remolacha (Beta vulgaris L.), Manta 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Layca Eloy Alfaro de Manabí]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1961/1/ULEAM-AGRO-0045.pdf>

MIDAGRI (2021). *Producción agrícola (Campaña 2021-2022)* <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales>

Morales, J. P. (febrero de 1995). cultivo de la remolacha. Fundación De Desarrollo Agropecuario, INC., 3.

Mosquera, B. (2010). Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Obtenido de https://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf

- Murillo, F. (2012). *Comportamiento agronómico del cultivo de remolacha (Beta vulgaris, L) con bio Ezkudo, Nitropower y Produmax* [Tesis de Pregrado, Unidad de Estudios a distancia Modalidad Semipresencial, Universidad Técnica Estatal De Quevedo]. Quevedo-Los Ríos-Ecuador. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2493/1/T-UTEQ-75.pdf>
- MAG. (2022). El Biol. alternativa orgánica para nutrir y desarrollar los cultivos. <https://www.agricultura.gob.ec/el-biol-alternativa-organica-para-nutrir-y-desarrollar-los-cultivos/>
- Montenegro, M. J. (2023). *Evaluación de bioestimulantes orgánicos mineralizados con harina de roca y silicio aplicados en el cultivo de remolacha (Beta vulgaris L.) en el Centro Experimental San Francisco*. [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. <https://repositorio.upec.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4b09f542-5450-4005-a0d8-639d12fd4de5/content>.
- Orosco, K. V. (2023). *Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico-mineral en el rendimiento de brócoli (Brassica oleracea L. variedad itálica) Canadá, 2750 msnm – Ayacucho* [tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5697/1/TESIS%20AG1310_Viv.pdf
- Pérez, E. D. (2014). *Evaluación del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.) en monocultivo y asociado bajo manejo orgánico en La Molina* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://goo.su/NLtwAU>
- Quispe, Y. (2018). *Abono orgánico y su efecto en la rentabilidad de la comunidad nativa Shampuyacu* [Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad de Cesar Vallejo]. Rioja, San Martín. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57177/Quispe_GYR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodríguez, G. M. (2024). Efecto de la aplicación de dos abonos orgánicos bajo tres densidades de siembra en remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L.). [Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Sede Ibarra. Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales]. <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b01243db-9d79-4032-83ec-92b9e035619e/content>
- Saavedra, G. (2018). Betarraga en la agricultura. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68961/8.%20Betarraga.pdf?sequence=10&isAllowed=y>
- Saborío, F. (2002). Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Memoria_CursoFertilizacionFoliar.pdf#page=110
- Salazar, Y. (2021). Los bioestimulantes. Una alternativa para el desarrollo agroecológico cubano. revista científica sobre diversidad biológica y su gestión integrada, 11(3). doi: <https://orcid.org/0000-0001-5196-7906>
- Torrez Mamani, J. (2005). Evaluación agronómica de tres variedades de remolacha (*Beta*

vulgaris L.) en tres épocas de siembra [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Obtenido de

<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12410/T-930.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Viñals, M. (2011). Estimulante de crecimiento agrícola FITOMAS, resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223122261003.pdf>

Anexos

Anexo 3. Análisis de fertilidad de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
 Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996
 Ayacucho – Perú
 “Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Andrés A. Cáceres Dorregaray
 Localidad : C. E. Canaán - UNSCH
 Proyecto : Tesis
 Solicitante : Sr. Joel Alanya Córdova

HR: 00417

ANALISIS DE CARACTERIZACION

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H ₂ O) 1:2.5	C. E. (dS/m.) 1:1	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiabiles (Cmol(+)/Kg)						C. I. C. (Cmol(+)/Kg)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	H ⁺	
01	39.8	32.6	27.6	Fr-Ar	8.39	1.18	0.5	2.18	0.11	20.1	138.2	9.86	2.32	0.41	0.54	0.0	0.0	22.3

Ayacucho, 19 de Diciembre del 2023.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELO,
 PLANTA AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

 Juan B. Girón Molina
 C.I.P. 77120

Anexo 4. Panel fotográfico del proceso de elaboración de tesis

Fotografía 1. Pesaje de compost de gallinaza.



Fotografía 2. Pesaje de compost de gallinaza.



Fotografía 4. Almacigos de betarraga para el trasplante



Fotografía 5. Instalación de cintas de riego y delimitación de unidades experimentales.



Fotografía 6. Insecticida tifón y bioestimulante Aminofish.



Fotografía 7. Primera aplicación de bioestimulante Aminofish.



Fotografía 8. Aporque de betarraga.



Fotografía 9. Visita al centro experimental



Fotografía 10. Control fitosanitario y pleno desarrollo de betarraga.



Fotografía 11. Banner de la investigación en C. E. Canaán **Fotografía 12.** Cosecha y evaluación de betarraga



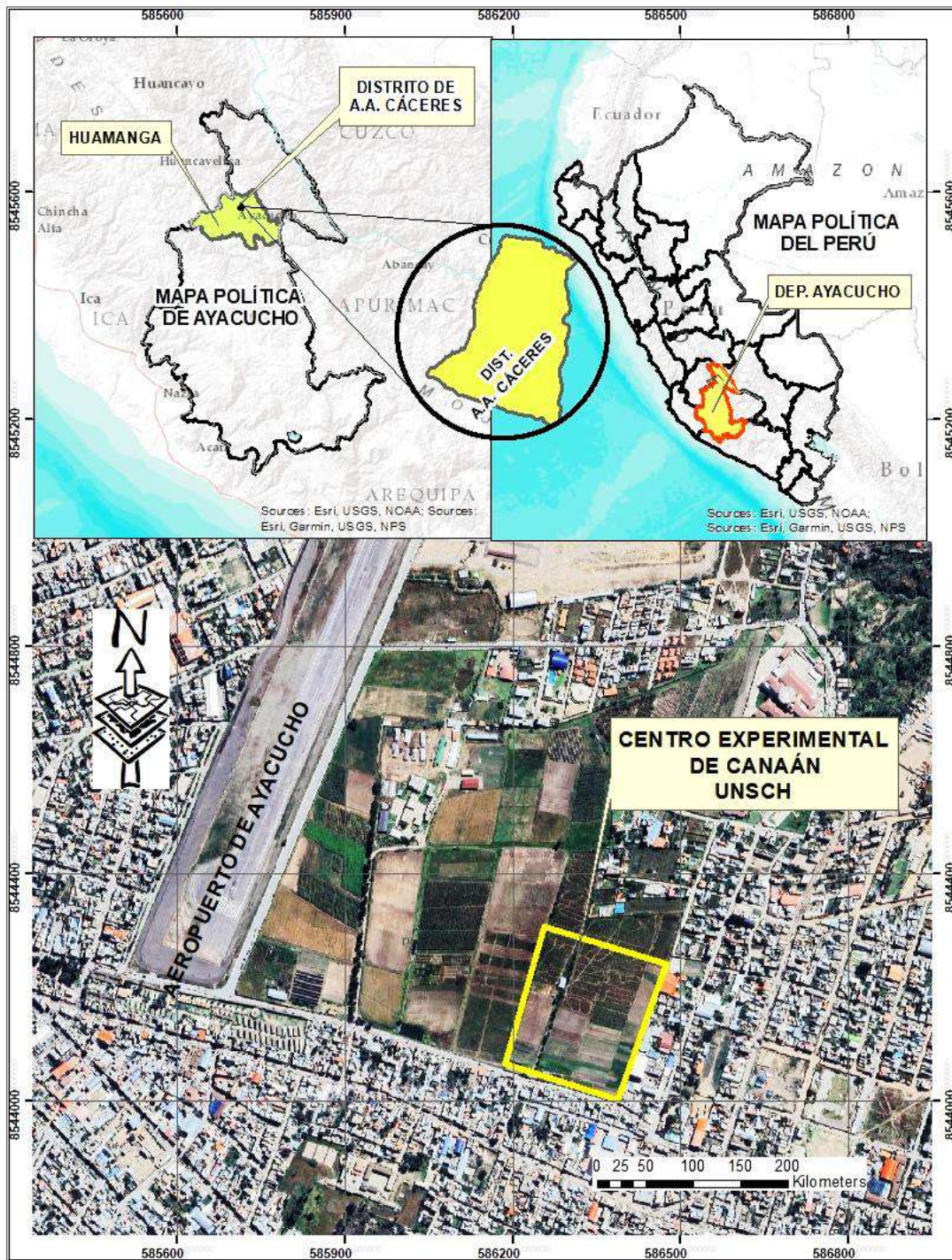
Fotografía 13. Cosecha de cultivo de betarraga.



