

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

**DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA DE GUANO
DE ISLA EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO
DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea L.*)
VAR. ITÁLICA EN DOS DENSIDADES DE SIEMBRA.**

Autora:

Bach. Fanny Deysi Huaman Villegas

Asesor:

Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

Ms. César Rafael Balcázar Zumaeta

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

DATOS DEL ASESOR

Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

DNI: N° 25489881

Registro ORCID: N° 0000-0003-1044-5006

<https://orcid.org/0000-0003-1044-5006>

M. Sc. César Rafael Balcázar Zumaeta

DNI: N° 46734552

Registro ORCID: N° 0000-0002-3033-6440

<https://orcid.org/0000-0002-3033-6440>

**Campo de la Investigación y el Desarrollo, según la Organización para la
Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE):**

4.00.00 -- Ciencias agrícolas

4.01.00 -- Agricultura, Silvicultura, Pesquería

4.01.06 – Agronomía

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi Madre, hermanos y amigos que fueron partícipes y un gran apoyo durante el tiempo de ejecución, por el constante aliento para culminar esta tesis.

A mis maestros que nunca cesaron en darme una enseñanza de calidad, por la confianza que depositaron en mi persona para ser una gran profesional.

Para ellos esta dedicatoria plasmada en esta tesis, pues a ellos que en cada momento me han brindado su apoyo incondicional.

Fanny Deysi Huamán Villegas.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida y la salud que me brindó durante este tiempo de pandemia que afectó a la humanidad, y la oportunidad de docentes administrativos, compañeros y amigos que fueron testigos de mi formación académica.

Agradecer a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Amazonas, por contribuir en mi formación académica, a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias y a la plana docente que conforma esta facultad, por impartir conocimientos y promover la ética profesional durante los años de formación.

Un agradecimiento a las personas que se dedican a la agricultura, que gracias a sus emprendimientos han inspirado en mi investigación y plantear medidas de solución en el desarrollo de la agricultura.

Agradecer a mis Asesores de tesis, Ing. Guillermo Idrogo Vásquez y Ms. César Rafael Balcázar Zumaeta, por brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y amplios conocimientos de investigación; agradecer no solo por sus amplias capacidades si no por la calidad de ser humano que fueron durante el guiado y desarrollo de ejecución de la tesis.

Fanny Deysi Huamán Villegas.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**DR. POLICARPIO CHAUCA VALQUI
RECTOR**

**DR. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**DRA. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**M. SC. ARMSTRONG BARNARD FERNANDEZ JERI
DECANO (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**



ANEXO 3-K

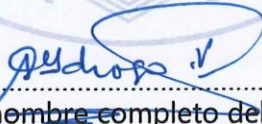
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA DE GUANO DE ISLA EN EL COMPORTAMIENTO AGRÓNOMICO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) VAR. ITALICA EN DOS DENSIDADES DE SIEMBRA del egresado FANNY DEYSI HUAMÁN VILLEGAS de la Facultad de INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS Escuela Profesional de INGENIERÍA AGRÓNOMA de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 02 de MARZO del 2021


Firma y nombre completo del Asesor

Ing. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ



ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA DE GUANO DE ISLA EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE BROCOLI (Brassica oleracea L.) VAR. ITALICA EN DOS DENSIDADES DE SIEMBRA ; del egresado FANNY DEYSI HUAMÁN VILLEGAS de la Facultad de INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS Escuela Profesional de INGENIERÍA AGRÓNOMA de esta Casa Superior de Estudios.



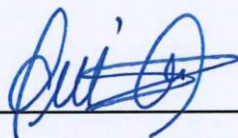
El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 02 de MARZO del 2022

Firma y nombre completo del Asesor

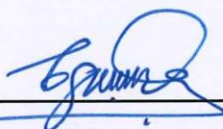
Ms. CÉSAR RAFAEL BALCÁZAR ZUMAETA

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Ph. D. Ligia Magali García Rosero

PRESIDENTE



Ing. M. Cs. César Guevara Hoyos

SECRETARIO



Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-O

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Determinación de la dosis óptima de guano de isla en el comportamiento agronómico del cultivo de la papa (Bassica oleracea L.) Var. Itálica en las densidades de siembra
presentada por el estudiante () / egresado (X) *Fanny Deysi Huaman Villegas*
de la Escuela Profesional de *Ingeniería Agrónoma*
con correo electrónico institucional *071029a11@untrm.edu.pe*

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:



- a) La citada Tesis tiene *20* % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, *05* de *mayo* del *2022*

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 20 de mayo del año 2022, siendo las 5.30 horas, el aspirante: Fanny Deysi Huamán Villegas, defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Determinación de la dosis óptima de guano de isla en el comportamiento agronómico del cultivo de Biocoli (Brassica oleracea L.) Var italica en dos densidades de siembra, teniendo como asesor a Ing. Guillermo Idrogo Vásquez y Mg. César Rafael Bakoza Z, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ph.D. Ligia Magali García Rosero

Secretario: Mg. C. César Guevara Hoyos

Vocal: Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:


Aprobado () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 6.15 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| DATOS DEL ASESOR | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS | v |
| VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS | vi |
| VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS | vii |
| JURADO EVALUADOR DE LA TESIS | viii |
| CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS | ix |
| ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS | x |
| ÍNDICE GENERAL | xi |
| ÍNDICE DE TABLAS | xiii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xv |
| RESUMEN | xvi |
| ABSTRACT | xvii |
| I. INTRODUCCIÓN | 18 |
| II. MATERIALES Y MÉTODOS | 21 |
| 2.1. Materiales equipos y programas | 21 |
| 2.2. Metodología | 21 |
| 2.2.1. Área de estudio | 21 |
| 2.2.2. Población y muestra | 22 |
| 2.2.3. Diseño experimental | 23 |
| 2.2.4. Análisis de datos. | 28 |
| III. RESULTADOS | 29 |
| 3.1. Resultados del análisis de suelo | 29 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2. Resultado del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea L.</i>) var. Itálica empleando cuatro dosis y dos densidades de siembra. ... | 29 |
| 3.2.1. Altura de planta | 29 |
| 3.2.2. Extensión de la planta | 31 |
| 3.2.3. Diámetro de pella | 33 |
| 3.2.4. Peso de la pella | 34 |
| 3.2.5. Rendimiento | 36 |
| 3.2.6. Materia seca | 38 |
| IV. DISCUSIÓN | 40 |
| V. CONCLUSIONES | 42 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 43 |
| VII. REFRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 44 |
| ANEXOS | 47 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Materiales, equipos y programas | 21 |
| Tabla 2. Tratamientos según la combinación de factores | 23 |
| Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas del suelo de las parcelas del área de estudio en el distrito de Huancas..... | 29 |
| Tabla 4. Análisis de variancia para altura de planta al final de la campaña (Cm)..... | 29 |
| Tabla 5. Interacción de dosis en densidad de siembra para altura de planta al final de la campaña (Cm)..... | 30 |
| Tabla 6. Interacción de densidad de siembra en dosis para altura de planta al final de la campaña (Cm)..... | 30 |
| Tabla 7. Análisis de variancia para extensión de la planta al final de la campaña (Cm). | 31 |
| Tabla 8. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para extensión de la planta, densidad en promedio de dosis de guano de isla. | 31 |
| Tabla 9. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para extensión de la planta, dosis en promedio de densidad al finalizar la campaña (Kg/ha)..... | 32 |
| Tabla 10. Análisis de variancia para diámetro de pella al final de la campaña (Cm) | 33 |
| Tabla 11. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para diámetro de pella, densidad en promedio de dosis de guano de isla. | 33 |
| Tabla 12. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para el diámetro de la planta, dosis en promedio de densidad al finalizar la campaña (Kg/ha)..... | 33 |
| Tabla 13. Análisis de variancia para peso de pella al final de la campaña (g./planta). | 34 |
| Tabla 14. Interacción de dosis en densidad de siembra para peso de pella al final de la campaña (Cm)..... | 35 |
| Tabla 15. Interacción de densidad de siembra en dosis para peso de pella al final de la campaña (Cm)..... | 35 |
| Tabla 16. Análisis de variancia para rendimiento al final de la campaña (t. /ha)..... | 36 |

| | |
|---|----|
| Tabla 17. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para rendimiento, densidad en promedio de dosis de guano de isla al finalizar la campaña (t/ha)** Significación al 1% de probabilidad | 36 |
| Tabla 18. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para rendimiento, dosis en promedio de densidad al finalizar la campaña (t/ha). | 37 |
| Tabla 19. Análisis de variancia para materias seca al final de la campaña (%). | 38 |
| Tabla 20. Interacción de dosis en densidad de siembra para materia seca al final de la campaña (Cm). | 38 |
| Tabla 21. Interacción de densidad de siembra en dosis para materia seca al final de la campaña (Cm). | 38 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de ubicación y vista satelital del distrito de Huancas provincia de Chachapoyas, región Amazonas. | 22 |
| Figura 2. Flujograma metodológico para la determinación de la dosis óptima de guano de isla en el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea L.</i> Var. Itálica) en dos densidades de siembra. | 25 |
| Figura 3. Distribución de los tratamientos (combinación de factores). | 26 |
| Figura 4. Altura promedio de planta de brócoli cuando es utilizada con densidad de plantas y dosis de guano de isla. | 30 |
| Figura 5. Extensión promedio de planta de brócoli cuando es utilizada con densidad de plantas y 4 dosis de guano de isla. | 32 |
| Figura 6. Diámetro de promedio de la pella+E de brócoli cuando es utilizada con densidad de plantas y dosis de guano de isla. | 34 |
| Figura 7. Peso promedio de la pella de brócoli cuando es utilizada con densidad y dosis de guano de isla | 35 |
| Figura 8. Rendimiento promedio de brócoli cuando es utilizada con densidad y dosis de guano de isla..... | 37 |
| Figura 9. Porcentaje promedio de materia seca del brócoli cuando es utilizada con densidad y dosis de guano de isla | 39 |

RESUMEN

El guano de isla no se usa frecuentemente en la producción de cultivos agrícolas, aun así, es uno de los abonos naturales de mejor calidad presentando un alto contenido de nutrientes, razón por la cual se planteó como objetivo principal del presente estudio, determinar la dosis óptima de guano de isla en el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L*) var. Itálica. La investigación se desarrolló en el distrito de Huancas, provincia de Chachapoyas, región Amazonas. Para la instalación del cultivo en el campo experimental se empleó guano de isla en dosis de 0, 40, 60, 70 y 80 g/planta y densidad de siembra de 18 y 24 plantas/parcela. De la combinación de la dosis y la densidad se obtuvo 10 tratamientos, los cuales fueron distribuidos en un área de 280,8 m² bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA). El mejor comportamiento del cultivo de brócoli se obtuvo al emplear guano de isla en dosis 80 g/ planta, con los cuales se obtuvieron las mayor altura de planta (16,73) , la extensión del área foliar de la planta (59,95), el mayores diámetro de pella (16.7 cm), el menor número de días a la cosecha (80 y 78 días), el mayor peso fresco de la pella (595,27 g), el mayor contenido de materia seca (37,76) y los mayores rendimientos (22,51tm), concluyendo que se encontró diferencias significativas para la interacción, (altura de planta, peso de la pella y materia seca), por otro lado no se encontró interacción en extensión de la área foliar de la planta, diámetro de la pella y rendimiento, lo que indicó que la asociación de los factores no influyó en las variables evaluadas.

Palabras claves: Guano de isla, densidad, comportamiento agronómico, brócoli.

