



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CON GALLINAZA EN
DIFERENTES FECHAS Y DOSIS DE APLICACIÓN EN
CACAO (*Theobroma cacao* L.)**

TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR
SANTELICES FAREZ FERNANDO JAVIER

TUTOR
ING. CRUZ ROMERO COLON, M.Sc.

MILAGRO – ECUADOR
2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Colon Cruz Romero, M.Sc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CON GALLINAZA EN DIFERENTES FECHAS Y DOSIS DE APLICACIÓN EN CACAO (*Theobroma cacao* L.)**, realizado por el estudiante **SANTELICES FAREZ FERNANDO JAVIER** con cédula de identidad N° 0928365634 de la carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Ciudad Universitaria “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación de este.

Atentamente,

Ing. Colon Cruz Romero, M.Sc.

TUTOR

Milagro, 28 de marzo del 2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CON GALLINAZA EN DIFERENTES FECHAS Y DOSIS DE APLICACIÓN EN CACAO (*Theobroma cacao* L.)**, realizado por el estudiante **SANTELICES FAREZ FERNANDO JAVIER** el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Macias Hernández David, MSc.

PRESIDENTE

Ing. Martínez Alcívar Fernando, MSc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Cruz Romero Colon, MSc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 28 de marzo del 2023

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación va dedicado a Dios, en especial a mi madre Marianita de Jesús Farez Arpi porque gracias a su esfuerzo y su constante dedicación, puedo dar este paso tan importante en mi vida; y a quienes día a día me brindaron consejos para continuar por el camino correcto y seguir cumpliendo mis metas.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mi hija Sabrina, hermanos Steven, Noe, Jose, familia y amigos que me brindaron su apoyo en todo momento.

A todos y cada uno de los docentes, quienes impartieron sus conocimientos para mi formación académica.

Agradecimiento

Agradezco al Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD., y Ec. Martha Bucaram Leverone, PhD., autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución. Agradezco a mi papá por ser mi pilar fundamental y a mi mamá por guiarme en el transcurso de mi carrera universitaria. A mis amigos por brindarme su ayuda. Expreso mi agradecimiento a mi tutor Ing. Colon Cruz Romero, encargado de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **SANTELICES FAREZ FERNANDO JAVIER**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CON GALLINAZA EN DIFERENTES FECHAS Y DOSIS DE APLICACIÓN EN CACAO (*Theobroma cacao* L.)**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 28 de marzo del 2023

SANTELICES FAREZ FERNANDO JAVIER

C.I. 0928365634

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	12
Resumen	13
Abstract.....	14
1. Introducción.....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema	16
1.2.1 Planteamiento del problema	16
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación	16
1.4 Delimitación de la investigación	17
1.5 Objetivo general	17
1.6 Objetivos específicos.....	17
1.7 Hipótesis	17
2. Marco teórico.....	18
2.1 Estado del arte.....	18
2.2 Bases teóricas	20

2.2.1. Origen e importancia del cultivo	20
2.2.2. Taxonomía del cacao.....	21
2.2.3. Morfología del cacao	21
2.2.3.1. Raíz.....	21
2.2.3.2. Tronco	21
2.2.3.3. Hojas	22
2.2.3.4. Flor	22
2.2.3.5. Frutos	22
2.2.3.6. Semillas.....	22
2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos	23
2.2.4.1. Temperatura	23
2.2.4.2. Suelo	23
2.2.4.3. Luminosidad.....	23
2.2.4.4. Altitud.....	23
2.2.4.5. Precipitación.....	24
2.2.4.6. Luminosidad.....	24
2.2.4.7. Humedad.....	24
2.2.4.8. Viento	24
2.2.4.9. Clima	24
2.2.5 Plagas y enfermedades	25
2.2.6 Obtención de plántulas de cacao	25
2.2.7 Importancia de gallinaza	26
2.3 Marco legal.....	26
3. Materiales y métodos	28
3.1 Enfoque de la investigación	28

3.1.1 Tipo de investigación	28
3.1.2 Diseño de investigación	28
3.1.2.1. <i>Investigación experimental</i>	28
3.1.2.2. <i>Investigación descriptiva</i>	28
3.1.2.3. <i>Investigación explicativa</i>	28
3.2 Metodología	29
3.2.1 Variables	29
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i>	29
3.2.1.2. <i>Variables dependientes</i>	29
3.2.2 Tratamientos	29
3.2.3 Diseño experimental	30
3.2.3.1. <i>Esquema del análisis de varianza</i>	30
3.2.3.2. <i>Delimitación experimental</i>	31
3.2.4 Recolección de datos	31
3.2.4.1. <i>Recursos</i>	31
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i>	32
3.2.5 Análisis estadístico	34
3.2.5.1. <i>Análisis funcional</i>	34
3.2.5.2. <i>Hipótesis estadística</i>	35
4. Resultados	36
4.1 Evaluación del comportamiento agronómico del efecto de la aplicación de gallinaza en plántulas de cacao en vivero.	36
4.1.1 Altura de plantas a los 30 días (cm)	36
4.1.2 Altura de plantas a los 30 días (cm)	36
4.1.3 Número de hojas a los 30 días (n)	37