Fotografía 14. Evaluación de altura de la planta de betarraga.



Anexo 3. Ubicación del Centro Experimental Canaán – UNSCH.



Anexo 4. Ficha técnica de gallinaza Terrasur.

	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		Código	CAL – FT - AC - 08
	FICHA TÉCNICA DE ESTIERCOL PROCESADO DE GALLINA - TERRASUR (NOMBRE COMERCIAL).		Versión	01
			Inicio de Vigencia	17/12/2017
CARGO		NOMBRE		FIRMA
ELABORADO POR:	Supervisor de Calidad	Edwin Quispe		
REVISADO POR:	Ventas Canal Guano	Luis Málaga		
	Jefe de Calidad	Erick Olivas		
AUTORIZADO POR	Gerente de Calidad	David Arriz		

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Fertilizante sólido granulado proveniente de gallinas de postura bajo en Nitrógeno (N), con alto contenido de micronutrientes como Fósforo (P), Calcio (Ca) y Materia Orgánica cuya aplicación directa al suelo facilita la asimilación de los nutrientes por las plantas.

2. PAÍS DE ORIGEN Perú.

3. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES.

pH	CE dS/m	Mat Org %	N %	P205 %	K20 %
7 - 7,5	15 - 20	45 - 50	1,5 - 2,2	4,0 - 4,5	2,5 - 3,0

CaO %	MgO %	Humedad %	Na %
7 - 8	1,3 - 1,8	15 - 20	0,3 - 0,7

Micronutrientes

Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	B ppm
1282	54	342	402	54

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS		NORMA TÉCNICA
Numeración de Escherichia Coli (NMP/g)	0	NTS 071 - RM N° 591-2008/MINSA
Salmonella (en 25g).	Ausencia	NTS 071 - RM N° 591-2008/MINSA
FISICOQUÍMICO		
Retención de Humedad	100%	
Estado Físico	Polvo granulado	
Color / Olor	Café Oscuro	
	Olor característico a suelo	

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****Bach. JOEL ALANYA CORDOVA****R.D. N° 204-2025-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los veintinueve días del mes de diciembre 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 el Dr. Raúl José Palomino Marcatoma, M.Sc. Fortunato Álvarez Aquise como asesor, Ing. Eduardo Robles García y el M.Sc. Alejandro Camasca Vargas; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Gallinaza compostada y bioestimulante Aminofish en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), Ayacucho - 2023**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **JOEL ALANYA CORDOVA**.

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 deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Raúl José Palomino Marcatoma	13	12	14	13
M.Sc. Fortunato Álvarez Aquise	16	16	16	16
Ing. Eduardo Robles García	15	15	15	15
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas	16	15	17	16
PROMEDIO GENERAL				16

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

OBSERVACIONES: Por Acuerdo unánime de los miembros del jurado, el título del trabajo de investigación debe ser: **Estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), Ayacucho - 2023**.

.....
Dr. Raúl José Palomino Marcatoma
Presidente

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

.....
Ing. Eduardo Robles García
Jurado

.....
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas
Jurado

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

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por R.D N° 213-2025-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado;

Estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), Ayacucho – 2023.

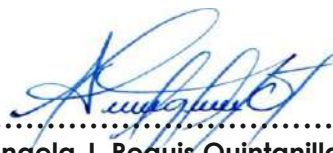
Autor : Joel Alanya Cordova
Asesor : Fortunato Álvarez Aquisé

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de diecinueve por ciento **(19%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

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

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 2946651480

Ayacucho, 28 de abril de 2026



.....
Angela J. Requis Quintanilla

M.Sc. en Fitopatología
E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), Ayacucho – 2023.

por Joel Alanya Cordova

Fecha de entrega: 28-abr-2026 09:21a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2946651480

Nombre del archivo: Tesis_final_Joel_alanya.pdf (3.3M)

Total de palabras: 25159

Total de caracteres: 135395

Estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), Ayacucho – 2023.

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

15%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	9%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uteq.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%

9

www.huertagricola.com.co

Fuente de Internet

<1 %

10

Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes

Trabajo del estudiante

<1 %

11

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

12

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

13

www.sativa.it

Fuente de Internet

<1 %

14

repositorio.upec.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

TITULO:

Estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), Ayacucho – 2023.

Alanya-Cordova, Joel
Joel.alanya.01@unsch.edu.pe

Álvarez-Aquise, Fortunato
fortunato.alvarez@unsch.edu.pe

Área de investigación: Medio ambiente

Línea de investigación: Sistema de producción agrícola

RESUMEN

El uso de gallinaza y bioestimulante combina la nutrición orgánica con la optimización fisiológica de la planta. El primero aporta nutrientes y mejora la estructura del suelo, mientras que el bioestimulante potencia la absorción de nutrientes, el desarrollo radicular y la resistencia al estrés, incrementando así la productividad y sostenibilidad. La investigación se desarrolló en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes niveles de estiércol procesado de gallinaza y dosis del bioestimulante Aminofish sobre el rendimiento del cultivo de betarraga. El estudio se condujo bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial, evaluando cinco niveles de gallinaza (0, 1.5, 3.0, 4.5 y 6.0 t ha⁻¹) y dos dosis de bioestimulante (1.0 y 2.0 L ha⁻¹), generando diez tratamientos con tres repeticiones. Se analizaron variables fenológicas (precocidad) y de rendimiento como altura de planta, número de hojas, longitud y diámetro de raíz, peso de raíz y rendimiento por hectárea. Los resultados evidenciaron que la aplicación del bioestimulante Aminofish a dosis de 1.0 L ha⁻¹ promovió una ligera precocidad del cultivo, permitiendo la cosecha entre 88 y 96 días después del trasplante. Asimismo, la combinación de 6.0 t ha⁻¹ de gallinaza con 1.0 L ha⁻¹ de bioestimulante generó los mejores resultados agronómicos, alcanzando plantas con mayor altura (35.33 cm), mayor número de hojas (35.39), raíces de mayor tamaño (7.07 cm de longitud y 8.12 cm de diámetro), mayor peso (243.30 g) y un rendimiento de 33,129.42 kg ha⁻¹. Se concluye que la fertilización orgánica con estiércol procesado de gallinaza, complementada con bioestimulantes, mejora significativamente el crecimiento, desarrollo y productividad del cultivo de betarraga, constituyéndose en una alternativa sostenible para optimizar la fertilidad del suelo y aumentar la rentabilidad agrícola.

Palabras clave: Betarraga, gallinaza procesada, bioestimulante, Aminofish, rendimiento, fertilización orgánica.