ABSTRACT

Island guano is not used frequently in the production of agricultural crops, even so, it is one of the best quality natural fertilizers, presenting a high content of nutrients, which is why the main objective of this study was to determine the dose optimum island guano in the agronomic performance of broccoli (*Brassica oleracea L*) var. Italic. The research was carried out in the district of Huancas, province of Chachapoyas, Amazonas region. For the installation of the crop in the experimental field, island guano was used in doses of 0, 40, 60, 70 and 80 g/plant and planting density of 18 and 24 plants/plot. From the combination of dose and density, 10 treatments were obtained, which were distributed in an area of 280,8 m² under a randomized complete block design (DBCA). The best behavior of the broccoli crop was obtained by using guano from the island at a dose of 80 g/plant, with which the highest plant height (16,73) and the extension of the plant's leaf area (59,95) were obtained. , the largest diameter of the pellet (16,7 cm), the shortest number of days to harvest (80 and 78 days), the highest fresh weight of the pellet (595,27 g), the highest content of dry matter (37,76) and the highest yields (22,51 tm), concluding that significant differences were found for the interaction (plant height, pellet weight and dry matter), on the other hand no interaction was found in the extension of the leaf area of the plant, diameter of the pellet and yield, which indicated that the association of the factors did not influence the variables evaluated.

Keywords: Island guano, density, agronomic behavior

I. INTRODUCCIÓN

El origen del brócoli (*Brassica oleracea L. var. italica*) fue originado desde Grecia hasta Siria (noreste del Mediterráneo), fue introducido a Italia antes del Imperio Romano, en el año 1700 fue introducido al este de Estados Unidos seguido de México, Guatemala, Ecuador, Perú y Chile (Condeso, 2019).

A razón del aumento poblacional y la variación en la dieta alimenticia, el cultivo del brócoli se vio incrementada. En Perú según (Condeso, 2019), menciona que a comienzos del año 1990 la producción de brócoli se vio incrementado de manera significativa, pese que hace 40 años el consumo se vio limitado en el mercado limeño y su cultivo se realizaba en pocas hectáreas.

El incremento del cultivo ha provocado que los agricultores empleen abonos sintéticos para mejorar la producción, si bien este tipo de abonos mejoran temporalmente al cultivo, traen consigo deterioro del suelo. Frente al uso excesivo de fertilizantes químicos que provocan la degradación y contaminación del suelo, se ha incluido los abonos orgánicos que provienen de la descomposición de materiales orgánicos y permiten mejorar las condiciones para absorber oxígeno y favorecer el balance de humedad, entre otras propiedades del suelo (Caicedo, 2015).

El desarrollo de la agricultura orgánica en los últimos años se ha visto incrementado por la a demanda del mercado, de tal forma que los consumidores se preocupan cada vez más por el tipo, calidad y origen de los productos agrícolas que consumen; vale decir que existe una mayor conciencia sobre los procesos productivos y el impacto ecológico (Condeso, 2019). En este sentido, en diferentes regiones del país se han venido desarrollando trabajos de investigación relacionados a la producción de brócoli empleando abonos orgánicos.

Choudhary *et al.* (2018), reportaron que la aplicación de vermicompost (2 Tn/ha) en el cultivo de brócoli tuvo efecto significativo en el rendimiento, dado que con este abono se obtuvo hasta 162.8 k/ha, mejor diámetro y peso de la cabeza. En la investigación de Caicedo (2015), se reportó que mediante el uso de humus de lombriz (5000 kg/ha) el rendimiento de brócoli fue superior en 120 % en comparación a los testigos (Cultivo sin aplicación de abono), además influyó en el desarrollo y rendimiento de la planta mostrando mayor altura con la aplicación del abono.

Vásquez & Salinas (2020), evaluaron el efecto del guano de isla en el rendimiento de la col morada (*Capitata f. rubra*). Según sus resultados, los autores señalan que con una dosis de 5 t/ha-1 de guano de isla se obtuvieron los mejores resultados estadísticamente comprobados en todas las variables evaluadas, en el diámetro ecuatorial (23.73 cm), diámetro polar (24.80 cm), peso de pellas por planta (4.15 kg), por ANE (66,40 kg) y el rendimiento por hectárea (70550.00 kg. ha-1).

Los antecedentes muestran que los abonos orgánicos tienen un efecto positivo en el cultivo de brócoli, sin embargo, existe deficiente información del efecto de guano de isla en el comportamiento agronómico de este cultivo, pese a que el guano de isla es un abono de fácil asimilación y contienen nutrientes que mejoran la calidad del cultivo (Ortiz, 2019). Además, incrementa la retención y absorción de agua en el suelo, incrementa la mineralización y capacidad de intercambio catiónico que mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo (Maquenchua, 2019).

En estudios relacionados al uso del guano de isla, Chávez (2015), en el cultivo de Lactuca 3sativa determinó que mediante la aplicación de guano de isla (enriquecido con roca fosfórica) se logró un mayor rendimiento (>320 g/balde) en comparación a cultivos donde no se empleó este fertilizante; por lo que, el uso creciente de este abono influye positivamente en el comportamiento favorable del cultivo. De igual manera, Oliva *et al.* (2017), coinciden en que el guano de isla tiene efecto positivo sobre la altura, diámetro, y peso de planta en el cultivo de lechuga. Huerta (2016), menciona que el guano de isla genera un mayor rendimiento en habas y mejora la calidad en contraste a su cultivo sin el uso de dicho abono.

Investigaciones en el cultivo de repollo corazón de buey (*B. oleracea L. var. Capitata*), Oliva *et al.* (2017), indican que el cultivo de la hortaliza requiere grandes cantidades de guano de isla para obtener alto rendimiento de la planta. Collazos *et al.* (2018) referente a esta hortaliza indica que el guano de isla (enriquecido con abono foliar) mejora la productividad del cultivo en un 57.2 %. Vasquez (2019), en el cultivo de col con dosis entre 3 a 5 t/ha tiene efecto en el diámetro ecuatorial de pella de la hortaliza (> 16cm) y se obtienen rendimientos superiores a 45 t/ha.

El brócoli es una hortaliza rica en calcio y vitaminas cuya producción ha tenido un fuerte dinamismo en estos años como un producto no tradicional por ser la hortaliza con mayor valor nutritivo por unidad de peso (Soncco, 2019).

(MINAGRI, 2018) y (Ortiz (2019), coinciden que el brócoli necesita de una fertilización orgánica debido a sus exigencias nutricionales, indicando que el guano de isla es la primera opción como abono, pues cubre el requerimiento de nitrógeno, fósforo y parte de potasio. Jara, Cleyner (2017), menciona que con una dosis de guano de isla de 0.055 kg/planta en brócoli se obtuvieron mejores resultados en lo referente a peso de pella, tamaño de pella y rendimiento promedio por hectárea, además se demuestra que el abono tiene efecto significativo referente a las variables antes indicadas. Por otro lado, Villanueva, (2019), reportó que con dosis de 1 a 2 t/ha en el brócoli (aplicación de 80 g por planta aproximadamente) se obtiene mejores indicadores en cuanto al diámetro, peso fresco de pella y rendimiento promedio por hectárea del cultivo; sin embargo, en ambos estudios se determinaron el mejor de todos los tratamientos sin determinar una dosis óptima del abono.

Los antecedentes demuestran que los abonos orgánicos mejoran las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del suelo que contribuye el incremento de la productividad de los cultivos; por lo que el guano de isla aplicado en cultivos de hortalizas no data de información en cuanto a la dosis óptima para aumentar la productividad de manera sostenible y económicamente viable en favor del agricultor; razón por la cual, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la dosis óptima de guano de isla en el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*B. oleracea L. var. Itálica*) en dos densidades de siembra

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales equipos y programas

Los materiales empleados para el desarrollo del estudio se detallaron en función a los tres objetivos específicos: i) Determinar la dosis óptima de guano de isla en el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli ii) Determinar el efecto del guano de isla en el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli en dos densidades de siembra iii) Comparar el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli en dos densidades de siembra, tal como se explica en la (Tabla 1).

Tabla 1. Materiales, equipos y programas

| Objetivos | Categoría | Descripción |
|---|----------------------------|---|
| i) Determinar la dosis óptima de guano de isla en el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli. | Materiales | Cuaderno de campo, tablero de campo, lápiz, formato de evaluación (parámetros), mascarillas, poncho de agua, botas, wincha, cinta métrica de 100m, regla, rafias, bolsas plásticas, plumón indeleble, cinta adhesiva, guantes de látex, estacas, regaderas, malla artillera, pico palana machete, semillas de brócoli |
| ii) Determinar el efecto del guano de isla en el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli en dos densidades de siembra. | Equipos | Cámara digital, balanza digital, estufa, laptop CORE i5 |
| | Programas | Microsoft Office Excel y Word, programa estadístico R Versión 4.1.3 “marzo 2022” |
| iii) Comparar el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli en dos densidades de siembra | Insumo agrícola | Semillas de brócoli var. itálica |
| | Mano de obra no calificada | Arado con yunta |

2.2. Metodología

2.2.1. Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado en el distrito de Huancas provincia de Chachapoyas, región Amazonas (6°10'54.38"S Latitud Sur y 77°52'18.59"O Longitud Oeste), con una altitud de 2506 msnm, esta colinda por el Norte con la Provincia de

Bongará, por el Sur con el Distrito de Chachapoyas, por el Este con el Distrito de Sonche y por el Oeste con la Provincia de Luya (Figura 1).

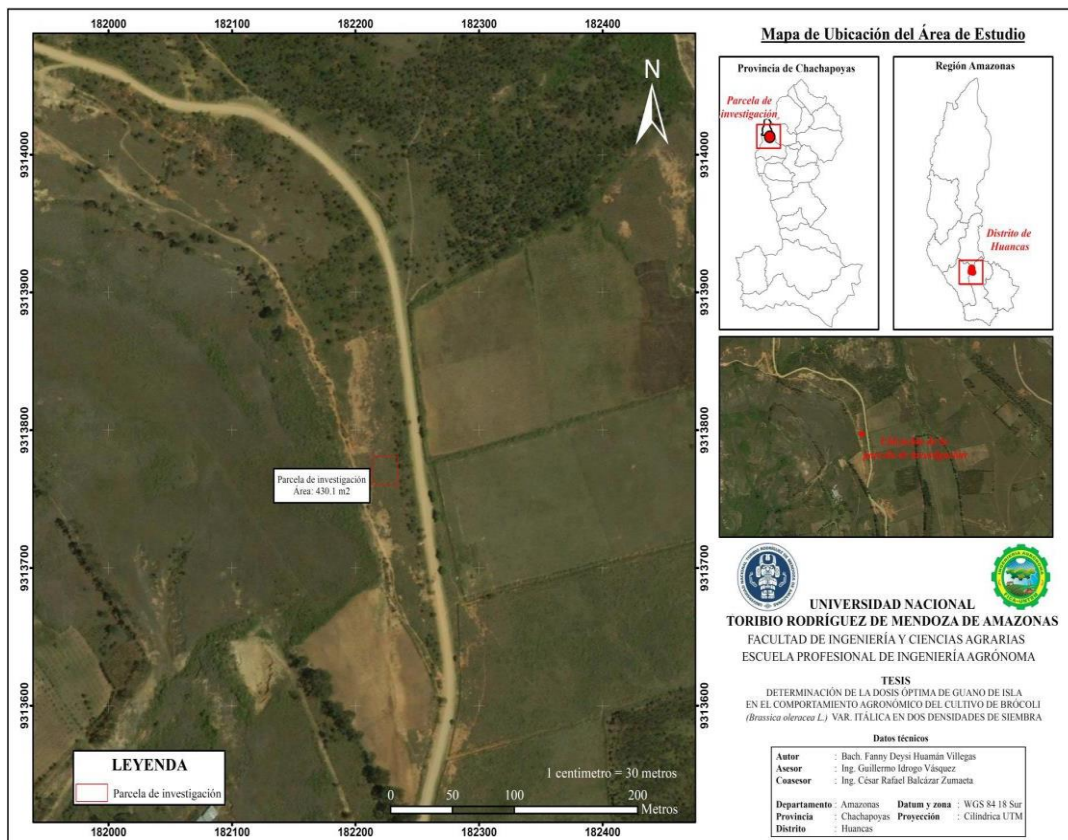


Figura 1. Mapa de ubicación y vista satelital del distrito de Huancas provincia de Chachapoyas, región Amazonas.