4.1.4 Número de hojas a los 60 días (n)	38
4.2 Identificación del sustrato que permita el mayor desarrollo radicular de las plántulas de cacao	38
4.2.1 Longitud del sistema radicular 30 días (n).....	38
4.2.2 Longitud del sistema radicular 60 días (n).....	39
4.3 Realización del análisis económico de los tratamientos en estudio.....	40
4.3.1 Análisis económico (b/c)	40
5. Discusión	41
6. Conclusiones	44
7. Recomendaciones.....	45
8. Bibliografía.....	46
9. Anexos	51

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de los tratamientos experimentales	30
Tabla 2. Modelo de análisis de andeva	31
Tabla 3. Diseño experimental.....	31
Tabla 4. Recursos económicos	33
Tabla 5. Altura de plantas a los 30 días (cm)	36
Tabla 6. Altura de plantas a los 60 días (cm)	38
Tabla 7. Número de hojas a los 30 días (n)	39
Tabla 8. Número de hojas a los 60 días (n)	38
Tabla 9. Longitud de raíz a los 30 días (cm).....	39
Tabla 10. Longitud de raíz a los 60 días (cm).....	39
Tabla 11. Analisis de costos	40
Tabla 12. Altura de plántula (cm) 30 días	51
Tabla 13. Altura de plántula (cm) 60 días	52
Tabla 14. Numero de hojas (n) 30 días	53
Tabla 15. Numero de hojas (n) 60 días	54
Tabla 16. Longitud de raíz (cm) 30 días.....	55
Tabla 17. Longitud de raíz (cm) 60 días.....	56

Índice de figuras

Figura 1. Altura de plantas a los 30 días (cm)	51
Figura 2. Altura de plantas a los 60 días (cm)	52
Figura 3. Número de hojas a los 30 días (n)	53
Figura 4. Número de hojas a los 60 días (n)	54
Figura 5. Longitud de raíz a los 30 días (cm)	55
Figura 6. Longitud de raíz a los 60 días (cm)	56
Figura 7. Unidad experimental	57
Figura 8. Diseño experimental.....	57
Figura 9. Preparación del sustrato	58
Figura 10. Llenado de fundas.....	58
Figura 11. Bloque de tratamiento	59
Figura 12. Germinación de plántulas	59
Figura 13. Medición de área de estudio	60
Figura 14. Separación de parcelas.....	60
Figura 15. Colocación de carteles	61
Figura 16. Identificación de tratamientos.....	61
Figura 17. Visita del docente guía.....	62
Figura 18. Recolección de datos	62
Figura 19. Altura de la planta	63
Figura 20. Desarrollo vegetativo T1	63

Resumen

El trabajo estuvo enfocado en el mejoramiento de la producción del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) con la aplicación de gallinaza en diferentes fechas y dosis en el cantón Milagro provincia del Guayas. Se utilizó una distribución completamente al azar, compuesto de 4 tratamientos bajo 6 repeticiones, obteniéndose un total de 24 unidades experimentales, mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia. Se analizaron variables agronómicas y productivas, en las que se encontró significancia estadística obteniendo el mejor resultado el tratamiento T4 (Gallinaza 4 kg/ha). Se determinaron los tratamientos sobresalientes en base longitud del sistema radicular el destacado fue el tratamiento: T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con un valor de 27,38 cm; seguido por el T3 (Gallinaza 3 kg/ha) con 26,34 cm. El tratamiento de menor promedio fue: T1 (Gallinaza 1 kg/ha) con 24,63 cm. Para el análisis económico se determinó los costos de cada tratamiento en estudio los valores que se presentaron fueron: T1 (Gallinaza 1 kg/ha) con 524,00 dólares, T2 (Gallinaza 2 kg/ha) con 526,00 dólares, T3 (Gallinaza 3 kg/ha) con 529,00 dólares y T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con 532,00 dólares. Al final de esta investigación se concluyó que el uso de gallinaza correspondiente al tratamiento 4, en dosis de 4 kg/ha, si incrementó la producción de plántulas de cacao en vivero, por lo que se recomendó su uso para el mismo.

Palabras clave: Cacao, gallinaza, plántulas, raíz, vivero.

Abstract

The work was focused on the improvement of the production of the cocoa crop (*Theobroma cacao* L.) with the application of chicken manure on different dates and doses in the Milagro canton, Guayas province. A completely random distribution was used, composed of 4 treatments under 6 repetitions, obtaining a total of 24 experimental units, using the Tukey test at 5% significance. Agronomic and productive variables were analyzed, in which statistical significance was found, obtaining the best result in the T4 treatment (Gallinaza 4 kg/ha). The outstanding treatments were determined based on the length of the root system, the outstanding one was the treatment: T4 (Gallinaza 4 kg/ha) with a value of 27.38 cm; followed by T3 (Gallinaza 3 kg/ha) with 26.34 cm. The treatment with the lowest average was: T1 (Gallinaza 1 kg/ha) with 24.63 cm. For the economic analysis, the costs of each study treatment were determined, the values that were presented were: T1 (Gallinaza 1 kg/ha) with 524.00 dollars, T2 (Gallinaza 2 kg/ha) with 526.00 dollars, T3 (Gallinaza 3 kg /ha) with 529.00 dollars and T4 (Gallinaza 4 kg/ha) with 532.00 dollars. At the end of this investigation, it was concluded that the use of chicken manure corresponding to treatment 4, in doses of 4 kg/ha, did increase the production of cocoa seedlings in the nursery, so its use was recommended for it.