ABSTRACT

TITLE: Processed Chicken Manure and Bio stimulant on Beetroot (*Beta vulgaris* L.) Yield, Ayacucho – 2023

The use of chicken manure and a biostimulant combines organic nutrition with the physiological optimization of the plant. The manure provides nutrients and improves soil structure, while the biostimulant enhances nutrient absorption, root development, and stress resistance, thus increasing productivity and sustainability. The research was conducted at the Canaán Experimental Center of the National University of San Cristóbal de Huamanga, with the objective of evaluating the influence of different levels of processed chicken manure and doses of the biostimulant Aminofish on the yield of beetroot cultivation. The study was carried out using a Randomized Complete Block Design with a factorial arrangement, evaluating five levels of chicken manure (0, 1.5, 3.0, 4.5, and 6.0 t ha⁻¹) and two doses of biostimulant (1.0 and 2.0 L ha⁻¹), generating ten treatments with three replicates. Phenological variables (earliness) and yield variables such as plant height, number of leaves, root length and diameter, root weight, and yield per hectare were analyzed. The results showed that applying the biostimulant Aminofish at a dose of 1.0 L ha⁻¹ promoted slight earliness in the crop, allowing harvest between 88 and 96 days after transplanting. Furthermore, the combination of 6.0 t ha⁻¹ of chicken manure with 1.0 L ha⁻¹ of biostimulant generated the best agronomic results, producing plants with greater height (35.33 cm), a greater number of leaves (35.39), larger roots (7.07 cm in length and 8.12 cm in diameter), greater weight (243.30 g), and a yield of 33,129.42 kg ha⁻¹. It is concluded that organic fertilization with processed chicken manure, complemented with biostimulants, significantly improves the growth, development and productivity of the beet crop, constituting a sustainable alternative to optimize soil fertility and increase agricultural profitability.

Keywords: Beetroot cultivation, processed chicken manure, bio stimulant, Aminofish.

INTRODUCCION

La remolacha es un cultivo que se remonta a finales del siglo XVII en el norte de África, pertenece a la especie *Beta vulgaris* en la familia Amaranthaceae, este vegetal es cultivado en casi todo el mundo para el consumo diario debido a su alto nivel energético ya que posee diversas sustancias de gran importancia nutricional para el organismo en general (Caguasango, 2023).

La producción nacional de betarraga en el Perú (2021) fue de 18 773 toneladas en una superficie agrícola cosechada de 1 705 hectáreas, bajo un rendimiento promedio de 18 .77 t ha⁻¹. Las tres regiones con mayor rendimiento fueron Lima Metropolitana con una producción 26. 04 t ha⁻¹, La Libertad con 25. 23 t ha⁻¹ y para Arequipa con 19.05 t ha⁻¹, quedando en el último lugar con el menor rendimiento la región andina de Cajamarca con un promedio de 5410 t ha⁻¹ (MIDAGRI, 2021).

En la actualidad, hay tendencias de una producción orgánica, utilizando insumos que no dañan el medio ambiente y la cosecha es más beneficiosa para la salud humana; bajo este contexto, la gallinaza es un excelente fertilizante si se utiliza de manera correcta. Es un material con buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo (INTAGRI, 2016)

Por otro lado, los bioestimulantes vegetales son productos antiestrés con sustancias naturales propias del metabolismo vegetal, que estimulan y vigorizan los cultivos, desde la germinación

hasta la fructificación, disminuyen los daños por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, enfermedades, plagas, ciclones, granizadas, podas y trasplantes. Resultan particularmente eficientes en policultivos propios de la agricultura de bajos insumos y también se expresan en la agricultura intensiva, en cultivos con manejo integrado con acción de (Viñals, 2011).

En la región de Ayacucho, los horticultores producen sus hortalizas en pequeñas parcelas y frecuentemente aplican fertilizantes orgánicos directamente al suelo, equilibrándolos con otras técnicas que incluyen asociación de cultivos, rotación de cultivos y cultivos en contorno. Sin embargo, aun no hay evidencias del uso de bioestimulantes orgánicos en conjunto con la aplicación de fertilizantes orgánicos.

Bajo este contexto, los resultados de la investigación permitirán comprobar la acción conjunta de abonos orgánicos y bioestimulantes en la producción y productividad de la betarraga.

Objetivo general:

Determinar la influencia de los abonamientos con estiércol procesado de gallinaza y las dosis del bioestimulante Aminofish en el rendimiento de betarraga.

Objetivos específicos:

- a) Determinar la influencia de los niveles de abonamientos con estiércol procesado de gallinaza, en el rendimiento de betarraga.
- b) Determinar la influencia de las dosis de aplicación foliar con bioestimulante Aminofish en el rendimiento de betarraga.

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

La investigación se realizó en campaña agrícola 2023, en los campos de cultivo del Centro Experimental Canaán, perteneciente a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Según análisis físico y químico del suelo, los terrenos presentaron una mediana fertilidad, caracterizado por un contenido medio de materia orgánica y macronutrientes.

Los factores en estudio fueron el estiércol procesado de gallinaza en 5 niveles de 1.5, 3.0, 4.5 y 6.0 t ha⁻¹ más un testigo (266-35-157 de N, P₂O₅ y K₂O) y 2 dosis de bioestimulante Aminofish (1.0 y 2.0 l ha⁻¹), instalados con el Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial (5x2); de la combinación de los factores en estudio, resultó 10 tratamientos con 3 repeticiones, manejando en total 30 unidades experimentales. Cada unidad experimental tuvo una medida de 7.2 m² (0.8 m x 9.0 m).

Para la conducción del ensayo, se utilizó plantines de betarraga de la variedad “Early Wonder Tall Top”, que se caracteriza por su adaptación a todo tipo de climas y se puede cultivar en cualquier estación. El trasplante de los plantines de betarraga, se hizo en surcos distanciados a 40 cm y entre plantas a 25 cm. Antes del trasplante se hizo la incorporación del estiércol procesado de gallinaza (cuyo producto comercial fue “Terrasur”), en las cantidades, según tratamientos en estudio. Así mismo, se aplicó el bioestimulante Aminofish, cada 20 días, según las dosis estudiadas.

Durante el manejo agronómico del cultivo se hizo labores agrícolas referentes a la dotación de agua, mediante riego por goteo según necesidades hídricas del cultivo; así mismo, se realizó el control de malezas, aporques y el control fitosanitario. La cosecha se realizó entre los 90 a 100 días después del trasplante, cuando las raíces reservantes presentaron madurez característica de la betarraga.

Las variables evaluadas correspondiente a la precocidad fueron: Días a la formación de raíz reservante y días a la madurez de cosecha; mientras que las variables de productividad fueron: Altura de planta (cm), número de hojas por planta, longitud (cm), diámetro (cm) y peso de raíces reservantes (g), y rendimiento de raíces mazorcas (kg ha⁻¹). El registro de los datos obtenidos de todas las evaluaciones se hizo en una hoja de cálculo, luego se procedió con el ordenamiento de los promedios para las evaluaciones estadísticas correspondientes.

Se calculó el análisis de varianza (ANVA) del Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial. Las significancias de las fuentes de variación, se determinó con las pruebas de Fischer a nivel de p=0.01 y p=0.05. Para determinar las diferencias estadísticas de los promedios en los efectos principales y efectos simples se utilizó la Prueba de Tukey (p=0.05). Estas pruebas estadísticas se procesaron con el paquete estadístico SAS, versión 9.0 para Windows (versión 13).