2.2.2. Población y muestra

Según Hernández & Mendoza (2018), el presente estudio correspondió a una investigación aplicada, mediante la cual se solucionan problemas prácticos.

La población estuvo conformada por un total de 630 plantas de brócoli, las cuales se dividieron en dos densidades dando como resultado 30 parcelas (unidades experimentales).

La muestra estuvo conformada por 5 plantas de brócoli a evaluar por cada unidad experimental, sumando un total de 150 plantas de brócoli.

Asimismo, se empleó un **muestreo** probabilístico – aleatorio simple, según (Otzen & Manterola (2017), mencionan que este tipo de muestreo garantiza que todos los individuos que componen la población blanco tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra

2.2.3. Diseño experimental

Dado que se manipularon las variables independientes (Guano de isla y densidad de plantas) de modo intencionado, la presente investigación corresponde a un diseño experimental., según Hernández & Mendoza (2018) la definen como estudios de intervención, ya que el investigador genera una situación para tratar de explicar cómo afecta algún agente sobre otros.

De acuerdo con la (Tabla 2), se utilizó el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2 x 5 x 3, con diez tratamientos y tres bloques. Empleando la prueba de Duncan, con un nivel de 5% de probabilidad los promedios fueron comparados.

Tabla 2. Tratamientos según la combinación de factores

| Tratamiento | Identificación | Descripción |
|-------------|----------------|--|
| T1 | DS1 D0 | “0,60 x 0,50” / 0 (g/planta de guano de isla) |
| T2 | DS1 D1 | “0,60 x 0,50” / 40 (g/planta de guano de isla) |
| T3 | DS1 D2 | “0,60 x 0,50” / 60 (g/planta de guano de isla) |
| T4 | DS1 D3 | “0,60 x 0,50” / 70 (g/planta de guano de isla) |
| T5 | DS1 D4 | “0,60 x 0,50” / 80 (g/planta de guano de isla) |
| T6 | DS2 D0 | “0,60 x 0,35” / 0 (g/planta de guano de isla) |
| T7 | DS2 D1 | “0,60 x 0,35” / 40 (g/planta de guano de isla) |
| T8 | DS2 D2 | “0,60 x 0,35” / 60 (g/planta de guano de isla) |
| T9 | DS2D3 | “0,60 x 0,35” / 70 (g/planta de guano de isla) |
| T10 | DS2D4 | “0,60 x 0,35” / 80 (g/planta de guano de isla) |

Los tratamientos fueron usados en las parcelas, evaluándose los surcos centrales para lo cual se empleó el modelo aditivo lineal que se detalla en la (Formula 2).

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + DS_j + D_k + (DS*D)_{jk} + E_{ijk}.....(2)$$

Dónde:

Y_{ijk} = ijk -ésima observación del i -ésimo bloque; el j -ésimo densidad y K -ésimo dosis

μ = media general

β_i = efecto i -ésima de bloque

DS_j = efecto j -ésima densidad.

D_k = efecto k -ésima dosis

$DS*D_{jk}$ = efecto de la interacción entre la j -ésima densidad y el k -ésima dosis.

E_{ijk} = efecto aleatorio del error

El diseño metodológico Se basó en determinar la dosis óptima de guano de isla en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L.*) Var. Itálica en dos densidades de siembra, mediante análisis de suelo, parámetros de evaluación de la planta de brócoli y el análisis de datos.

De acuerdo con el flujograma metodológico de la (Figura 2), primeramente, se hizo un reconocimiento del área de estudio, para luego realizar la colecta de muestra de suelo empleando el procedimiento de muestreo aleatorio compuesto, la cual consistió en tomar varias muestras y mezclarlas para obtener una muestra compuesta, (Junta de andalucia, 2012). Asimismo, se procedió a coleccionar las muestras limpiando la superficie al ras del suelo con la ayuda de un machete, luego se realizó un corte superficial de 20 cm de profundidad, para tomar tres muestras de suelos para luego homogenizarlas y ponerlo en una bolsa de polietileno debidamente rotulada, esta fue enviada al Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (LABISAG) para la caracterización de sus propiedades fisicoquímicas (Anexo1).

Después de la preparación del terreno (arado), se empleó un área total de 280,8 m², de las cuales se obtuvieron 30 parcelas o unidades experimentales de 1,80 x 2,90m. De las 30 parcelas, 15 parcelas tuvieron una densidad de siembra de 18 plantas con distancia de siembra de 0,60 x 0,50cm, en cambio para las 15 parcelas restantes se sembraron 24 plantas con una distancia de siembra de 0,60 x 0,35cm tal como se explica en la (Figura 3).

La siembra se realizó mediante el método manual, haciendo uso de una palana, colocando una plántula por golpe asegurando la población adecuada de plantas en cada unidad experimental.

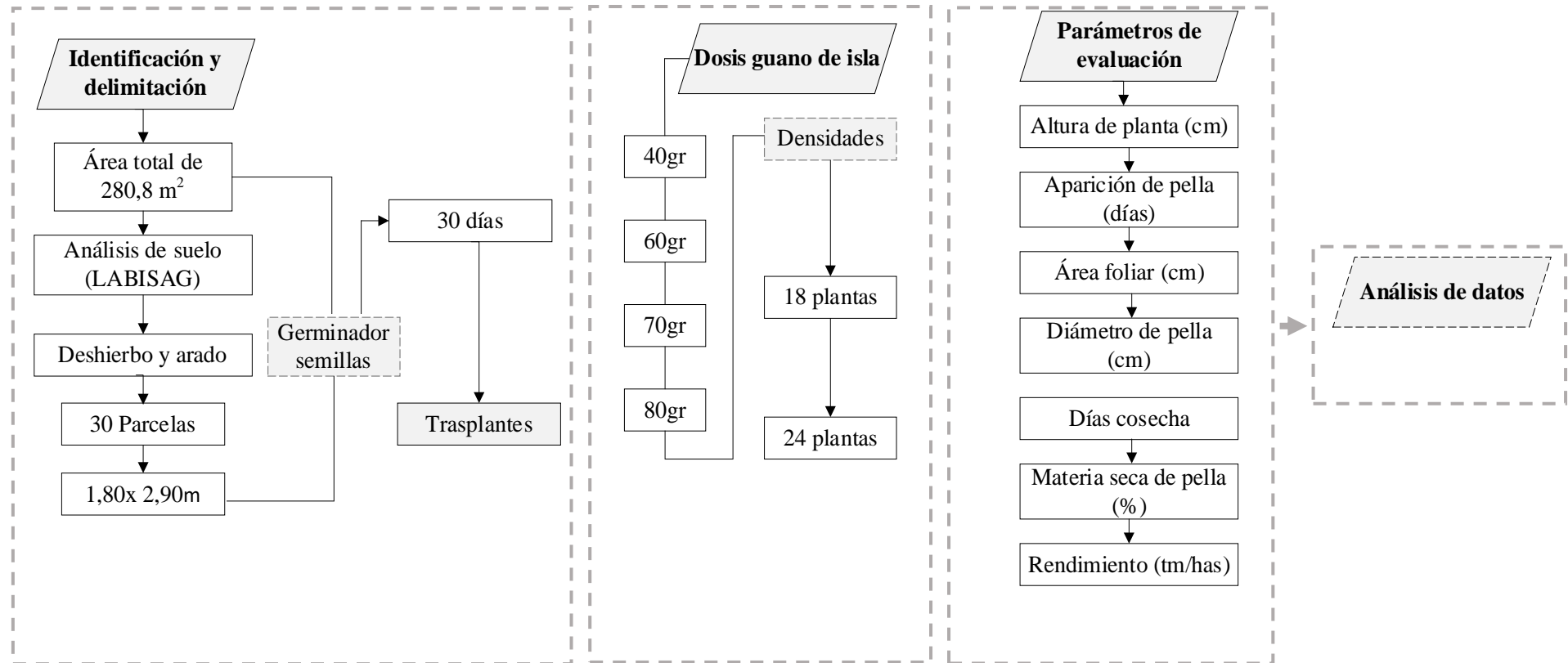


Figura 2. Flujograma metodológico para la determinación de la dosis óptima de guano de isla en el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L.* Var. Itálica) en dos densidades de siembra.

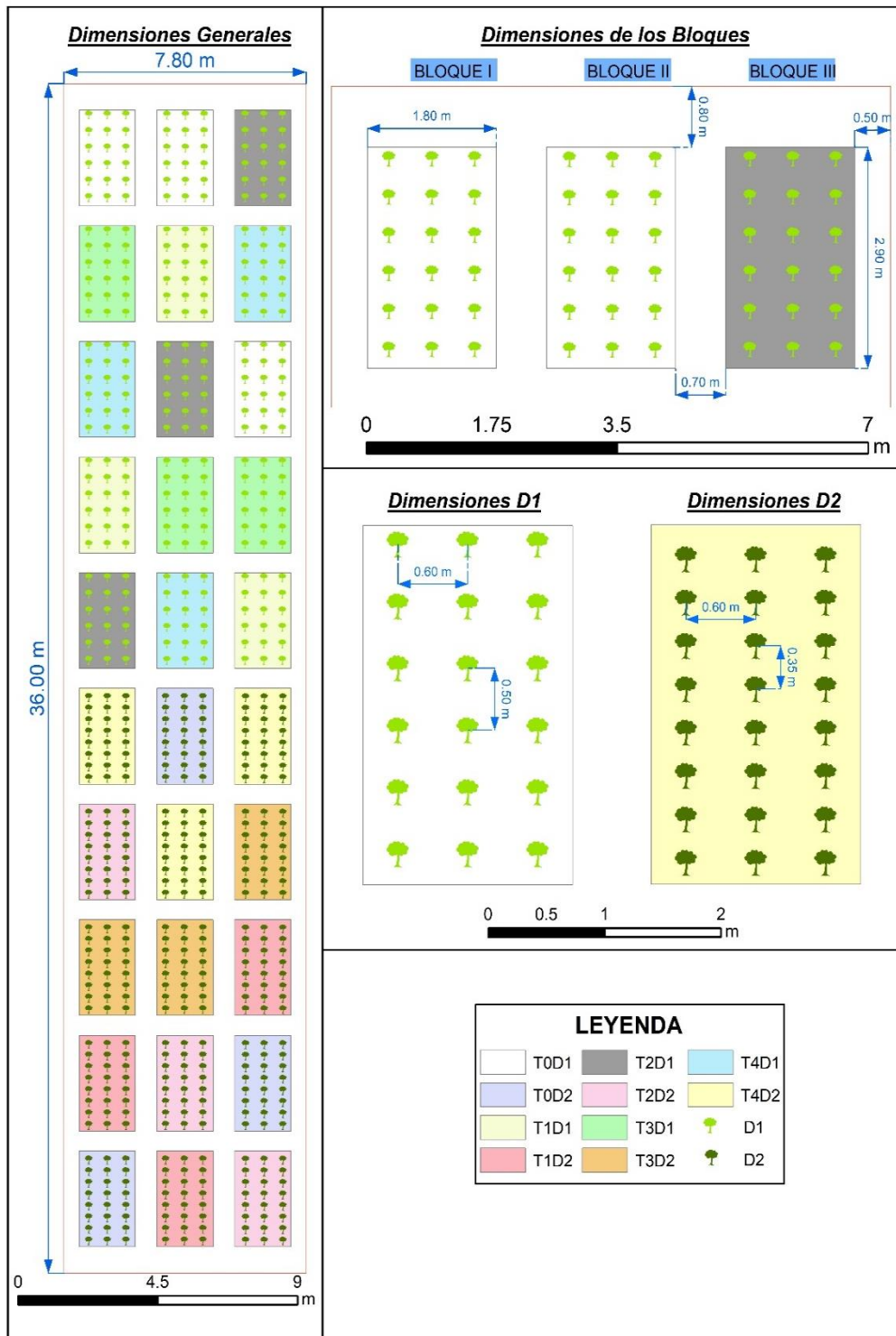


Figura 3. Distribución de los tratamientos (combinación de factores).

a) Fase de siembra del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L.* Var. *Itálica*) y aplicación del guano de isla

Para la fase de siembra del cultivo se siguieron los pasos siguientes (Anexo 3)

- **Cama germinadora**

Se empezó instalando la cama germinadora a campo abierto, de un área de 1 x 1,5m, para luego realizar la limpieza y preparación de esta, aplicando 200gr de semilla de manera uniforme para su posterior geminación, durando un tiempo aproximando de 30 días. Esto se realizó en el mes de febrero de 2021,

- **Trasplante de plántulas de brócoli (primer abonamiento).**

Pasado los 30 días, cuando la plántula presentó de tres a cuatro hojas, se procedió a trasplantar a campo definitivo a raíz desnuda. Asimismo, se aplicó el primer abonamiento en función a las dosis establecidas (Tabla 2), esta se realizó en el mes de marzo del 2021.