Keywords: Cocoa, chicken manure, seedlings, root, nursery.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene gran importancia dentro de la economía del Ecuador, por ser un producto de exportación y materia prima para industrias locales. En Ecuador las dos variedades de cacao que se producen son Nacional y CCN-51, principalmente en las provincias de la Costa por la naturaleza tropical del cultivo, alrededor de 600 mil personas están vinculadas directamente a la cadena del cacao, representando el 4% de la Población Económicamente Activa nacional y 12.5% de la PEA agrícola (Paspuel, 2018).

Las limitaciones que tienen los productores de cacao es la escasa fertilidad natural de los suelos, considerados fuertemente ácidos, y baja capacidad de retención, dan como resultados que los niveles de productividad del cultivo no sean los más adecuados, produce que las plántulas de cacao tengan deficiencia en el desarrollo fisiológico ya que la etapa de vivero es donde la planta debe recibir mayor cantidad nutrientes para estar preparado fisiológicamente para el campo definitivo (Rosales, 2021).

Para plantas en producción, va a depender de la época de cosecha. La fertilización debe iniciarse con la poda principal que se haga al cultivo. Es importante aprovechar la humedad del suelo de la época de lluvias, para que los fertilizantes puedan disolverse y ser adsorbidos por las plantas (Segura, 2022).

El uso y aplicación de materia orgánica ha disminuido, probablemente a causa de los fertilizantes químicos que producen mayor rendimiento a menor costo. Sin embargo, en los últimos años se ha observado un mayor interés en los abonos orgánicos por el aporte de nutrientes a los cultivos en forma de materia orgánica, ya que promueve un mejor desarrollo de la planta e incrementa rendimiento y

calidad del producto. La gallinaza es un abono orgánico concentrado y de rápida acción, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas (Peñaloza, Reyes, González, Pérez y Sangerman, 2019).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El crecimiento retardado de las plántulas de cacao se convierte en un problema cuando no existe una nutrición adecuada a la planta y se refleja en la producción de plántulas pequeñas y no productivas para el agricultor. De la misma manera, para generar una fertilización libre de químicos se recurre a la alternativa orgánica, que cumple con los requerimientos de la planta sin afectar al medio ambiente y a la salud del agricultor, siendo una propuesta interesante para los agricultores dedicados a este cultivo. Por lo tanto, el presente ensayo experimental tiene como objetivo nutrir a las plántulas de cacao mediante el uso de fertilizantes orgánicos (Gallinaza) en diferentes dosis y fechas para obtener excelentes resultados.

1.2.2 Formulación del problema

¿La utilización de fertilización orgánica con gallinaza en diferentes fechas y dosis ha producido mejores plántulas?

1.3 Justificación de la investigación

Para el incremento del área de cultivos de cacao, que requiere plántulas con características de tamaño y desarrollo adecuado que aseguren el establecimiento y longevidad del cultivo. Generalmente, este material proviene de viveros, donde las plántulas crecen en contenedores con diversas condiciones de espacio y suelo para el desarrollo de sus raíces y que pueden afectar el aire (Osorio, Leiva, y Ramírez, 2017).

La fertilidad en los cacaotales consiste en mejorar y mantener el contenido de materia orgánica. Se deben aplicar fertilizantes orgánicos apropiados con el fin de maximizar beneficios y minimizar pérdidas (Arévalo, 2017). Así, con el empleo de la gallinaza en diferentes fechas y dosis de aplicación se espera obtener mejores plántulas de cacao.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El estudio se desarrolló en el recinto Banco de Arena, cantón Milagro, provincia del Guayas, con coordenadas UTM 17 S WGS84 en X =662071; Y = 9760267.
- **Tiempo:** La investigación presente tuvo una duración estimada de 6 meses entre los meses de julio del año 2022 a enero del 2023.
- **Población:** Los resultados son de utilidad para los productores de cacao de la zona de estudio, estudiantes de agronomía técnicos y público en general.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de la fertilización orgánica con gallinaza en diferentes fechas y dosis de aplicación en plántulas del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del efecto de la gallinaza en plántulas de cacao.
- Identificar el sustrato que permita el mayor desarrollo radicular de las plántulas de cacao.
- Realizar un análisis económico mediante la relación beneficio / costo.

1.7 Hipótesis

Al menos uno de los tratamientos en estudio generará mayor producción de plántulas de cacao, asegurando plantas de buen tamaño y productivas.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Según un estudio hecho por (Villanueva, 2018) determinó que la mejor fuente orgánica en el incremento de las características biométricas de los plantones de cacao en fase de vivero. Para aquello empleó el diseño completamente al azar (DCA) con 13 tratamientos y cinco repeticiones. Los parámetros evaluados fueron altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, área foliar, longitud radicular, volumen radicular, materia seca y análisis de rentabilidad. Los resultados manifestaron que la mayor altura de planta correspondió al tratamiento T5 (50.0% Guano de isla + 50.0% Tierra) con 56.5 cm, el mayor diámetro de tallo al tratamiento T7 (25.0% Guano de isla + 75.0% Tierra) con 8.37 cm², el mayor número de hojas al tratamiento T10 (33.5% Gallinaza + 66.5% Tierra) con 17.80 hojas/plantón, la mayor área foliar al tratamiento T10 (33.5% Gallinaza + 66.5% Tierra) con 378.09 cm².