RESULTADOS Y DISCUSION

1.0 Duración de las etapas fenológicas del cultivo de betarraga (Factores de precocidad).

1.1. Días a la formación de raíces reservantes.

En la tabla 1 se muestra el tiempo transcurrido para la formación de raíz reservante, observándose poca diferencia numérica en los resultados de los tratamientos establecidos; los reportes señalan que la formación de raíces reservantes se produce entre 52 a 63 días después del trasplante, por la acción de la aplicación del bioestimulante Aminofish en dosis de 1.0 l ha⁻¹, presentado una ligera precocidad; mientras que, niveles de estiércol procesado de gallinaza no presentaron influencias en los días a la formación de raíces reservantes en el cultivo de betarraga.

Tabla 1.

Duración de las etapas fenológicas del cultivo de betarraga bajo la influencia de niveles de estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

TRATAMEN.	Niveles de estiércol procesado de gallinaza (t ha ⁻¹)	Dosis de bioestimulante Aminofish (l ha ⁻¹)	DURACION DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS			
			Días a la formación de raíces reservantes		Días a la madurez de cosecha	
			Rango	Promedio	Rango	Promedio
T-1	0	1.0	52 - 57	55	87 - 89	88
T-2	1.50	1.0	52 - 56	54	87 - 92	89
T-3	3.0	1.0	52 - 54	53	86 - 90	88
T-4	4.5	1.0	51- 57	55	88 - 92	91
T-5	6.0	1.0	53 - 58	56	94 - 98	96
T-6	0	2.0	53 - 56	55	89 - 94	92
T-7	1.50	2.0	52 - 57	56	90 - 95	93
T-8	3.0	2.0	58 - 62	60	94 - 97	95
T-9	4.5	2.0	57 - 61	59	95 - 99	97
T-10	6.0	2.0	58 - 63	60	99 - 102	100
Promedio de las fases fenológicas			52-63	58	86-102	97

Hoyos (2023), menciona que los abonos orgánicos no influyen mucho en la precocidad a etapas tempranas, por lo que se nota la diferencia principalmente en la madurez de cosecha. Montenegro (2023), menciona que, las precocidades de hortalizas como betarragas a etapas tempranas son homogéneos, tal como lo muestra en su trabajo de investigación.

1.2. Días a la madurez de raíces reservantes.

En la tabla 3.1 se muestra los días transcurridos para la madurez de cosecha, denotando que la etapa de madures de cosecha se presenta entre 82 a 102 días, con un promedio de 97 días. Los tratamientos con niveles mayores de estiércol procesado de gallinaza en interacción con dosis bajas del bioestimulante Aminofish, presentaron cierta precocidad en la etapa de madurez de cosecha (86 días). Con dosis altas del bioestimulante Aminofish, se registró mayor tiempo de madurez de cosecha (95 días). Los resultados demuestran que a mayores niveles de estiércol procesado de gallinaza y mayores dosis de Aminofish provocan mayor tiempo de ciclo vegetativo, influyendo negativamente en precocidad del cultivo de betarraga.

Huanca y Medardo (2019), afirman que los abonos orgánicos son fundamentales para las plantas, por lo que influyen en todos sus aspectos fisiológicos y, como consecuencia repercutiéndose en sus precocidades. Según Hoyos (2023), las betarragas necesitan suelos de materia orgánico en un nivel adecuado, asimismo, los abonos orgánicos influyen positivamente en el rendimiento y precocidad según el nivel aportado al suelo.

2.0 Factores de rendimiento.

2.1 Altura de la planta

En la tabla 2 el análisis de varianza calculado reporta para fuentes de variación de los efectos principales una alta significación estadísticamente; para la interacción entre bioestimulante Aminofish y estiércol procesado de gallinaza, no presentó significación estadística. Los resultados de la prueba estadística, demuestra que el biestimulantes Aminofish y los niveles de estiércol procesado de gallinaza influyen en la altura de la planta del cultivo de betarraga, en forma independiente. El coeficiente de variación fue 9.15%, muy adecuado para las pruebas estadísticas.

Tabla 2.

Análisis de varianza de altura de la planta, bajo el efecto de niveles de estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

Fuente de Variación	G. L	S. C	C. M	F.c	p-valor
Bloques	2	28.780	14.390	1.685	0.2134 ns
Aminofish (B)	1	71.490	71.490	8.372	0.0097 **
Estiércol procesado de gallinaza (G)	4	191.980	47.995	5.620	0.0041 **
Interacción (B*G)	4	35.890	8.973	1.051	0.4090 ns
Error	18	153.710	8.539		
Total	29	481.850			

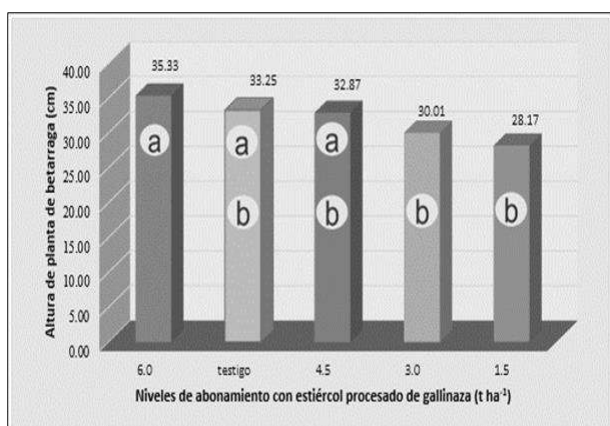
Coeficiente de Variabilidad: 9.15%

La figura 1, reporta que 6 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza produjo una altura de planta 35.33 cm presentando diferencias estadísticas, cuando se utiliza 3.0 y 1.5 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza que produjo 30.01 y 28.17 cm, respectivamente.

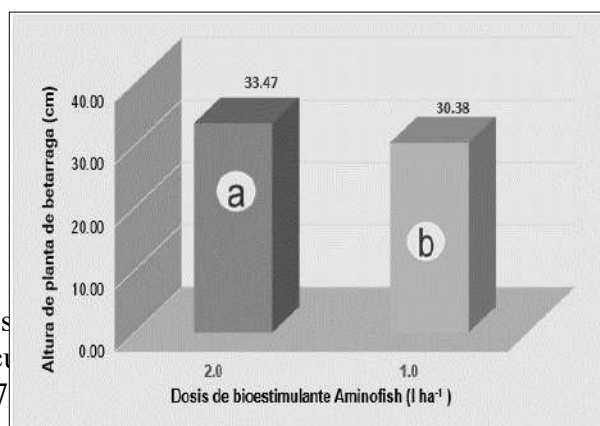
La figura 2, reporta que aplicando una dosis de 2.0 l ha⁻¹ del bioestimulante Aminofish se logró obtener 33.47 cm de altura de planta, diferenciándose estadísticamente de 30.38 que resulto de la aplicación de 1.0 l ha⁻¹.

Figura 1.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la altura de planta (cm) bajo la influencia de niveles de abonamiento de estiércol procesado de gallinaza, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

**Figura 2.**

Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la altura de planta (cm) bajo la influencia de dosis de bioestimulante Aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



La figura 2, reporta que aplicando una dosis de 2.0 l ha⁻¹ del bioestimulante Aminofish se logró obtener 33.47 cm de altura de planta, diferenciándose estadísticamente de 30.38 que resultado de la aplicación de 1.0 l ha⁻¹.

Los resultados de la mayor altura de planta, con altos niveles de abonamiento orgánico y mayor dosis de bioestimulantes, son el reflejo de la mayor disponibilidad de nutrientes de macro y micronutrientes en el suelo, cuyas características físicas, químicas y biológicas fueron adecuadas para una mayor actividad fisiológica permitiendo formación de mayor biomasa.