- **Segunda aplicación de abono**

Veinte días después del primer abonamiento, cuando la planta estuvo en su máximo desarrollo foliar se procedió al segundo abonamiento, esta se realizó el 5 de abril del 2021.

- **Tercera aplicación de abono**

Diez días después del segundo abonamiento días antes de la floración se aplicó la última dosis de guano de isla, esta se realizó el 25 de mayo del 2021.

- **Manejo y control de malezas**

El manejo y control de malezas se realizó haciendo uso del control cultural (practica agrícola ordinaria), siendo uno de los métodos más simples y baratos asimismo fácil de integrar con cualquier método de control de plagas (Centeno, 2016). Así pues, se utilizaron herramientas manuales durante toda la fase del cultivo, llegando a realizar dos deshierbos, el primero a los 30 días de la siembra; y el segundo a los 30 días después del primer deshierbo.

- **Control fitosanitario**

La “polilla de las crucíferas” *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758), es una especie de lepidóptero más ampliamente distribuida, esto es afirmado por Moreno & Vilorio (2020). Como medida de control, se emplearon trampas culturales que fueron colocadas al canto de las parcelas, estas trampas fueron diseñadas de plástico (amarillo y azul) y untadas con aceite agrícola, siendo estos colores atractivos para la polilla.

b). Variables biométricas

De acuerdo con los indicadores para evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli se evaluaron los parámetros siguientes.

- **Altura de planta (cm):** Para medir esta variable se empleó la técnica descrita por Villanueva (2015), que consiste en elegir 05 plantas tomadas al azar por unidad experimental, y con ayuda de una wincha se midió la altura desde el nivel del suelo hasta el ápice de la inflorescencia que alberga a la pella.
- **Diámetro de pella (cm):** al realizar la cosecha se midió el diámetro preciso de las pellas utilizando una cinta métrica para obtener los datos se seleccionaron cinco pellas a las que se midió el diámetro, (Villanueva, 2015).
- **Extensión de la planta (cm):** con la ayuda una regla se midió la extensión (área foliar) de las hojas basales de brócoli.
- **Días a la cosecha:** Se contabilizó el número de días desde el trasplante hasta que las pellas presenten características de cosecha (inflorescencias compactas).
- **Peso fresco de la pella (gr):** las plantas seleccionadas para medir altura y diámetro de las pellas fueron empleadas para obtener el peso fresco con el apoyo de una balanza digital (Villanueva, 2015).
- **Materia seca de pella (%):** se utilizó la técnica descrita por Soncco (2019), el cual consiste en tomar las pellas de cada planta seleccionada, después de ser pesadas fueron llevadas a una estufa en bolsas de papel a 60°C por 48 horas, al finalizar se calculó la materia seca (Formula 1).

$$MS = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Rendimiento (tm/has): se pesaron 5 pellas escogidas al azar por tratamiento, y empleando regla de tres simples se estimó el peso promedio.

La recopilación de datos se realizó cuando el cultivo de brócoli alcanzó la madurez de cosecha (aproximadamente a los 80 días después de la siembra) esto comprendió los meses de julio y agosto de 2021. En este estado del cultivo evidenció el efecto del abono (Guano de isla) y densidad del cultivo.

2.2.4. Análisis de datos.

Los datos obtenidos fueron ordenados y tabulados con sus respectivos promedios, haciendo uso de las hojas de cálculo de Microsoft Excel, para luego obtener promedios (Anexo 2). Para luego emplear el Análisis de la Varianza (ANVA), utilizando el programa estadístico R versión 4.1.3 “marzo 2022” teniendo un resultado de coeficiente de variabilidad y evaluando interacción de factores.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados del análisis de suelo

Los resultados de la caracterización fisicoquímica del suelo se muestran en la (Tabla 3).

Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas del suelo de las parcelas del área de estudio en el distrito de Huancas.

| Parámetros | Valores | Unidades |
|----------------|------------------------|----------|
| pH | 6,54 | |
| C.E | 0,05 | mS/cm |
| P | 3,02 | ppm |
| K | 46,57 | ppm |
| C | 1,60 | % |
| M.O | 2,76 | % |
| N | 0,14 | % |
| Clase textural | Franco Arenoso (Fr. A) | |
| CIC | 8,00 | meq/100g |

De acuerdo con la (Tabla 3), el suelo de área de estudio presentó suelo con pH de 6,54 indicando suelos ligeramente ácido. La Conductibilidad Eléctrica (C. E) 0,05 mS/cm que indican suelos muy ligeramente salinos. El contenido de Fosforo (P) fue de 3,02 ppm indicando un nivel bajo. El contenido de Potasio (K) fue de 46,57 ppm indicando un nivel bajo. El contenido de Materia Orgánica (M.O) fue baja con un 2.76%. La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) fue de 8,00 meq/100 la cual indicaron suelos con textura franco arenoso (Fr.A).

3.2. Resultado del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L.*) var. *Itálica* empleando cuatro dosis y dos densidades de siembra.

3.2.1. altura de planta

Tabla 4. Análisis de variancia para altura de planta al final de la campaña (Cm).

| Fuente de Variación | g.l | SC | CM | F-calculado | P-valor |
|----------------------|-----------|--------|-------|-------------|--------------------------------|
| Bloques | 2 | 0,07 | 0,04 | 3,50 | 0,052 |
| Densidad (DS) | 1 | 0,59 | 0,59 | 55,12 | 0,00000006977 ** |
| Dosis (D) | 4 | 137,37 | 34,34 | 3219,50 | $< 2e^{-16}$ ** |
| DS*D | 4 | 1,66 | 0,41 | 0,41 | 0,000000126 ** |
| Error | 18 | 0,19 | 0,01 | | |
| Total | 29 | | | | |
| C.V. = 1,02 % | | | | | Promedio general= 65,21 |

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

Tabla 5. Interacción de dosis en densidad de siembra para altura de planta al final de la campaña (Cm).

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| DS1 | 9,87 d | 14,27 c | 14,27 c | 15,60 b | 16,73 a |
| DS2 | 10,13 e | 14,00 d | 14,47 c | 14,93 b | 15,80 a |

Comparación en forma horizontal

Tabla 6. Interacción de densidad de siembra en dosis para altura de planta al final de la campaña (Cm).

| | DS1 | DS2 |
|----|---------|---------|
| D0 | 9,87 a | 10,13 a |
| D1 | 14,27 a | 14,00 a |
| D2 | 14,27 a | 14,47 a |
| D3 | 15,60 a | 14,93 b |
| D4 | 16,73 a | 15,80 b |

Comparación en forma vertical

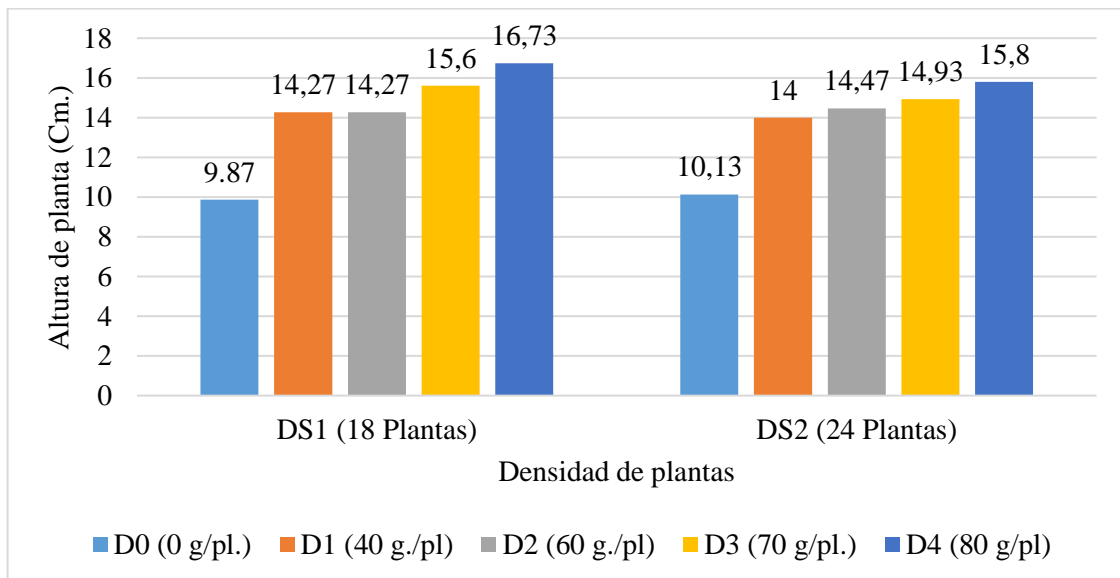


Figura 4. Altura promedio de planta de brócoli cuando es utilizada con densidad de plantas y dosis de guano de isla.

Para la altura de planta al final de la campaña, según el análisis de variancia (ANVA) se observó que no existe suficiente evidencia estadística para afirmar que son similares los factores estudiados, en consecuencia, presento diferencias altamente significativas los factores Densidad (DS) el p-valor $0,00000006977 < 0,01$, Dosis (D) el p-valor $2,0 e-16 <$

0,01 y la interacción Densidad* Dosis (DS*D) el p-valor $0,000000126 < 0,01$ (Tabla 4). Cuando resulta diferencias significativas en la interacción de los factores principales en estudio, entonces el interés de la investigación se centra en la interacción y no en los factores principales (Calzada, 1970).

Para la interacción de dosis en densidad de siembra, la dosis D4 presento mayor respuesta con respecto a la densidad DS1 y DS2, la cual fue estadísticamente diferente cuando se usó las demás dosis (D0, D1, D2 y D3). Asimismo, para la interacción densidad de siembra en dosis, la densidad DS1 presento mayor altura cuando fue utilizado con la dosis D3 y D4, la cual difiere estadísticamente cuando fue utilizada con la densidad DS2. Se puede decir entonces que la interacción de la densidad DS1 con D4 producen una mayor altura de planta teniendo como promedio 16,73 cm. (Tabla 5y 6) y (Figura 4).