Se determinó la dimensión adecuada de envase, tipo de sustrato y la interacción entre estos, para garantizar la obtención de portainjertos de calidad en cacao. El diseño experimental utilizado fue un DCA con arreglo factorial de 4 dimensiones de envase con 3 tipos de sustrato, teniendo 12 tratamientos con 3 repeticiones. Se obtuvieron los mejores resultados con la dimensión de envase 8"x12"x2 mm y el tipo de sustrato 1: mezcla 3:1:1/4; tierra agrícola: cascarilla de arroz: gallinaza, respecto a las tres variables evaluadas (Vargas, Santa, y Lizárraga, 2020).

La comercialización de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en viveros, se costean valores aproximados entre los \$0.10 y \$0.20 USD, cuya venta lo realizan entre \$0.30 y \$0.60 USD por planta; además observó en su estudio que el 75% del personal que labora en un vivero es femenino; dentro de las variedades se observó

que el 40% siembra cacao nacional, mientras que el 60% utiliza CCN-51 y se constata que no siembra ramilla, la infraestructura de los viveros son de piso de cemento, con cerramiento de hierro y sarán en el techo, en algunas ocasiones la infraestructura el cerramiento es de madera y alambre, con cerca viva de yuca de ratón (García A. G., 2015).

Rogel (2016) en su estudio de investigación experimental sobre el efecto de tres tipos de bioestimulantes radiculares (Robusterra, Newfol, Hormonagro) para el prendimiento de la ramilla en cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 en vivero con 720 plántulas, Naranjal (Guayas). Las ramillas alcanzaron el 71.4% de prendimiento, con altura de planta de 26 centímetros, con 9 hojas, el número de raíces alcanzo 4.5 de diámetro.

Anzules (2018) en su trabajo sobre la caracterización de fincas productoras de cacao en Santo Domingo de Los Tsáchilas (Ecuador), menciona que, la propagación del cacao en las plantaciones comerciales se siembra CCN-51 (74%), cacao nacional (14%), y en ocasiones de ambas en el mismo predio (8%), utilizan semilla botánica (21%), injerto (31%), y estacas (46%); como uso de producto orgánicos como fertilizante en el cultivo y parte de su reproducción emplean (22%) gallinaza, pollinaza y extractos vegetales. El costo de producción es similar en toda la zona, por lo que la calidad del cacao no parece ser un factor a considerar para la comercialización Al evaluar la influencia de la nutrición del cacao con diferentes dosis edáfica de fórmula NPK 15-15-15 (5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 30 g) en tipos de injerto (enchape lateral, yema, parche y cuña terminal), con aplicación de este fertilizante cada 22 días; donde el uso de 10 g alcanzo un incremento entre 10 a 12 cm de altura, con el uso de 20 g alcanza un diámetro entre 5 a 6 cm, además los valores de clorofila en el desarrollo de cacao lo obtuvo con el uso de 10 g con valor

alto en la intensidad de color verde con 38 SPAD (unidad utilizado que ofrece un potencial económico y ventajas medioambientales, este provee estatus de nitrógeno de las plantas sin necesidad de realizar muestras destructivas, esta técnica evalúa la nutrición con nitrógeno evitando el riesgo de bajos rendimientos en la cosecha en campo), mientras que a mayor dosis, menor es la cantidad de unidades SPAD incluso menor que 5 g y testigo el cual alcanzan los 36 SPAD (Meza, 2019).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen e importancia del cultivo

El árbol de cacao pertenece al género *Theobroma*, un grupo de árboles que crece en la cuenca del Amazonas y otras áreas tropicales del sur y de América central. Existe más de veinte especies del género cacao; *Theobroma cacao* L. es el único cultivado ampliamente (Correa, 2019).

Se conoce también de origen en el alto Amazonas, que comprende países como Colombia, Ecuador, Perú, y Brasil, donde se ha encontrado una alta variabilidad. Desde este lugar de origen, las especies se fueron difundiendo y evolucionando en dos grupos de cacao con características fenotípicas y genotípicas bien definidas (Gil, 2018).

Theobroma cacao L. es uno de los principales cultivos de comerciales en varios países de la región tropical de América y África. En América el 15% de la producción mundial de cacao se localiza en el centro y sur del continente, siendo Ecuador uno de los mayores productores (Barrezueta y Sisalima, 2021).

Ecuador es considerado como un país tradicionalmente agrícola, gran parte del desarrollo del país proviene de la producción de cultivos como el banano, cacao, café y flores. Y como el primer productor de cacao fino y de aroma con el 70% de

producción a nivel mundial, seguido por Indonesia que aporta con el 10% (Balladares, Quevedo, y García, 2021).

2.2.2 Taxonomía del cacao

Según Cortez (2021) indica que la taxonomía del cacao es la siguiente:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Malvales*

Familia: *Malvaceas*

Tribu: *theobromeae*

Género: *Theobroma*

Especie: *Cacao* L.

2.2.3 Morfología del cacao

2.2.3.1. Raíz

Esta planta presenta una raíz principal denominada raíz pivotante, donde se desarrollan las raíces secundarias las cuales son de gran importancia para la absorción de nutrientes y agua del suelo (Gómez, 2017).

2.2.3.2. Tronco

La planta de cacao proviene de semilla que genera un tallo erecto el cual mide entre 1m a 1,50m de altura, y así se originan las ramas en número de 3 a 5 con crecimiento horizontal creando la llamada horqueta. Una vez formado la horqueta la yema terminal se elimina, y por consiguiente el crecimiento vertical ocurre por un chupón que se origina de la parte inferior de la horqueta y asciende para repetirse de la misma forma unos centímetros arriba (Junco, 2019).