Hoyos (2023), reporta una altura 75.27 cm aplicando 4 t ha⁻¹ de guano de isla, aplicando 4.0 t ha⁻¹ de humus de lombriz, logro 71.77 cm. utilizando 2.0 t ha⁻¹ de guano de isla produjo 66.87 cm y con 2.0 t ha⁻¹ de humus de lombriz, logro 57.87 cm.

2.2. Número de hojas.

Tabla 3.

Análisis de varianza del número de hojas de planta, bajo el efecto de bioestimulante aminofish y estiércol procesado de gallinaza en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

Fuente de Variación	G. L	S. C	C. M	F.c	p-valor
Bloques	2	9.860	4.930	0.517	0.6051 ns
Aminofish (B)	1	62.530	62.530	6.555	0.0197 *
Estiércol procesado de gallinaza (G)	4	171.310	42.828	4.489	0.0108 *
Interacción (B*G)	4	21.960	5.490	0.575	0.6840 ns
Error	18	171.720	9.540		
Total	29	437.380			

Coefficiente de Variabilidad: 9.86%

En la tabla 3, el análisis de varianza reporta para fuentes de variación de bioestimulante y estiércol procesado de gallinaza, presentaron significación estadística, excepto para la interacción de bioestimulante con estiércol procesado de gallinaza. Por los resultados se estableció que el número de hojas del cultivo de betarraga son influenciados positivamente por lo niveles de estiércol procesado de gallinaza y las dosis de bioestimulante Aminofish, en forma

independiente. Se encontró coeficiente de variación 9.86%, lo que nos confiere precisión y confiabilidad de los resultados.

La prueba de Tukey ($p=0.05$) de la figura 3, señala que un nivel de 6.0 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza produjo 35.39 hojas en el cultivo de betarraga, presentando diferencias estadísticas con los niveles de 3.0 y 1.5 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza que produjo 29.45 y 28.5 hojas/planta, respectivamente.

De igual manera, la prueba de Tukey ($p=0.05$) graficado en la figura 4, reporta que con una dosis de 1.0 l ha⁻¹ del bioestimulante Aminofish se logró obtener 32.78 hojas/planta, superando a la dosis de 2.0 l ha⁻¹ que produjo 29.89 hojas/planta.

Los resultados del mayor número de hojas del cultivo de betarraga, muestran una influencia positiva cuando se utilizan altos niveles de estiércol procesado de gallinaza y altas dosis de bioestimulante Aminofish; también se observa un suelo fértil y con buena disponibilidad de nutrientes y con disponibilidad hídricas garantizada (riegos según necesidad del cultivo), son favorables para obtener mayor biomasa.

Figura 3.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del número de hojas de planta bajo la influencia de niveles de abonamiento de estiércol procesado de gallinaza en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

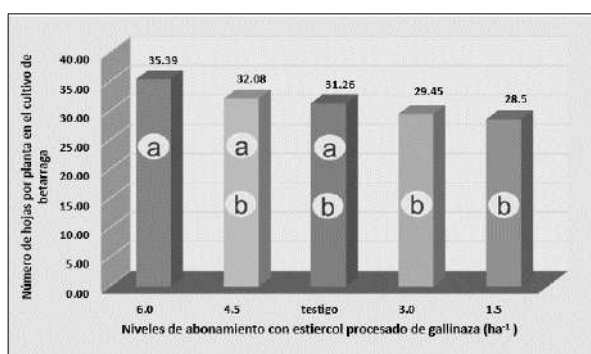
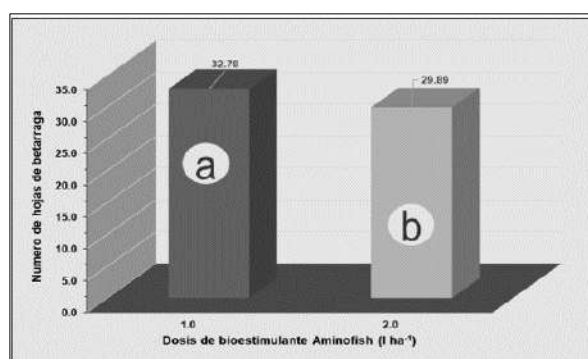


Figura 4.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del número de hojas de planta bajo la influencia de dosis de bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



Huamán (2019), utilizando fertilización potásica y guano de islas en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), bajo labranza mínima, encontró que el mayor promedio de número de hojas corresponde a la aplicación de 2.0 t ha⁻¹ presentando 14.69 hojas/planta, superando a la aplicación de 1.0 t ha⁻¹ que produjo 13.43 hojas/planta. Por su parte Murillo (2012), evaluando el comportamiento agronómico del cultivo de remolacha con Bio Ezkudo, Nitropower y Produmax, encontró que el mayor promedio de número de hojas/planta se logra con Produmax con 8.42, seguido por la aplicación de Nitropower con 8.12 y con la aplicación de Bio Ezkudo con 8.08, mientras el menor dato fue 7.95 hojas/planta con el tratamiento testigo.

2.3. Longitud de raíz

En la tabla 4 el análisis de varianza calculado, demuestra que la fuente de variación correspondiente a estiércol procesado de gallinaza, presentó significación estadística; mientras que, las otras fuentes de variación dosis de bioestimulante Aminofish y la interacción entre el nivel de estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante Aminofish, resultaron no significativos. Se encontró un coeficiente de variación de 10.63%, lo que nos confiere precisión

y confiabilidad de los resultados.

Tabla 4.

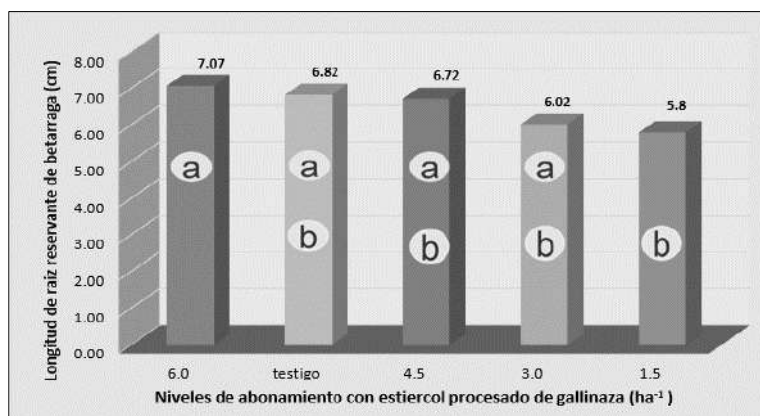
Análisis de varianza de la longitud de la raíz de la planta, bajo el efecto de niveles de abonamiento de estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

Fuente de Variación	G. L	S. C	C. M	F.c	p-valor
Bloques	2	1.020	0.510	1.074	0.3639 ns
Aminofish (B)	1	0.530	0.530	1.116	0.3046 ns
Estiércol procesado de gallinaza (G)	4	7.140	1.785	3.758	0.0216 *
Interacción (B*G)	4	1.440	0.360	0.758	0.5674 ns
Error	18	8.550	0.475		
Total	29	18.680			

Coefficiente de Variabilidad: 10.63%

Figura 5.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la longitud de raíz de planta bajo la influencia de niveles de abonamiento con estiércol procesado de gallinaza, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023



La prueba de Tukey ($p=0.05$), graficado en la figura 5, reporta que 6.0 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza produjo una longitud de raíz reservante de 7.07 cm, diferenciándose de 5.8 cm que alcanzó con 1.5 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza.