3.2.2. Extensión de la planta

Tabla 7. Análisis de variancia para extensión de la planta al final de la campaña (Cm).

| Fuente de Variación | g.l | SC | CM | F-calculado | P-valor |
|----------------------------|------------|-----------|-----------|--------------------|--------------------------------|
| Bloques | 2 | 8,00 | 4,20 | 2,79 | 0,088 |
| Densidad (DS) | 1 | 13,00 | 13,40 | 9,028 | 0,00761** |
| Dosis (D) | 4 | 68,21 | 1705,3 | 1145,47 | $< 2e^{-16}$ ** |
| DS*D | 4 | 9,00 | 2,40 | 1,592 | 0,2195 |
| Error | 18 | 27,00 | 1,50 | | |
| Total | 29 | | | | |
| C.V. = 2,06 % | | | | | Promedio general= 59,28 |

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

Tabla 8. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para extensión de la planta, densidad en promedio de dosis de guano de isla.

| | Densidades | Extensión | Agrupación |
|---|-------------------|------------------|-------------------|
| 1 | Densidad 1 | 59,95 | A |
| 2 | Densidad 2 | 58,61 | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Tabla 9. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para extensión de la planta, dosis en promedio de densidad al finalizar la campaña (Kg/ha).

| | Dosis | Extensión | Agrupación |
|---|--------------|------------------|-------------------|
| 1 | D3 | 69,07 | a |
| 2 | D4 | 68,90 | a |
| 3 | D2 | 66,80 | b |
| 4 | D1 | 62,10 | c |
| 5 | D0 | 29,55 | d |

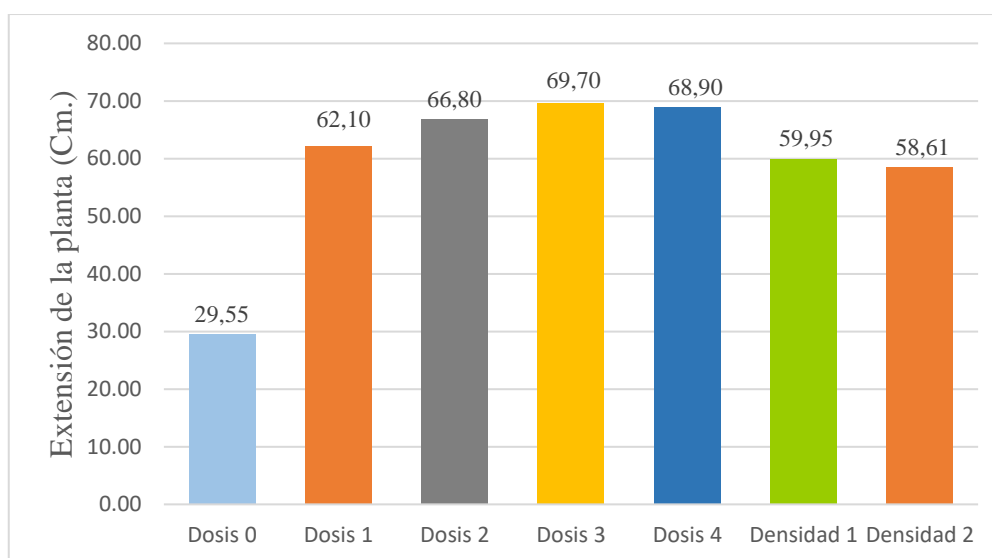


Figura 5. Extensión promedio de planta de brócoli cuando es utilizada con densidad de plantas y 4 dosis de guano de isla.

La extensión de la planta al final de la campaña, el ANVA mostró que no hay diferencias significativas para la interacción densidad de siembra con dosis (p -valor $0,2195 > \alpha 0,05$), sin embargo, si presento diferencias significativas para los factores de manera independiente. Para el factor densidad el p -valor $0,00761 < 0,01$ y para el factor dosis $2e-16 < 0,01$ (tabla 7). Al no resultar diferencias significativas en la interacción de los factores en estudio, entonces nos enfocamos en las respuestas presentadas en los factores principales (Calzada, 1970).

Al realizar la prueba de comparación de medias de Duncan al cinco por ciento de probabilidad de error, se determinó que la Densidad 1 presento mayor promedio de extensión de planta, alcanzando un promedio de 69,93 cm. Además, se apreció que en el factor Dosis, las mayores respuestas se encontraron con la dosis D3 y D4, obteniendo promedio de 69,07 cm y 68,90 cm, respectivamente. (Tabla 8 y 9).

3.2.3. Diámetro de pella

Tabla 10. Análisis de variancia para diámetro de pella al final de la campaña (Cm)

| Fuente de Variación | g.l | SC | CM | F-calculado | P-valor |
|----------------------|-----|--------|-------|-------------|-----------------------------------|
| Bloques | 2 | 2,37 | 1,18 | 2,500 | 0,110 |
| Densidad (DS) | 1 | 0,71 | 0,71 | 1,508 | 0,235 |
| Dosis (D) | 4 | 191,23 | 47,81 | 100,878 | < 4,54e ⁻¹² ** |
| DS*D | 4 | 0,90 | 0,23 | 0,476 | 0,753 |
| Error | 18 | 8,53 | 0,47 | | |
| Total | 29 | | | | |
| C.V. = 5,09 % | | | | | Promedio general= 13,52 cm |

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

Tabla 11. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para diámetro de pella, densidad en promedio de dosis de guano de isla.

| | Densidades | Diámetro | Agrupación |
|---|------------|----------|------------|
| 1 | Densidad 1 | 13,67 | a |
| 2 | Densidad 2 | 13,37 | a |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Tabla 12. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para el diámetro de la planta, dosis en promedio de densidad al finalizar la campaña (Kg/ha).

| | Dosis | Diámetro | Agrupación |
|---|-------|----------|------------|
| 1 | D4 | 16,71 | a |
| 2 | D3 | 15,39 | b |
| 3 | D2 | 13,59 | c |
| 4 | D1 | 12,57 | d |
| 5 | D0 | 9,36 | e |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

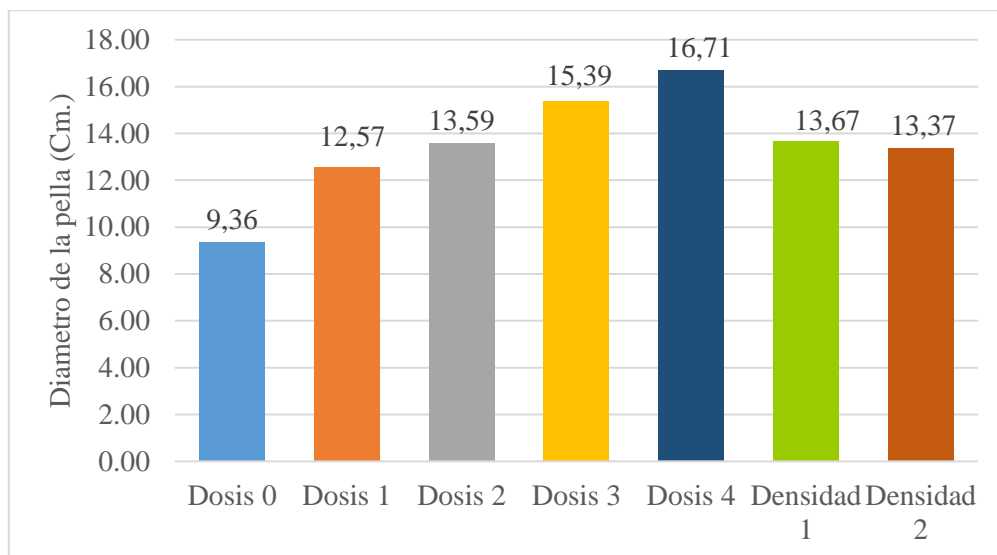


Figura 6. Diámetro de promedio de la pella de brócoli cuando es utilizada con densidad de plantas y dosis de guano de isla.

El ANVA nos indicó que no hay diferencias significativas para las densidades de siembra (p -valor $0,235 > \alpha 0,05$. (Tabla 10).

Según la prueba de comparación de medias de Duncan al cinco por ciento de probabilidad, se corroboró que el promedio de la Densidad 1 pertenece a la misma agrupación “a” que la densidad 2. (Tabla 11 y 12)

3.2.4. Peso de la pella

Tabla 13. Análisis de variancia para peso de pella al final de la campaña (g./planta).

| Fuente de Variación | g.l | SC | CM | F-calculado | P-valor |
|----------------------|-----|--|-------|-------------|-----------------|
| Bloques | 2 | 4138 | 2069 | | 0,0272 |
| Densidad (DS) | 1 | 1914 | 1914 | 4,432 | 0,058 |
| Dosis (D) | 4 | 353831 | 88458 | 4,099 | $1,9e^{-14}$ ** |
| DS*D | 4 | 5264 | 1316 | 189,49 | 0,00561 |
| Error | 18 | 8403 | 467 | 2,819 | ** |
| Total | 29 | | | | |
| C.V. = 5,41 % | | Promedio general= 399 g./planta | | | |

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

Tabla 14. Interacción de dosis en densidad de siembra para peso de pella al final de la campaña (Cm).

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| DS1 | 235,83 d | 354,53 c | 387,73 c | 461,73 b | 595,27 a |
| DS2 | 233,43 d | 351,67 c | 388,67 c | 454,93 b | 526,53 a |

Comparación en forma horizontal

Tabla 15. Interacción de densidad de siembra en dosis para peso de pella al final de la campaña (Cm).

| | DS1 | DS2 |
|----|------------|------------|
| D0 | 235,83 a | 233,43 a |
| D1 | 354,53 a | 351,67 a |
| D2 | 387,73 a | 388,67 a |
| D3 | 461,73 a | 454,93 a |
| D4 | 595,27 a | 526,53 b |

Comparación en forma vertical

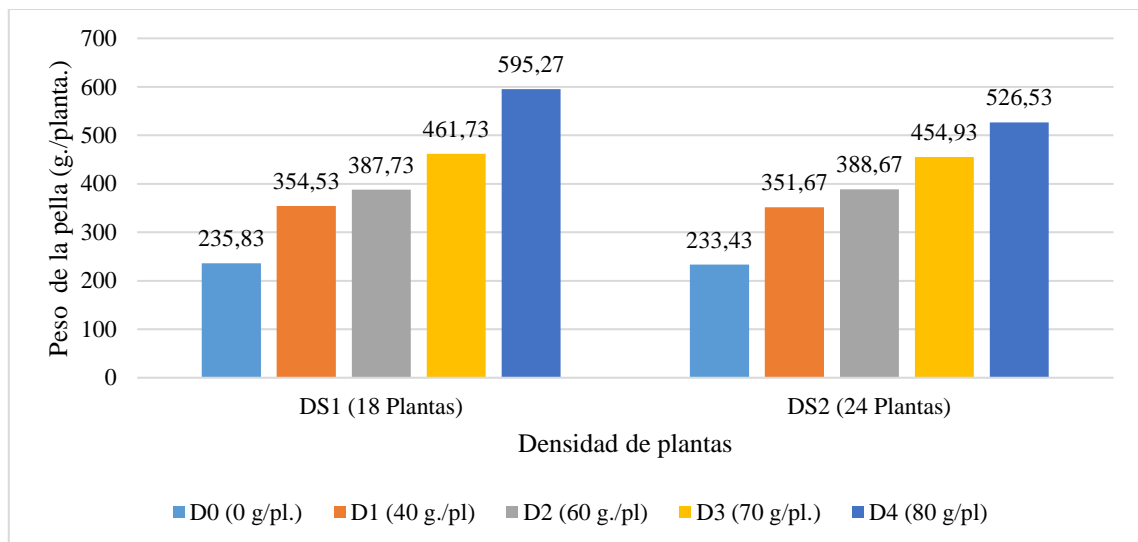


Figura 7. Peso promedio de la pella de brócoli cuando es utilizada con densidad y dosis de guano de isla

El peso de la pella, según el análisis de variancia indico que existe diferencias altamente significativas el factor Dosis (D) y la interacción DS*D presentando un valor de P de 0,00561 menor que el alpha 0,01 (Tabla N° 13).