2.2.3.3. Hojas

Las hojas constan de estipulas, peciolo y limbo; las estipulas tiene como función principal la protección de la yema joven, el peciolo sobresaliente, su longitud varia de siete a nueve cm en las hojas de ejes ortotrópicos y de dos a tres cm en hojas de ramas plagio trópicas (Macías y Bravo, 2021).

2.2.3.4. Flores

Las flores son pequeñas y se producen, al igual que los frutos, en racimos pequeños sobre el tejido maduro mayor de un año del tronco y de las ramas, alrededor en los sitios donde antes hubo hojas. Las flores son pequeñas, se abren durante las tardes y pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente (Mosquera, 2021).

2.2.3.5. Frutos

Los frutos de cacao maduran entre 5 y 6 meses después de la polinización. Poseen un mesocarpio de contextura lisa o arrugada que se divide en cinco carpelos interiormente. Los frutos son de tamaño y forma muy variable, generalmente son una baya de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro. Tienen forma elíptica y son de diversos colores al madurar (García L. , 2020).

2.2.3.6. Semillas

El cacao contiene semillas con un alto valor nutritivo, siendo ricas en almidón, grasas y proteínas, dentro del fruto se pueden encontrar de 20 a 60 almendras mide de 2 a 3 cm de largo tiene forma aplanada, redondeada de color violeta púrpura (López, 2017).

Afirma Osorio (2015), La semilla o almendra de cacao está cubierta por una pulpa acida, azucarada llamada arilo o mucílago. En una mazorca se encuentran de veinte a cincuenta almendras, unidas a un eje central llamado placenta. El color

de las semillas cambia considerablemente de acuerdo con su variedad, dese un blanco ceniciento, blanco puro, hasta morado oscuro y todas sus tonalidades.

2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos

2.2.4.1. Temperatura

Normalmente los procesos de crecimiento, formación de flores y frutos de cacao se realizan a temperaturas mayores de 25 °C, pero se inhiben a temperaturas menores de 22 °C. Las zonas óptimas para el cultivo de cacao son aquellas que tienen una temperatura media anual entre 25 a 26 °C, debajo de este límite se reduce el crecimiento vegetativo (Marquínez, 2021).

2.2.4.2. Suelo

De acuerdo con Vargas (2015), el cacao requiere suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcilloso, con buen drenaje y topografía regular. El factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica. Esta capa se degrada muy rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta al sol, al viento y a la lluvia directa. Por ello es común el empleo de plantas leguminosas auxiliares que proporcionen la sombra necesaria y sean una fuente constante de sustancias nitrogenadas para el cultivo.

2.2.4.3. Luminosidad

La luz es otro de los factores importantes para el desarrollo del cacao, especialmente para la función fotosintética, aunque en el cacao este proceso ocurre con una baja intensidad estando a plena exposición solar. Se considera que una intensidad lumínica menor al 50% lo incrementa (Sánchez, 2020).

2.2.4.4. Altitud

Según Macías (2022), sostiene que el cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altura. El mismo autor

menciona que, en latitudes cercanas al ecuador las plantaciones desarrollan normalmente en mayor altura que van desde los 1000 a 1400 msnm.

2.2.4.5. Precipitación

Burbano (2018), señala que el agua es un factor de suma importancia para la implementación de un cultivo, sobre todo de uno perenne que requiere grandes cantidades de agua. Se requiere una precipitación de 1.500 a 2.500 mm anuales bien distribuidos y con un mínimo de lluvia mensual promedio igual a 100 mm. Las zonas cacaoteras del Litoral ecuatoriano presentan un rango amplio, en lo referente a cantidad y distribución de la precipitación.

2.2.4.6. Humedad

Según Galarza (2016), el ambiente debe ser húmedo, el cacao no se comporta bien si el ambiente que rodea la planta es extremadamente seco. El valor promedio mensual de la humedad relativa varía de un modo irregular, una media de 75 – 80% es la más conveniente para el cacao.

2.2.4.7. Viento

Ortega (2017), menciona que el viento es el factor que determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de la planta. Las defoliaciones frecuentes son causadas por las fuertes velocidades del viento con aproximadamente 4 m/s, y con muy poca sombra. Ya que, en zonas con velocidades de viento de 1 a 2 m/s no se encuentran estos problemas de pérdidas de hojas.

2.2.4.8. Clima

Según Pérez (2018), los factores climáticos críticos para el desarrollo del cacao son la temperatura y la lluvia. Estas exigencias climáticas hicieron que el cultivo de cacao se concentre en las tierras bajas tropicales. El cacao es una planta que se

lleva a cabo bajo sombra. La humedad relativa además es fundamental debido a que puede ayudar a la propagación de varias patologías del fruto.

2.2.5 Plagas y enfermedades

En la actualidad, las enfermedades del cacao con mayor potencial de daño son las originadas por hongos basidiomicetes del género *Moniliophthora*. Estos son *Moniliophthora roreri* (moniliasis) y *Moniliophthora perniciosa* (escoba de bruja). La moniliasis es considerada la enfermedad con mayor afectación al cultivo de cacao, por lo que hay que darle atención pertinente (Jara, 2016).