Los resultados encontrados en este trabajo son relativamente similares a los hallazgos de Meibilyn (2019), reportando 8.10 cm de longitud polar de raíz en betarraga mediante la aplicación de 10 kg m⁻² de gallinaza. Hoyos (2023), señala que la aplicación 4 t ha⁻¹ de humus de lombriz y guano de las islas produjo 7.92 cm y 7.58 cm respectivamente. Huaman (2021) demostró que aplicando 2.0 t ha⁻¹ y 1.0 t ha⁻¹ de guano de islas, complementado con 180, 120 y 60 kg ha⁻¹ de potasio, presentaron el mayor promedio de longitud de raíz en 6.18 y 5.54 cm, respectivamente; mientras que, el de menor promedio fueron para los tratamientos con 0.0 t ha⁻¹ de guano de islas.

2.4. Diámetro de raíz reservante (cm).

Tabla 5.

Análisis de varianza del diámetro de la raíz de la planta, bajo el efecto de niveles de abonamiento con estiércol procesado y bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

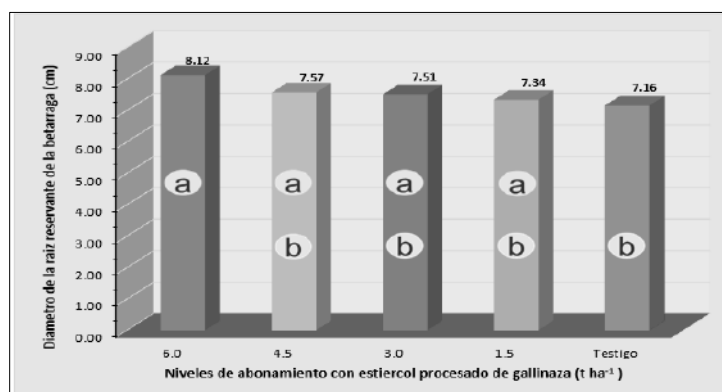
Fuente de Variación	G. L	S. C	C. M	F.c	p-valor
Bloques	2	0.300	0.150	0.557	0.5811 ns
Aminofish (B)	1	1.030	1.030	3.823	0.0659 ns
Estiércol procesado de gallinaza (G)	4	3.160	0.790	2.932	0.050 *
Interacción (B*G)	4	0.450	0.113	0.418	0.7911 ns
Error	18	4.850	0.269		
Total	29	9.790			

Coefficiente de Variabilidad: 6.89%

La prueba de Tukey ($p=0.05$) graficado en la figura 6 reporta que el abonamiento con 6.0 t ha^{-1} de estiércol procesado de gallinaza produjo un diámetro de raíz reservante de 8.12 cm, con diferencia estadística de 7.16 cm que se obtuvo con el tratamiento testigo (abonamiento químico). Los valores del diámetro de raíz reservante con los otros niveles de abonamiento, no presentaron diferencias estadísticas.

Figura 6.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del diámetro de raíz de planta bajo la influencia de niveles de abonamiento con estiércol procesado de gallinaza, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



Los hallazgos de Meibilyn (2019), señala que mediante la aplicación de 10 kg m^{-2} de gallinaza encontró influencia significativa en diámetro de raíz de betarraga. Hoyos (2023), reporta un diámetro de raíces de 8.52 cm aplicando 4.0 t ha^{-1} de guano de isla; con dosis de 4.0 t ha^{-1} de humus de lombriz y 2.0 t ha^{-1} de guano de isla obtuvo 8.04 y 7.71 cm, respectivamente; con dosis de 2.0 t ha^{-1} de humus de lombriz produjo 6.30 cm. Los diámetros de las raíces reservantes que se obtuvieron por la aplicación de los niveles de gallinaza compostada en la presente investigación, son concordantes con los reportes señalados, evidenciando que los abonos orgánicos por su contenido de macro y nutrientes, favorecen la mayor actividad fisiológica, repercutiendo en mayor tamaño de las raíces reservantes de betarraga.

2.5. Peso de raíz reservante de betarraga (g).

El ANVA, calculado en la tabla 6, señala que las fuentes de variación de los efectos principales

y la interacción de niveles de estiércol procesado de gallinaza y dosis de bioestimulante Aminofish, presentaron significación estadística; por tanto, es necesario realizar un ANVA de los efectos simples para determinar la influencia de los niveles de estiércol procesado de gallinaza en cada uno de las dosis de bioestimulante Aminofish; así como, las dosis de bioestimulante Aminofish en cada uno de los niveles de estiércol procesado de gallinaza para determinar la influencia en el peso de raíces reservantes de betarraga. El coeficiente de variabilidad fue 6.84%, valor adecuado para la validez de los datos procesados.

Tabla 6.

Análisis de varianza del peso de la raíz de la planta, bajo el efecto de niveles de estiércol procesado de gallinaza y bioestimulante Aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

	F. V	G. L	S. C	C. M	F.c	p-valor
Bloques		2	152.460	76.230	0.443	0.6489 ns
Aminofish (B)		1	496.950	496.950	2.889	0.1064 ns
Estiércol procesado de gallinaza (G)		4	8410.080	2102.520	12.221	0.0001**
Interacción (B*G)		4	2391.870	597.968	3.476	0.0285 *
Aminofish con 1.5 t ha ⁻¹ estiércol proc.		1	522.480017	522.480017	3.04	0.0984 ns
Aminofish con 3.0 t ha ⁻¹ estiércol proc.		1	223.260000	223.260000	1.30	0.2696 ns
Aminofish con 4.5 t ha ⁻¹ estiércol proc.		1	16.934400	16.934400	0.10	0.7573 ns
Aminofish con 6.0 t ha ⁻¹ estiércol proc.		1	302.034150	302.034150	1.76	0.2017 ns
Abonamiento en 1.0 l ha ⁻¹ Aminofish		4	2279.319307	569.829827	3.31	0.0336 *
Abonamiento en 2.0 l ha ⁻¹ Aminofish.		4	8581.042840	2145.260710	12.47	<.0001 **
Error		18	3096.640	172.036		
Total		29	14548.000			

Coefficiente de Variabilidad: 6.84%

Los resultados del ANVA de los efectos simples, calculados en la tabla 6, señala significación estadística para la interacción de los niveles de abonamiento de estiércol procesado con 1.0 l ha⁻¹ del bioestimulante Aminofish; así mismo, alta significación estadística en la interacción de niveles de estiércol procesado con 2.0 l ha⁻¹ de bioestimulante Aminofish.

Figura 7.

Prueba de Tukey (p=0.05) del peso de raíces reservantes en la interacción de niveles de estiércol procesado de gallinaza con 1.0 l ha⁻¹ de bioestimulante aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

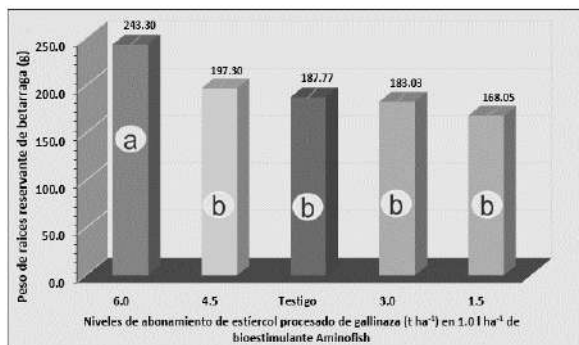
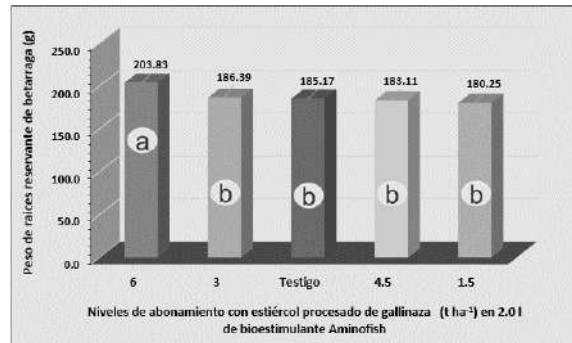


Figura 8.