Para la interacción de dosis en densidad de siembra, la dosis D4 presento alta respuesta cuando fue utilizada con la densidad DS1 y DS2, la cual fue estadísticamente diferente cuando las demás dosis (D0, D1, D2 y D3) fueron utilizadas con la densidad DS1 y DS2, respectivamente. Asimismo, para la interacción densidad de siembra en dosis, la densidad DS1 presento mayor peso de la pella cuando fue utilizado con la dosis D4, la cual difiere estadísticamente cuando se empleó la densidad DS2. La interacción de la densidad DS1 con D4 producen un mayor peso de la pella teniendo como promedio 595,27 g. /planta (Tabla 14 y 15) y (Figura 5).

3.2.5. Rendimiento

Tabla 16. Análisis de variancia para rendimiento al final de la campaña (t. /ha).

| Fuente de Variación | g.l | SC | CM | F-calculado | P-valor |
|----------------------------|------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-------------------------|
| Bloques | 2 | 6,40 | 3,19 | 3,742 | 0,0438* |
| Densidad (DS) | 1 | 254,60 | 254,63 | 298,63 | 1,18e ⁻¹² ** |
| Dosis (D) | 4 | 431,80 | 107,94 | 126,62 | 6,40e ⁻¹³ ** |
| DS*D | 4 | 4,20 | 1,06 | 1,240 | 0,3294 |
| Error | 18 | 15,30 | 0,85 | | |
| Total | 29 | | | | |
| C.V. = 5,60 % | | | | Promedio general= 16,48 t./ha | |

* Significación al 5% de probabilidad

Tabla 17. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para rendimiento, densidad en promedio de dosis de guano de isla al finalizar la campaña (t/ha)** Significación al 1% de probabilidad

| | Densidades | Rendimiento | Agrupación |
|---|-------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | Densidad 2 | 19,39 | a |
| 2 | Densidad 1 | 13,57 | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Tabla 18. Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para rendimiento, dosis en promedio de densidad al finalizar la campaña (t/ha).

| | Dosis | Rendimiento | Agrupación |
|---|-------|-------------|------------|
| 1 | D4 | 22,51 | a |
| 2 | D3 | 18,53 | b |
| 3 | D2 | 15,71 | c |
| 4 | D1 | 14,28 | d |
| 5 | D0 | 11,38 | e |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

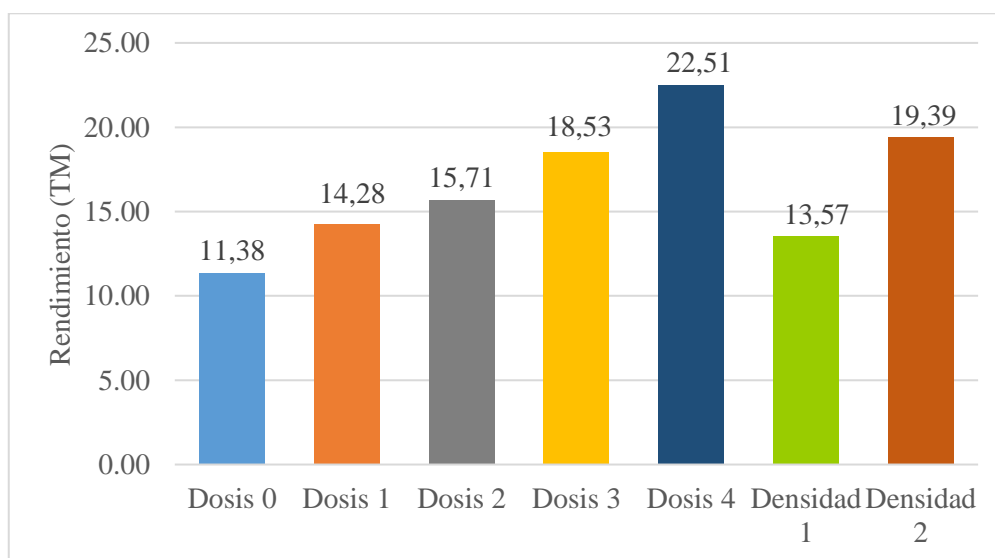


Figura 8. Rendimiento promedio de brócoli cuando es utilizada con densidad y dosis de guano de isla

En el rendimiento, según el ANVA nos mostró que no hay diferencias significativas para la interacción densidad de siembra con dosis, pero si presento diferencias significativas para los factores de manera independiente. Para densidad el p-valor $1,18 \times 10^{-12} < 0,01$ y para el factor dosis el p-valor $6,40 \times 10^{-13}$ (Tabla 16)

Al realizar la prueba de comparación de medias de Duncan al cinco por ciento de probabilidad, se determinó que la densidad 2 (24 plantas) presento un mayor promedio de rendimiento (19,39 t/ha). Además, para el factor Dosis, las mayores respuestas se encontró con la dosis D4, obteniendo rendimiento promedio de 22,51 t/ha (Tabla 17 y 18) y (Figura 6)

3.2.6. Materia seca

Tabla 19. Análisis de variancia para materias seca al final de la campaña (%).

| Fuente de Variación | g.l | SC | CM | F-calculado | P-valor |
|----------------------|-----|-------|--------|--------------------------------------|------------|
| Bloques | 2 | 0,96 | 0,481 | 0,476 | 0,629 |
| Densidad (DS) | 1 | 0,09 | 0,086 | 0,086 | 0,773 |
| Dosis (D) | 4 | 94,50 | 23,626 | 23,405 | 0,00000063 |
| DS*D | 4 | 12,69 | 3,172 | 3,143 | 1 ** |
| Error | 18 | 18,17 | 1,009 | | 0,040 * |
| Total | 29 | | | | |
| C.V. = 4,69 % | | | | Promedio general= 32,96 t./ha | |

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

Tabla 20. Interacción de dosis en densidad de siembra para materia seca al final de la campaña (Cm).

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| DS1 | 32,68 b | 33,25 b | 35,75 a | 35,49 a | 36,42 a |
| DS2 | 32,43 b | 32,46 b | 33,64 b | 36,77 a | 37,76 a |

Comparación en forma horizontal

Tabla 21. Interacción de densidad de siembra en dosis para materia seca al final de la campaña (Cm).

| | DS1 | DS2 |
|----|---------|---------|
| D0 | 32,68 a | 32,43 a |
| D1 | 33,25 a | 32,46 a |
| D2 | 35,75 a | 33,64 b |
| D3 | 35,49 a | 36,77 a |
| D4 | 36,42 a | 37,76 a |

Comparación en forma vertical

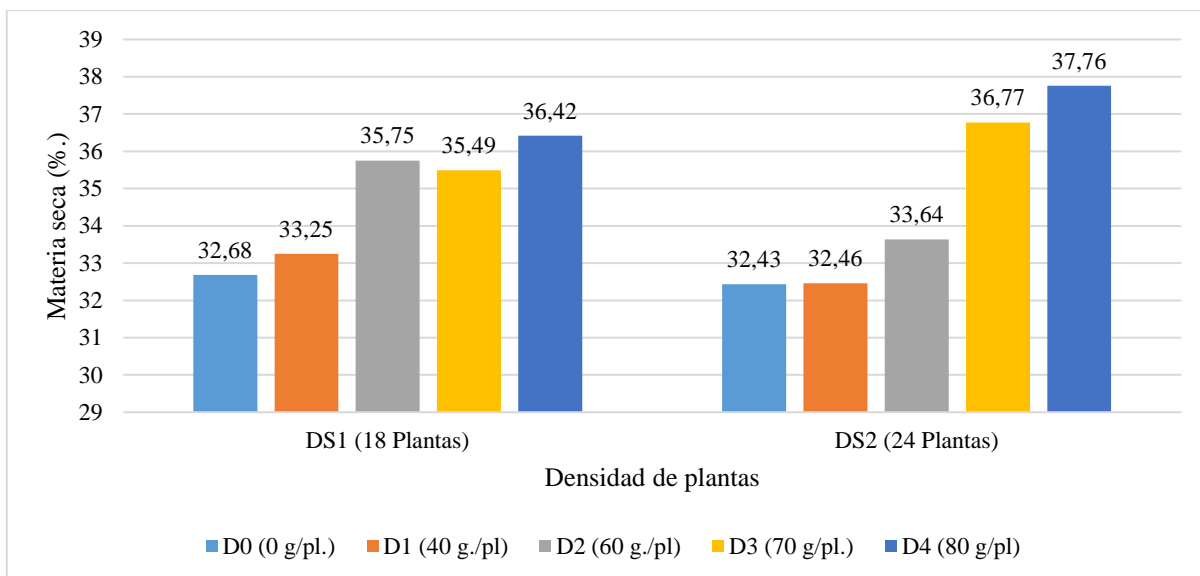


Figura 9. Porcentaje promedio de materia seca del brócoli cuando es utilizada con densidad y dosis de guano de isla

En el rendimiento, según el ANVA nos mostró que no hay diferencias significativas para la interacción densidad de siembra con dosis (p -valor $0,905 > \alpha 0,05$), pero si se observó que presento diferencias significativas para el factor dosis, el p -valor fue de $0,0000077 < \alpha 0,01$ (Tabla 19)

Para la interacción de dosis en densidad de siembra, la dosis D4 presento alta respuesta cuando fue utilizada con la densidad DS1 y DS2. Asimismo, para la interacción densidad de siembra en dosis, la densidad DS1 presento mayor materia seca cuando fue utilizado con la dosis D2, la cual difiere estadísticamente cuando se empleó la densidad DS2. La interacción de la densidad DS1 y DS2 con D4 produce mayor materia seca teniendo como promedio 37,76% y 36,42%, respectivamente. (Tabla 20 y 21) y (Figura 7).

IV. DISCUSIÓN

Comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L.*) var. Itálica en función de la dosis de guano de isla.

El guano de isla en el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli, se evidenció que a medida que este se incrementa, el comportamiento agronómico mejora, es decir, que los mejores resultados se obtuvieron con las dosis altas (70 y 80 g/ planta), con los cuales se obtuvieron las mayores alturas (15,47 y 15,43 cm), la mayor extensión de planta (68,07 y 68,60 cm), los mayores diámetros de pella (48,38 y 54 cm), el menor número de días a la cosecha (80 y 78 días), el mayor peso fresco de la pella (460.50 y 572.33 g), el mayor contenido de materia seca (34,37 y 35,64 %) y los mayores rendimientos (18527,18 y 22555,13 kg). Estos resultados distaron de los tratamientos a los que no se les aplicó el abono, con los cuales se obtuvieron los resultados más bajos. Los resultados son respaldados por Vásquez & Salinas (2020), quienes en su trabajo de investigación “El guano de isla y su efecto en el rendimiento de la Col (*Brassica oleracea L.*) en Colicocha Huanuco”, sostienen que al emplear guano de isla evidenciaron los mejores resultados en las variables estudiadas, diámetro ecuatorial (23,73 cm), diámetro polar (24,80 cm), peso de pellas por planta (4,15 kg), y el rendimiento por hectárea (70550,00 kg. ha⁻¹). Asimismo, Cruz *et al.* (2018) aplicó abonos orgánicos en la producción de brócoli dando como resultado una influencia en el comportamiento agronómico del cultivo.