Mazorca negra o fitoptora es una enfermedad causada por el hongo *Phytophthora sp.* ataca raíces, hojas, tallos, frutos y ramas del cacao. En este cultivo se han reportado siete especies patógenas: *P. palmivora*, *P. capsici*, *P. citrophthora*, *P. nicotianae* var. *Parasítica*, y *P. arecae*. El género *Phytophthora* se localiza distribuido en todo el mundo; prevalecen diferentes especies de acuerdo con la zona geográfica y el hospedero (Alarcón, 2012).

2.2.6 Obtención de plántulas de cacao

La construcción del vivero tiene como objetivo facilitar el normal desarrollo inicial de las plantas de cacao, proporcionando las mejores condiciones de temperatura, humedad, sombra, para la planta de cacao. Además, se puede controlar y mejorar el porcentaje de germinación de las semillas, producir grandes cantidades de plántulas, permitir trabajos comunitarios y seleccionar plántulas por tamaño y vigor (Noboa, 2019).

La preparación de la tierra o el sustrato para llenar la bolsa donde crecerá la planta de cacao es de vital importancia, tanto que se podría asegurar que es el 70% del éxito de un vivero. Idealmente el sustrato debería estar compuesto por una

relación proporcional 1:1:1 o sea una de tierra, una de arena y una de materia orgánica (Bartra, 2019).

2.2.7 Importancia de la gallinaza

La gallinaza es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de los abonos fermentados. Su principal aporte son el fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. Es un material compuesto por las excretas de las gallinas, residuos de alimentos, plumas, huevos rotos y el material fibroso de la cama con cal (Cahuana, 2021).

Es un excelente abono orgánico de calidad, se compone de las deyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, por lo general es cascarilla de arroz mezclada con cal, en pequeñas proporciones, la cual se coloca en el piso; además, es un apreciado abono orgánico relativamente concentrado y de rápida acción (Payaca, 2021).

2.3 Marco legal

Constitución Política de la República del Ecuador

Ley de Desarrollo Agrario

Capítulo I: Los Objetivos de la Ley

Artículo 3. Políticas agrarias.

El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:

- a)** De cultivo, cosecha, comercialización, procesamiento y en general, de aprovechamiento de recursos agrícolas;
- b)** El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:
- c)** De capacitación integral al indígena, al montubio, al afroecuatoriano y al campesino en general, para que mejore sus conocimientos relativos a la aplicación de los mecanismos de preparación del suelo,

CAPÍTULO V

Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural I de producción

Artículo 49.- Protección y recuperación. El Estado desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con

la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas (Asamblea Nacional De La República Del Ecuador, 2016 p.45).

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria.

Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes

Artículo 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad.

Artículo 10. Institucionalidad de la investigación y la extensión.- La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2014 p.23).

Código orgánico de la producción

Art.57 “Democratización productiva en concordancia con lo establecido con la constitución se entenderá por democratización productiva política, mecanismo e instrumento para que genere desconcentración de factores y recursos productivos, y faciliten el acceso al financiamiento capital y tecnológico para la realización de actividades productivas “Párrafo II “El estado protegerá a la agricultura familia comunitaria como garante de la soberanía alimentaria,..., y al macro, pequeño y mediana empresa implementando política que regulan sus intercambios con el sector privado.

Art. 14.- Según la Constitución de la República sección II. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológico equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de lo ecosistema, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país (Código Orgánico De La Producción, Comercio E Inverciones., 2010 p. 78).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

El trabajo estuvo enfocado en el mejoramiento de la producción del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). con la aplicación gallinaza en diferentes fechas y dosis en el cantón Milagro provincia del Guayas.

3.1.1 Tipo de investigación

Por el movimiento de las variables independientes, esta investigación es de tipo experimental y evaluó el efecto de la fertilización orgánica con gallinaza en diferentes fechas y dosis de aplicación en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

3.1.2 Diseño de investigación

Esta investigación es de tipo experimental y se valoró un diseño experimental con una distribución de bloques completamente al azar bajo cuatro tratamientos y seis repeticiones.

3.1.2.1. Investigación experimental

Permitió manipular las variables y medir su efecto y comparación sobre las variedades.

3.1.2.2. Investigación descriptiva

Permitió recolectar los datos sobre la base de la hipótesis para luego resumir la información y analizar detalladamente los resultados finales del estudio.

3.1.2.3. Investigación explicativa

Permitió conocer el porqué de los resultados y plantear nuevas técnicas de investigación.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Dosis de gallinaza.

3.2.1.2. Variables dependientes

3.2.1.2.1. Altura de la planta (cm)

Para valorar esta variable se seleccionó seis plantas al azar de cada unidad experimental, procediendo a medir la altura de cada una de ellas, desde el cuello de la raíz hasta el ápice. Esta variable fue tomada a los 30, y 60 días después de la siembra.

3.2.1.2.2. Longitud del sistema radicular (g)

Se tomó desde el extremo de la raíz pivotante hasta el inicio del tallo de la planta a los 30 y 60 días después de la siembra. Los datos fueron reportados en cm, utilizando una cinta métrica.

3.2.1.2.3. Número de hojas (n)

Cada 15 días a partir de la primera aplicación se contó el número de hojas emitidas desde el inicio de la aplicación hasta la última evaluación (enero 2023).

3.2.1.2.4. Análisis costo beneficio (c/b)

Esta variable fue medida al final de la investigación y tomada en base al presupuesto total, los beneficios del mejor tratamiento sobre las variables evaluadas.