Prueba de Tukey (p=0.05) del peso de raíces reservantes en la interacción de niveles de estiércol procesado de gallinaza con 2.0 l ha⁻¹ de bioestimulante Aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



Según la figura 7, correspondiente a la prueba de Tukey (p=0.05), demuestra que una dosis de 1.0 l ha⁻¹ del bioestimulante Aminofish y aplicando un nivel de 6.0 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza se logra raíces reservantes con un peso de 243.30 g, con diferencias estadísticas de los valores 197.30, 187.77, 183.03 y 168.05 g que se obtuvieron con 4.5, testigo, 3.0 y 1.5 t ha⁻¹

¹ de gallinaza compostada, respectivamente, sin denotar diferencias estadísticas entre estos valores.

De igual manera, la prueba de Tukey ($p=0.05$), graficado en la figura 8, demuestra que una dosis de 2.0 l ha^{-1} del bioestimulante Aminofish y aplicando 6.0 t ha^{-1} de estiércol procesado de gallinaza se logra raíces reservantes con un peso de 203.83 g , con diferencias estadísticas de los valores 186.39 , 185.17 , 183.11 y 180.25 g que se produjo con 3.0 , testigo, 4.5 y 1.5 t ha^{-1} de estiércol procesado de gallinaza, respectivamente, sin denotar diferencias estadísticas entre los valores señalados.

Al comparar la acción del bioestimulante Aminofish, en interacción con estiércol procesado de gallinaza, se denota que dosis bajas de bioestimulantes (1.0 l ha^{-1}) actúan favorablemente con niveles altos de estiércol procesado (6.0 t ha^{-1}), favoreciendo el mayor peso de raíces reservantes de betarraga.

García (2023) investigando la acción de los bioestimulantes en remolacha, determinó que aplicaciones bajas (1.0 a 1.5 l ha^{-1}) de Aminofish optimizan la absorción de nutrientes, coincidiendo con los resultados de la presente investigación. Así mismo, Montenegro (2023) aplicó bioestimulantes con silicio en remolacha y observó que combinados con abonos orgánicos reducen el estrés climático.

Huamán (2019) evaluó el efecto del guano de islas y fertilización potásica en betarraga en Ayacucho (2750 msnm), encontrando que la materia orgánica (2.5%) mejoró la disponibilidad de nutrientes, coincidiendo con nuestros resultados ($\text{MO} = 2.18\%$). Sin embargo, en nuestro estudio, la gallinaza compostada mostró mayor eficiencia, posiblemente por su alto contenido de nitrógeno y fósforo, esenciales para el desarrollo radicular.

2.6. Rendimiento de raíces reservantes de betarraga (kg ha^{-1}).

Tabla 7.

Análisis de varianza del rendimiento de raíces reservantes, bajo el efecto de niveles de estiércol procesado de gallinaza con bioestimulante Aminofish, en el cultivo de betarraga, Ayacucho, 2023.

F. V	G. L	S. C	C. M	F.c	p-valor
Bloques	2	5.750	2.875	0.333	0.5990 ns
Aminofish (B)	1	2.190	2.190	0.254	0.9532 ns
Estiércol procesado de gallinaza (G)	4	205.860	51.465	5.962	0.0019 **
Interacción (B*G)	4	119.980	29.995	3.475	0.0285 *
Aminofish con 1.5 t ha^{-1} estiércol proc.	1	7519435.2	7519435.2	0.87	0.3630 ns
Aminofish con 3.0 t ha^{-1} estiércol proc.	1	3392332.2	3392332.2	0.39	0.5386 ns
Aminofish con 4.5 t ha^{-1} estiércol proc.	1	8912109.4	8912109.4	1.03	0.3230 ns
Aminofish con 6.0 t ha^{-1} estiércol proc.	1	16544192.5	16544192.5	1.92	0.1831 ns
Abonamiento en 1.0 l ha^{-1} Aminofish	4	102142287.4	25535571.8	2.96	0.0484 *
Abonamiento en 2.0 l ha^{-1} Aminofish.	4	187787418.0	46946854.5	5.44	0.0047 **
Error	18	155.370	8.632		
Total	29	489.150			

Coefficiente de Variabilidad: 11.40%

En la tabla 7 se muestra los cálculos del ANVA, correspondiente al rendimiento de las raíces reservantes de la betarraga, reportándose que las fuentes de variación de los efectos principales y la interacción de niveles de estiércol procesado de gallinaza con dosis de bioestimulante Aminofish, presentaron significación estadística. Al realizar un ANVA de los efectos simples

de la interacción de niveles de estiércol procesado de gallinaza en cada uno de las dosis de bioestimulante Aminofish; así como, de las dosis de bioestimulante Aminofish en cada uno de los niveles de estiércol procesado de gallinaza, se denota significación en la interacción entre los niveles de estiércol procesado de gallinaza con la dosis 1.0 y 2.0 l ha⁻¹ de bioestimulante Aminofish, respectivamente. El coeficiente de variabilidad fue 11.40%, valor adecuado para la validez de los datos procesados.

Figura 9.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de raíces reservantes en la interacción de abonamiento con niveles de estiércol procesado de gallinaza con 1.0 l ha⁻¹ de bioestimulante Aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.

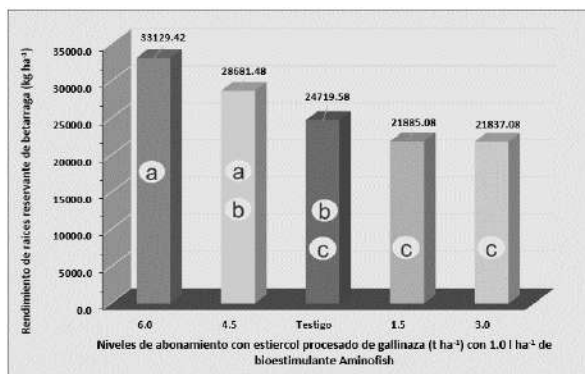
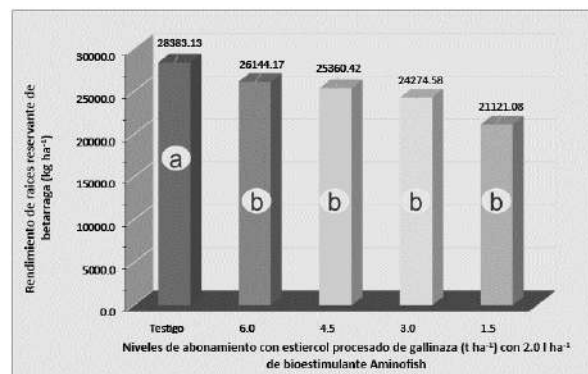


Figura 10.

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de raíces reservantes en la interacción de abonamiento con niveles de estiércol procesado de gallinaza con 2.0 l ha⁻¹ de bioestimulante Aminofish, en el cultivo de betarraga. Ayacucho, 2023.