El guano de isla es producido por las aves guaneras, siendo este un abono orgánico que influye en el cultivo de brócoli evidenciándose mediante el comportamiento agronómico, esto es respaldado por Vásquez & Salinas (2020), quienes afirman que el guano de isla es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo por su alto contenido de nutrientes mejorando las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo. Asimismo el guano de isla contiene fósforo, la cual acelera la maduración y promueve la formación y producción de semillas, encargándose de la fijación simbiótica del nitrógeno entre otros aspectos que son fundamentales para las plantas, (Mixquititla & Villegas, 2016).

Los resultados obtenidos del presente estudio son respaldados por (Vásquez & Salinas, 2020; Vega, 2015) quienes afirman que aplicando guano de isla en mayor cantidad se evidencia que los macronutrientes como nitrógeno y fósforo influyen en el sistema radicular, desarrollo vegetativo y floración, por lo que se obtuvo el mejor resultado con la aplicación T4D1 (80 gr)

Comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L.*) var. Itálica en dos densidades de siembra.

Con respecto al comportamiento agronómico del brócoli en función a las dos densidades de siembra, los resultados indicaron que el diámetro de pella, días a la cosecha y rendimiento se ven afectados por la densidad. El mayor resultado se obtuvo con la densidad de 18 plantas/parcela y el menor diámetro con la densidad de 24 plantas/parcela, esto evidencia que a una mayor densidad menor es el desarrollo de la pella, del mismo modo Gliessman (2002), considera que, a menor distancia de trasplante, implica una mayor densidad de plantas, causando mayor competencia por espacio, recursos y luz, resultando negativamente en algunas variables relacionadas con el crecimiento de la planta. Asimismo, Mamani (2014), agrega que la densidad es un factor que incide directamente en el cultivo, dado que a mayor densidad se genera mayor competencia por espacio luz y nutrientes, razón por la que se encontró menores resultados como en el tamaño de la flor y de fruto.

Con respecto al rendimiento en función de la densidad, los mayores resultados se obtuvieron con la mayor densidad de siembra, es decir, a medida que se aumentó el número de plantas por unidad experimental, el rendimiento de brócoli fue mayor, dado que el rendimiento por unidad experimental se encuentra en razón directa al aumento del número de plantas (Mamani, 2014).

Rendimiento del cultivo de brócoli (*B. oleracea L.*) var. Itálica en función del guano de isla

La dosis de guano de isla que produjo el mayor rendimiento en el cultivo de brócoli (*B. oleracea L.*) var. Itálica fue de 80 g/planta (la dosis más alta), con la cual se obtuvo el mayor rendimiento de brócoli que fue de 22,51 t/ha. Con el tratamiento que no involucró al guano de isla se obtuvo el rendimiento más bajo, el cual fue de 11,38 t/ha, la diferencia es de 11,13 t/ha, lo que se explica que la aplicación del guano de isla mejora el rendimiento del cultivo, esto probablemente se deba a los nutrientes que contiene el abono, con respecto a lo mencionado el MINAGRI (2018), señala que el guano de isla aporta todos los nutrientes que la planta requiere para su desarrollo fisiológico y morfológico para producir buenas cosechas en cantidad y calidad.

V. CONCLUSIONES

Las mejores dosis de guano de isla en el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L.*) var. Itálica, fueron las de 70 y 80 g/ planta, utilizando 2,6 t/ha, logrando obtener mejores respuestas en altura, extensión de planta, diámetro de pella, materia seca y peso fresco, asimismo se obtuvieron mejores respuestas en cuanto al rendimiento, logrando cosechar 18,53 y 22,51 t/ha.

La densidad con 0,60 x 0,50 de plantas de brócoli, se obtuvo mejores resultados en cuanto a altura extensión de planta, peso fresco de la pella, diámetro y materia seca. Mientras que la densidad de 0,60 x 0,35 plantas de brócoli se obtuvieron mejores resultados en cuanto a rendimiento ya que a medida que se incrementa el número de plantas mayor número de pellas

Por último, desde el punto de vista agronómico se concluye que, el mejor rendimiento fue la interacción dosis/ siembra de 80 gr de guano de isla por 0,60 x 0,35 plantas de brócoli, ya que es favorable económicamente para los agricultores que se dedican a este cultivo, optimizando costos y obtuvieron mejores resultados

VI. RECOMENDACIONES

Realizar más trabajos de investigación empleando dosis de guano de islas mayores a los tratados en esta investigación, dado que se verificó que empleando la dosis alta (80 g/planta) aún no se llegó al óptimo, además el comportamiento de las variables presentó relación directamente proporcional con las dosis del abono.

Realizar trabajos en brócoli empleado densidades mayores a las empleadas en este trabajo de investigación, con el fin de determinar con mayor precisión el efecto que tiene este factor en el comportamiento agronómico del brócoli.

Se recomienda realizar trabajos de investigación en brócoli, empleando abonos orgánicos para determinar el efecto en rendimiento, teniendo en consideración las diferentes condiciones edafoclimáticas de la región Amazonas

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Caicedo, D. (2015). *Respuesta del cultivo de col morada (Brassica oleracea) a la aplicación de abonos orgánicos en la zona de Babahoyo ”*.
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/1076/T-utb-faciag-agrop-000049.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Centeno, G. (2016). *Metodos de Controles: Cultural, Físico y Mécanico. Universidad Central Maracay Venezuela, 28*.
http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Zoologia_Agricola/Manejo_Integrado/Control__cultural__fisico_y_mecánico_2016_julio.pdf
- Chávez, V. (2015). *El efecto en el cultivo de lechuga del guano de islas y de la roca fosfórica incubados en microorganismos*.
- Choudhary, K., Dev1, P., Kumar, J., Kumar, V., & Kumar, T. (2018). Effect of integrated nutrient management on yield parameters of Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. italica) cv. Pusa KTS-1. *International Journal of Agricultural Invention*, 3(02), 223–226. <https://doi.org/10.46492/ijai/2018.3.2.21>
- Collazos Silva, R., Arista Bustamante, J. P., Oyarce, S. K., & Huamán Huamán, E. (2018). Efecto de la aplicación de abonos foliares y enmiendas orgánicas, sobre el rendimiento de repollo corazón de buey (*Brassica oleracea* L.), en Chachapoyas, Amazonas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2(1), 28. <https://doi.org/10.25127/aps.20181.381>
- Condeso, B. (2019). *Huánuco*.
- Cruz-, E., Vega, J., Gutiérrez, A., González, M., Saltos, R., & González, V. (2018). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de brócoli (*Brassica oleraceae*). *Talentos*, 5(1), 8.
<http://www.ueb.edu.ec/app/talentos/images/pdf/revista-talentos/volumen-v-n1/efecto-de-la-aplicacion-de.pdf>
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Vol. 45, Issue 45).
- Huerta, J. (2016). “*Evaluación del efecto de guano de isla y EMa en el rendimiento del cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.) en el distrito y provincia de Recuay - Ancash año 2015.*” Santiago Antúnez de Mayolo.
- Jara, C. (2017). “*Efecto de los abonos organicos y la fertilizacion inorganica en el rendimiento del cultivo de brocoli (Brassica oleracea) variedad italica, en*

- condiciones agroecológicas de Yamos - Huacrachuco - Huanuco 2017.*”
- Junta De Andalucía. (2012). 3. *Toma De Muestras Y Conservación*.
https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Estado_Y_Calidad_De_Los_Recursos_Naturales/Suelo/Contaminacion_pdf/Toma.pdf
- Mamani, V. (2014). *Evaluación de tres densidades de siembra en dos variedades de brócoli (Brassica oleracea) en ambiente atemperado en el centro experimental de Cota Cota*.
- Maquerchua, V. L. (2019). *Efecto del abonamiento y fertilización en el cultivo de espinaca (spinacia oleracea l .) bajo condiciones de fitotoldo en k ' ayra - Cusco .*
80.
http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/Unsaac/4409/253T20190421_Tc.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- Minagri. (2018). Manual de Abonamiento con Guano de las Islas. *Manual de Abonamiento Con Guano de Las Islas*, 3, 23–24. [https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/Manual de abonamiento con G.I..pdf](https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/Manual%20de%20abonamiento%20con%20G.I..pdf)
- Mixquititla, G., & Villegas, Ó. (2016). Importancia de los fosfatos y fosfitos en la nutrición de cultivos. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 2(3), 55–61.
- Moreno, A., & Vilorio, A. (2020). Variation in hindwing size and shape of *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). *Shilap Revista de Lepidopterologia*, 48(192), 709–716.
- Oliva, M., Neri Chávez, J. C., Huamán Huamán, E., Oyarce Tafur, S. K., & Collazos Silva, R. (2017). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos sobre el rendimiento de repollo Corazón de Buey (*Brassica oleracea*) en Chachapoyas, Amazonas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 1(3), 20.
<https://doi.org/10.25127/aps.20173.370>
- Ortiz, H. (2019). Abonamiento orgánico y químico en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L.*) en la comunidad campesina de los Angeles, Huancarama-Andahuaylas-Apurímac Tesis. *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*, 230.
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/Unsaac/2874/253T20171097.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232.
<https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>


- Soncco, R. (2019). *Rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (Brassica oleracea L. var. italica Plenck)*.
- Vasquez, N. (2019). *Efecto del abonamiento con guano de isla en el rendimiento del cultivo de col (Brassica oleracea L.) variedad lombarda (Capitata f. rubra) en condiciones agroecológicas de Colicocha 2018*.
- Vásquez, N., & Salinas, S. (2020). Island guano and its effect on the yield of cabbage (*Brassica oleracea L*) variety Lombarda (*Capitata f. rubra*) in Colicocha - Huánuco. *Revista Investigación Agraria.*, 2(1), 33–38.
<https://doi.org/10.47840/reina20204>
- Vega, A. (2015). *El efecto del nitrógeno en las enfermedades de las plantas*. 33–35.
- Villanueva, C. (2015). “Efecto de guano de las islas en el rendimiento de brassica oleracea l. var. italica plenck cv. imperial en moche, la libertad.” 71.
[http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/Unitru/13383/Solano Rodriguez%20Edgar Ivan.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR2Th5ttrMog-9jLUPMMnjofbpsL2L9ZMlzgrRamDxX4V4J4UCgARDCvOFc](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/Unitru/13383/Solano%20Rodriguez%20Edgar%20Ivan.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR2Th5ttrMog-9jLUPMMnjofbpsL2L9ZMlzgrRamDxX4V4J4UCgARDCvOFc)

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de la caracterización de suelo para determinar comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) var. Itálica empleando cuatro dosis y dos densidades de siembra.



"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
"INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"
LABORATORIO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y AGUAS



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

1. DATOS :
Solicitante : FANNY DEYSI HUAMAN VILLEGAS
Departamento : AMAZONAS
Provincia : CHACHAPOYAS
Distrito : HUANCAS

Anexo :
Sector :
Cod./Muestra :
Fecha : 08/05/19

2. RESULTADO DEL ANALISIS SOLICITADO

| Lab | Número de Muestra | pH (1:1) | C.E. (1:1) mS/m | P ppm | K | C % | M.O % | N % | Análisis Mecánico | | | Clase textural | CIC | Cationes Cambiables | | | | | Suma de Cationes | Suma de Bases | % Sat. De Bases |
|-----|-------------------|---------------|-----------------------|----------|-------|--------|----------|--------|-------------------|------|---------|-------------------|------|---------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|
| | | | | | | | | | Arena | Limo | Arcilla | | | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | Na ⁺ | Al ⁺³ + H ⁺ | | | |
| | | | | | | | | | % | % | % | | | meq/100g | | | | | | | |
| 926 | HUANCAS | 6.54 | 0.05 | 3.02 | 46.57 | 1.60 | 2.76 | 0.14 | 79.3 | 10.0 | 10.7 | Fr.A. | 8.00 | 3.24 | 0.27 | 0.06 | 0.16 | 0.00 | 3.72 | 3.72 | 47 |

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 INSTITUTO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS - LABISAG

Elder Chirinos Vela
 Tec. Elder Chirinos Vela
 RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

Anexo 2. Parámetros (promedios) para el análisis de datos del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L.*) var. Itálica empleando cuatro dosis y dos densidades de siembra.