3.2.2 Tratamientos

El estudio se basa en la aplicación un fertilizante orgánico a base de gallinaza bajo distintas dosis de aplicación y frecuencias. Los tratamientos fueron aplicados

a las plántulas de cacao al primer día, luego a los 30 y 60 días después de la siembra a continuación, se describen los tratamientos:

Tabla 1. Descripción de los tratamientos experimentales

N°	Tratamiento	Dosis	Frecuencia
1	Gallinaza	1 kg	1 – 30 – 60
2	Gallinaza	2 kg	1 – 30 – 60
3	Gallinaza	3 kg	1 – 30 – 60
4	Gallinaza	4 kg	1 – 30 – 60

Santelices, 2023

3.2.3 Diseño experimental

Para llevar a cabo este ensayo se utilizó una distribución completamente al azar, compuesto de cuatro tratamientos con seis repeticiones, obteniéndose un total de 24 unidades experimentales. Cada unidad experimental estará conformada de 20 fundas en donde se ubicarán las plántulas de cacao, a las cuales se les aplicó los tratamientos indicados en la tabla 1.

3.2.3.1. Esquema del análisis de varianza

Tabla 2. Modelo de análisis de andeva

Fuentes de variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	(4-1)	3
Repeticiones	(r-1)	(6-1)	5
Error experimental	(t-1) (r-1)	(4-1) (6-1)	15
Total	Tr-1	4*6-1	23

Santelices, 2023

3.2.3.2. Delimitación experimental

Tabla 3. Diseño experimental

Descripción	Unidad
Número de tratamientos:	4
Número de repeticiones:	6
Número de parcelas:	24
Distancia entre tratamiento:	1 m
Distancia entre bloques:	50 cm
Número de plantas por parcela	20
Número total de plántulas en el ensayo	480

Santelices, 2023

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

3.2.4.1.1. Materiales y herramientas

Libreta de campo, etiquetas, bolsas de plástico, baldes, jarra medidora, manguera, balanza, cámara fotográfica, computadora, gps, palas, navaja, piola, estacas, cinta métrica, caña guadua, tijera, etc.

3.2.4.1.2. Material experimental

Gallinaza, plántulas de cacao

3.2.4.1.3. Recursos humanos

Tesista, tutor.

3.2.4.1.4. Recursos bibliográficos

Para este trabajo investigativo se obtuvo información de: libros, tesis, folletos, revistas, periódicos, sitios web, entre otros.

3.2.4.1.5. Recursos económicos

El proyecto fue netamente financiado por el tesista.

Los recursos económicos que se requirieron para el desarrollo del estudio son los siguientes:

Tabla 4. Recursos económicos

Actividades y productos	Cantidad	Valor total (\$)
Instalación de vivero	1	100
Labores Culturales	3	100
Insecticida	1	18
Herbicida	1 L	10
Gallinaza	45 kg	15
Transporte		70
Otros materiales		180
Total		493

Santelices, 2023

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Métodos

Método inductivo: Este método permite observar los resultados obtenidos de la investigación con la finalidad de cumplir los objetivos e hipótesis que están planteadas.

Método deductivo: Permite observar casos particulares de la investigación a través de principios, teorías y leyes.

Método sintético: Permite establecer y relacionar los resultados para construir la discusión, conclusiones relacionadas bajo la perspectiva de totalidad de la investigación.

3.2.4.2.2. Técnicas

Manejo del ensayo

Instalación del vivero: La instalación del vivero se realizó al aire libre cerca de una plantación de cacao (Recinto Banco de Arena). El espacio entre cada bloque fue de 1,0 m para facilitar el manejo agronómico. El distanciamiento entre tratamiento será 0,50 m. cada repetición estará conformada por 20 fundas para vivero, con perforaciones de 0.3 cm para escurrir los excesos de agua.

Siembra: Para el llenado de fundas se realizó de manera manual hasta el borde de la funda. Después se compactó con ligeros golpes para evitar bolsas de aire. Posteriormente se procedió a regar para que se compacte el sustrato. Luego se utilizó un esquepe de mano de 10 cm para hacer un hoyo, donde se colocó una semilla de cacao, posteriormente se tapó la semilla ligeramente para evitar dificultades al germinarla.

Control de malezas: El control de malezas en las fundas se realizó de manera manual y en los espacios entre parcelas, y entre tratamientos se realizó un control mecánico.

Riego: El riego se realizó tres veces por semana, por medio de una manguera hasta que el sustrato este completamente húmedo.

Aplicación de gallinaza: Con la presencia de las plántulas en el vivero se realizó la aplicación del abono orgánico a base de gallinaza, con las dosis establecidas en la Tabla 1 y con su respectiva frecuencia de aplicación.

3.2.5 Análisis estadístico

3.2.5.1. Análisis funcional

Los datos fueron evaluados respecto de las variables evaluadas, se valoraron estadísticamente mediante el análisis de varianza, esquema que se detalla en la

tabla 2. Los promedios fueron comparados mediante la prueba Tukey al 5% de probabilidad.

3.2.5.2. Hipótesis estadística

H1: Al menos uno de los tratamientos en estudio a base de gallinaza tuvo efecto en la producción del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

Ho: Ninguno de los tratamientos en estudio a base de gallinaza tuvo efecto en la producción del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

4. Resultados

4.1 Evaluación del comportamiento agronómico del efecto de la aplicación de gallinaza en plántulas de cacao.

4.1.1 Altura de planta 30 días (cm)

La tabla 5 muestra las medias obtenidas al analizar la altura de planta a los 30 días; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 2,56%; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0001 < 0,05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El destacado fue el tratamiento: T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con un valor de 19,53 cm; seguido por el T3 (Gallinaza 3 kg/ha) con 17,87 cm. El tratamiento de menor promedio fue: T1 (Gallinaza 1 kg/ha) con 14,59 centímetros.