La prueba de Tukey ($p=0.05$), graficado en la figura 9, demuestra que una dosis de 1.0 l ha⁻¹ del bioestimulante Aminofish con un nivel de 6.0 y 4.5 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza produjo un rendimiento de 33 129.42 y 28 681.48 kg ha⁻¹ de raíces reservantes, respectivamente, con diferencias estadísticas de 24 719.48, 21 885.00 y 21 838.08 kg ha⁻¹ que se logró con el testigo (abonamiento químico), 1.5 y 3.0 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza, respectivamente, señalando que entre estos valores, no existe diferencias estadísticas.

Así mismo, la figura 10, reporta que una dosis 2.0 l ha⁻¹ del bioestimulante Aminofish y empleando un abonamiento químico (testigo), alcanzo 28 383.13 kg ha⁻¹, superando estadísticamente a 26 144.17, 25 360.42, 24274.58 y 21121.08 kg ha⁻¹, que se obtuvo con niveles de 6.0, 4.5, 3.0 y 1.5 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre estos valores.

Al examinar los resultados del rendimiento de raíces reservantes, en dosis de 1.0 l ha⁻¹, el bioestimulante Aminofish actuó eficientemente en la fisiología del cultivo, más aún cuando los niveles de estiércol procesado de gallinaza, son aplicados en forma creciente. Por el contrario, dosis de 2.0 l ha⁻¹ del bioestimulante Aminofish no causo efecto positivo en la producción de raíces reservantes, aun cuando los niveles de estiércol procesado de gallinaza fueron aplicados en niveles crecientes.

FAGRO (2018), señala que el bioestimulante Aminofish, por su composición de macro y micronutrientes, proteínas, aminoácidos y aceites esenciales, actúa favorablemente en dosis bajas, maximizando los procesos metabólicos de los cultivos. Así mismo, favorece la asimilación de nutrientes del suelo.

Las condiciones edáficas del lugar de la investigación, se caracterizó por su contenido medio de macronutrientes como el nitrógeno total, fosforo y potasio disponible; así mismo, su contenido

medio de materia orgánica, la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y la conductividad eléctrica, adecuada, lo califican como un suelo de mediana fertilidad, muy adecuado para la producción de betarraga, justificando los resultados obtenidos.

Hoyos (2023), reportó un notable rendimiento máximo de 41 562.0 kg ha⁻¹ abonando con 4.0 t ha⁻¹ de guano de isla y humus de lombriz).

FENAVI (2016) afirma que los abonos orgánicos influyen en el rendimiento de los cultivos, además de que ayudan mejorar el suelo en sus propiedades fisicoquímicas y biológicas; los abonos compostados contienen en distintas cantidades al macro y microelementos, por lo que se considera abonos compuestos, proporcionándolos en rendimientos de hortalizas u otros cultivos.

García (2023), menciona que los bioestimulantes tienen un impacto positivo en el rendimiento de la betarraga, reportando un rendimiento de 19 444 kg ha⁻¹, al aplicar ácidos húmicos en una dosis de 2.0 l ha⁻¹; luego, 17 031 kg ha⁻¹ con aminoácidos de origen vegetal, con una dosis de 2.0 l ha⁻¹ y 15 882 kg ha⁻¹, con algas en una dosis de 2.0 l ha⁻¹.

CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

CONCLUSIONES:

- a. El bioestimulante Aminofish en dosis de 1.0 l ha⁻¹, produjo una ligera precocidad en las etapas fenológicas del cultivo, llegándose a cosechar entre 88 a 96 días después del trasplante; con 6.0 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza y 2.0 l ha⁻¹ del bioestimulante Aminofish, la cosecha se realizó entre 92 a 100 días después del trasplante.
- b. Respecto a la productividad de la betarraga, una dosis de 1.0 l ha⁻¹ del bioestimulante Aminofish complementado con 6.0 t ha⁻¹ de estiércol procesada de gallinaza procesada produjeron plantas con una altura de 35.33 cm, 35.39 hojas por planta, 7.07 y 8.12 cm de longitud y diámetro de raíz, respectivamente, y un peso de 243.30 gr; los valores reportados fueron favorables para lograr un rendimiento de 33 129.42 kg ha⁻¹.

RECOMENDACIONES:

- a. Para obtener rendimientos satisfactorios en la producción de betarraga, abonar con 6.0 t ha⁻¹ de estiércol procesado de gallinaza, complementando con una dosis de 1.0 l ha⁻¹ del bioestimulante Aminofish en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- b. Continuar con estudios sobre abonamientos orgánicos y bioestimulantes en cultivos hortícolas, para establecer metodologías apropiadas que incrementen sus rendimientos.

REFERENCIAS

- Caguasancos , A. (2023). *Determinación de la duración del ciclo de cultivo de remolacha (Beta vulgaris L.) var. boro* [Tesis de ingeniera agrónoma, Universidad Técnica de Ambato]. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38230/1/Tesis-361%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Caguasango%20Bayas%20Andrea%20Lorena.pdf>
- FAGRO (2018). Aminofish, Ficha Técnica. <https://fagro.mx/fichas->

[tecnicas/FT%20AMINOFISH%20\(MEX\)%202018.pdf](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34918/66569.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- FENAVI. (2016). Manejo de la gallinaza y su utilización como abono en la agricultura. Colombia.
<https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34918/66569.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, B. M. (2023). *Evaluación del comportamiento agronómico y productivo de tres cultivares de remolacha (Beta vulgaris L.) con la aplicación de tres bioestimulantes, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal De Bolívar].
<https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/5001/1/TESIS%20FINAL-MAYRA%20ALEXANDRA%20GARCIA%20BORJA.pdf>
- Hoyos, G. Z. (2023). *Efecto de la aplicación de guano de isla y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de betarraga (Beta vulgaris l.) variedad early wonder en el fundo La Victoria*. Universidad Nacional de Cajamarca.
<http://190.116.36.86/handle/20.500.14074/5999>
- Huamán, D. (2019). *Fertilización potásica y guano de islas en el rendimiento de betarraga (Beta vulgaris L.), bajo labranza mínima. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho, 2019*. [Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/04342ed4-c075-4e6f-ad54-4d0fde7029ef>
- Huanca, O. A., & Medardo, W. B. (2019). *Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de beterraga (Beta vulgaris L.) en la Estación Experimental de Patacamaya*. *Revista de La Carr. de Ingeniería Agronómica – UMSA. Efecto*, 5(3), 1704–1711.
<https://aphapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/34>
- INTAGRI. (2016). La Gallinaza como Fertilizante.
<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante>
- Meibilyn, D. E. (2019). *Influencia de abono orgánico a base de gallinaza en la producción de remolacha (Beta vulgaris L.), Manta 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Layca Eloy Alfaro de Manabí].
<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1961/1/ULEAM-AGRO-0045.pdf>
- MIDAGRI (2021). *Producción agrícola (Campaña 2021-2022)*
<https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales>
- Murillo, F. (2012). *Comportamiento agronómico del cultivo de remolacha (Beta vulgaris, L) con bio Ezkudo, Nitropower y Produmax* [Tesis de Pregrado, Unidad de Estudios a distancia Modalidad Semipresencial, Universidad Técnica Estatal De Quevedo]. Quevedo-Los Ríos-Ecuador.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2493/1/T-UTEQ-75.pdf>
- Montenegro, M. J. (2023). *Evaluación de bioestimulantes orgánicos mineralizados con harina de roca y silicio aplicados en el cultivo de remolacha (Beta vulgaris L.) en el Centro Experimental San Francisco*. [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi].
<https://repositorio.upec.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4b09f542-5450-4005-a0d8-639d12fd4de5/content>

Viñals, M. (2011). Estimulante de crecimiento agrícola FITOMAS, resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223122261003.pdf>