Anexo 2.1. Promedios para altura de planta

| TRATAMIENTO | DENSIDAD | DOSIS | BLOQUE | Y |
|-------------|----------|-------|--------|-------|
| T1 | DS1 | D0 | I | 9.80 |
| T1 | DS1 | D0 | II | 9.80 |
| T1 | DS1 | D0 | III | 10.00 |
| T2 | DS1 | D1 | I | 14.40 |
| T2 | DS1 | D1 | II | 14.20 |
| T2 | DS1 | D1 | III | 14.20 |
| T3 | DS1 | D2 | I | 14.20 |
| T3 | DS1 | D2 | II | 14.20 |
| T3 | DS1 | D2 | III | 14.40 |
| T4 | DS1 | D3 | I | 15.60 |
| T4 | DS1 | D3 | II | 15.60 |
| T4 | DS1 | D3 | III | 15.60 |
| T5 | DS1 | D4 | I | 16.80 |
| T5 | DS1 | D4 | II | 16.60 |
| T5 | DS1 | D4 | III | 16.80 |
| T6 | DS2 | D0 | I | 10.20 |
| T6 | DS2 | D0 | II | 10.00 |
| T6 | DS2 | D0 | III | 10.20 |
| T7 | DS2 | D1 | I | 14.00 |
| T7 | DS2 | D1 | II | 14.00 |
| T7 | DS2 | D1 | III | 14.00 |
| T8 | DS2 | D2 | I | 14.60 |
| T8 | DS2 | D2 | II | 14.20 |
| T8 | DS2 | D2 | III | 14.60 |
| T9 | DS2 | D3 | I | 14.80 |
| T9 | DS2 | D3 | II | 15.00 |
| T9 | DS2 | D3 | III | 15.00 |
| T10 | DS2 | D4 | I | 15.80 |
| T10 | DS2 | D4 | II | 15.80 |
| T10 | DS2 | D4 | III | 15.80 |

Anexo 2.2. Promedios para extensión de planta

| TRATAMIENTO | DENSIDAD | DOSIS | BLOQUE | Y |
|--------------------|-----------------|--------------|---------------|----------|
| T1 | DS1 | D0 | I | 30.00 |
| T1 | DS1 | D0 | II | 29.80 |
| T1 | DS1 | D0 | III | 31.88 |
| T2 | DS1 | D1 | I | 60.40 |
| T2 | DS1 | D1 | II | 62.40 |
| T2 | DS1 | D1 | III | 62.20 |
| T3 | DS1 | D2 | I | 66.00 |
| T3 | DS1 | D2 | II | 69.40 |
| T3 | DS1 | D2 | III | 67.20 |
| T4 | DS1 | D3 | I | 70.00 |
| T4 | DS1 | D3 | II | 70.00 |
| T4 | DS1 | D3 | III | 70.20 |
| T5 | DS1 | D4 | I | 70.00 |
| T5 | DS1 | D4 | II | 70.00 |
| T5 | DS1 | D4 | III | 69.80 |
| T6 | DS2 | D0 | I | 27.80 |
| T6 | DS2 | D0 | II | 29.60 |
| T6 | DS2 | D0 | III | 28.20 |
| T7 | DS2 | D1 | I | 59.00 |
| T7 | DS2 | D1 | II | 64.00 |
| T7 | DS2 | D1 | III | 64.60 |
| T8 | DS2 | D2 | I | 67.00 |
| T8 | DS2 | D2 | II | 66.00 |
| T8 | DS2 | D2 | III | 65.20 |
| T9 | DS2 | D3 | I | 68.00 |
| T9 | DS2 | D3 | II | 67.40 |
| T9 | DS2 | D3 | III | 68.80 |
| T10 | DS2 | D4 | I | 67.20 |
| T10 | DS2 | D4 | II | 68.40 |
| T10 | DS2 | D4 | III | 68.00 |

Anexo 2.3. Promedios para diámetro de pella de planta

| DOSIS | BLOQUE | DIAMETRO |
|-------|--------|----------|
| D0 | I | 9.42 |
| D0 | II | 9.49 |
| D0 | III | 9.04 |
| D1 | I | 13.11 |
| D1 | II | 12.73 |
| D1 | III | 12.99 |
| D2 | I | 13.56 |
| D2 | II | 13.94 |
| D2 | III | 14.26 |
| D3 | I | 15.34 |
| D3 | II | 15.66 |
| D3 | III | 15.60 |
| D4 | I | 14.20 |
| D4 | II | 17.63 |
| D4 | III | 18.21 |
| D0 | I | 9.36 |
| D0 | II | 9.17 |
| D0 | III | 9.68 |
| D1 | I | 12.16 |
| D1 | II | 12.10 |
| D1 | III | 12.35 |
| D2 | I | 13.05 |
| D2 | II | 12.99 |
| D2 | III | 13.75 |
| D3 | I | 15.15 |
| D3 | II | 15.22 |
| D3 | III | 15.34 |
| D4 | I | 16.23 |
| D4 | II | 16.81 |
| D4 | III | 17.19 |

Anexo 2.4. Promedios para peso de pella de planta

| TRATAMIENTO | DENSIDAD | DOSIS | BLOQUE | Y |
|--------------------|-----------------|--------------|---------------|----------|
| T1 | DS1 | D0 | I | 220.30 |
| T1 | DS1 | D0 | II | 236.00 |
| T1 | DS1 | D0 | III | 251.20 |
| T2 | DS1 | D1 | I | 355.70 |
| T2 | DS1 | D1 | II | 358.30 |
| T2 | DS1 | D1 | III | 349.60 |
| T3 | DS1 | D2 | I | 374.40 |
| T3 | DS1 | D2 | II | 392.10 |
| T3 | DS1 | D2 | III | 396.70 |
| T4 | DS1 | D3 | I | 400.90 |
| T4 | DS1 | D3 | II | 487.90 |
| T4 | DS1 | D3 | III | 496.40 |
| T5 | DS1 | D4 | I | 596.10 |
| T5 | DS1 | D4 | II | 589.70 |
| T5 | DS1 | D4 | III | 600.00 |
| T6 | DS2 | D0 | I | 230.40 |
| T6 | DS2 | D0 | II | 233.10 |
| T6 | DS2 | D0 | III | 236.80 |
| T7 | DS2 | D1 | I | 351.20 |
| T7 | DS2 | D1 | II | 353.40 |
| T7 | DS2 | D1 | III | 350.40 |
| T8 | DS2 | D2 | I | 384.30 |
| T8 | DS2 | D2 | II | 390.90 |
| T8 | DS2 | D2 | III | 390.80 |
| T9 | DS2 | D3 | I | 399.90 |
| T9 | DS2 | D3 | II | 477.90 |
| T9 | DS2 | D3 | III | 487.00 |
| T10 | DS2 | D4 | I | 511.10 |
| T10 | DS2 | D4 | II | 557.80 |
| T10 | DS2 | D4 | III | 510.70 |

Anexo 2.5. Promedios para rendimiento de planta

| TRATAMIENTO | DENSIDAD | DOSIS | BLOQUE | Y |
|--------------------|-----------------|--------------|---------------|----------|
| T1 | DS1 | D0 | I | 7.34 |
| T1 | DS1 | D0 | II | 7.87 |
| T1 | DS1 | D0 | III | 8.37 |
| T2 | DS1 | D1 | I | 11.86 |
| T2 | DS1 | D1 | II | 11.94 |
| T2 | DS1 | D1 | III | 11.65 |
| T3 | DS1 | D2 | I | 12.48 |
| T3 | DS1 | D2 | II | 13.07 |
| T3 | DS1 | D2 | III | 13.22 |
| T4 | DS1 | D3 | I | 13.36 |
| T4 | DS1 | D3 | II | 16.26 |
| T4 | DS1 | D3 | III | 16.55 |
| T5 | DS1 | D4 | I | 19.87 |
| T5 | DS1 | D4 | II | 19.66 |
| T5 | DS1 | D4 | III | 20.00 |
| T6 | DS2 | D0 | I | 14.50 |
| T6 | DS2 | D0 | II | 15.00 |
| T6 | DS2 | D0 | III | 15.20 |
| T7 | DS2 | D1 | I | 16.70 |
| T7 | DS2 | D1 | II | 16.80 |
| T7 | DS2 | D1 | III | 16.70 |
| T8 | DS2 | D2 | I | 18.30 |
| T8 | DS2 | D2 | II | 18.60 |
| T8 | DS2 | D2 | III | 18.60 |
| T9 | DS2 | D3 | I | 19.00 |
| T9 | DS2 | D3 | II | 22.80 |
| T9 | DS2 | D3 | III | 23.20 |
| T10 | DS2 | D4 | I | 24.90 |
| T10 | DS2 | D4 | II | 26.60 |
| T10 | DS2 | D4 | III | 24.00 |

Anexo 2.6. Promedios para materia sea de pella

| TRATAMIENTO | DENSIDAD | DOSIS | BLOQUE | Y |
|--------------------|-----------------|--------------|---------------|----------|
| T1 | DS1 | D0 | I | 33.12 |
| T1 | DS1 | D0 | II | 32.28 |
| T1 | DS1 | D0 | III | 32.65 |
| T2 | DS1 | D1 | I | 32.54 |
| T2 | DS1 | D1 | II | 34.43 |
| T2 | DS1 | D1 | III | 32.77 |
| T3 | DS1 | D2 | I | 34.87 |
| T3 | DS1 | D2 | II | 36.17 |
| T3 | DS1 | D2 | III | 36.20 |
| T4 | DS1 | D3 | I | 36.74 |
| T4 | DS1 | D3 | II | 35.65 |
| T4 | DS1 | D3 | III | 34.10 |
| T5 | DS1 | D4 | I | 36.87 |
| T5 | DS1 | D4 | II | 37.28 |
| T5 | DS1 | D4 | III | 35.10 |
| T6 | DS2 | D0 | I | 33.44 |
| T6 | DS2 | D0 | II | 31.61 |
| T6 | DS2 | D0 | III | 32.23 |
| T7 | DS2 | D1 | I | 32.56 |
| T7 | DS2 | D1 | II | 31.68 |
| T7 | DS2 | D1 | III | 33.14 |
| T8 | DS2 | D2 | I | 32.09 |
| T8 | DS2 | D2 | II | 34.45 |
| T8 | DS2 | D2 | III | 34.39 |
| T9 | DS2 | D3 | I | 37.50 |
| T9 | DS2 | D3 | II | 37.35 |
| T9 | DS2 | D3 | III | 35.45 |
| T10 | DS2 | D4 | I | 37.68 |
| T10 | DS2 | D4 | II | 37.45 |
| T10 | DS2 | D4 | III | 38.14 |

Anexo 3. Panel fotográfico de las actividades realizadas durante el experimento.

Anexo 3.1: Trasplante de las plántulas de brócoli al campo experimental



Anexo 3.2. Distinción de los tratamientos en campo experimental mediante letreros



Anexo 3.3. Realizado labores culturales al cultivo de brócoli



Anexo 3.4. Control a días de la cosecha



Anexo 3.5. Pella de 85 días para su cosecha



Anexo 3.6. Evaluación de plagas y enfermedades.



Anexo 3.7. Plantas de brócoli a 10 días de cosecha



Anexo 3.8. Procesamiento para la materia seca