Tabla 5. Altura de plántula 30 días (cm)

Tratamientos	Medias	Significancia			
T1 (Gallinaza 1kg/ha)	14,59	A			
T2 (Gallinaza 2kg/ha)	15,57	B			
T3 (Gallinaza 3kg/ha)	17,87	C			
T4 (Gallinaza 4kg/ha)	19,53	D			
E.E.	0,18				
C.V (%)	2,56				
Significancia	**				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Santelices, 2023

4.1.2 Altura de planta 60 días (cm)

La tabla 6 muestra las medias obtenidas al analizar la altura de planta a los 60 días; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 2,56%; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0001 < 0,05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El destacado fue el tratamiento: T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con un valor de 22,32 cm; seguido por el T3 (Gallinaza 3 kg/ha)

con 21,30 cm. El tratamiento de menor promedio fue: T1 (Gallinaza 1 kg/ha) con 19,55 centímetros.

Tabla 6. Altura de plántula 60 días (cm)

Tratamientos	Medias	Significancia			
T1 (Gallinaza 1kg/ha)	19,55	A			
T2 (Gallinaza 2kg/ha)	20,39		B		
T3 (Gallinaza 3kg/ha)	21,30			C	
T4 (Gallinaza 4kg/ha)	22,32				D
E.E.	0,12				
C.V (%)	1,35				
Significancia	**				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Santelices, 2023

4.1.3 Número de hojas 30 días (n)

La tabla 7 muestra las medias obtenidas al analizar el número de hojas a los 30 días; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 5,40%; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0001$ $<0,05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El destacado fue el tratamiento: T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con un valor de 6,47%; seguido por el T3 (Gallinaza 3 kg/ha) con 5,47%. El tratamiento de menor promedio fue: T1 (Gallinaza 1 kg/ha) con 4,18%.

Tabla 7. Número de hojas a los 30 días (n)

Tratamientos	Medias	Significancia			
T1 (Gallinaza 1kg/ha)	4,18	A			
T2 (Gallinaza 2kg/ha)	4,58	A			
T3 (Gallinaza 3kg/ha)	5,47			B	
T4 (Gallinaza 4kg/ha)	6,47				C
E.E.	0,11				
C.V (%)	5,40				
Significancia	**				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Santelices, 2023

4.1.4 Número de hojas 60 días (n)

La tabla 8 muestra las medias obtenidas al analizar el número de hojas a los 60 días; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 1,87%; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0001$ $<0,05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El destacado fue el tratamiento: T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con un valor de 12,40%; seguido por el T3 (Gallinaza 3 kg/ha) con 11,29%. El tratamiento de menor promedio fue: T1 (Gallinaza 1 kg/ha) con 9,23%.

Tabla 8. Número de hojas a los 60 días (n)

Tratamientos	Medias	Significancia			
T1 (Gallinaza 1kg/ha)	9,23	A			
T2 (Gallinaza 2kg/ha)	10,38		B		
T3 (Gallinaza 3kg/ha)	11,29			C	
T4 (Gallinaza 4kg/ha)	12,40				D
E.E.	0,08				
C.V (%)	1,87				
Significancia	**				

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

Santelices, 2023

4.2 Identificación del sustrato que permite el mayor desarrollo radicular de las plántulas de cacao.

4.2.1 Longitud del sistema radicular 30 días (cm)

La tabla 9 muestra las medias obtenidas al analizar la longitud del sistema radicular a los 30 días (cm); de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 2,22%; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0001$ $<0,05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El destacado fue el tratamiento: T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con un valor de 24,59 cm; seguido por el T3

(Gallinaza 3 kg/ha) con 22,72 cm. El tratamiento de menor promedio fue: T1 (Gallinaza 1 kg/ha) con 18,81 cm.

Tabla 9. Longitud del sistema radicular 30 días (cm)

Tratamientos	Medias	Significancia			
T1 (Gallinaza 1kg/ha)	18,81	A			
T2 (Gallinaza 2kg/ha)	20,97		B		
T3 (Gallinaza 3kg/ha)	22,72			C	
T4 (Gallinaza 4kg/ha)	24,59				D
E.E.	0,20				
C.V (%)	2,22				
Significancia	**				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Santelices, 2023

4.2.2 Longitud del sistema radicular 60 días (cm)

La tabla 10 muestra las medias obtenidas al analizar la longitud del sistema radicular a los 60 días (cm); de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 2,22%; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0001 <0,05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El destacado fue el tratamiento: T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con un valor de 27,38 cm; seguido por el T3 (Gallinaza 3 kg/ha) con 26,34 cm. El tratamiento de menor promedio fue: T1 (Gallinaza 1 kg/ha) con 24,63 cm.

Tabla 10. Longitud del sistema radicular 60 días (cm)

Tratamientos	Medias	Significancia			
T1 (Gallinaza 1kg/ha)	24,63	A			
T2 (Gallinaza 2kg/ha)	25,65		B		
T3 (Gallinaza 3kg/ha)	26,34			C	
T4 (Gallinaza 4kg/ha)	27,38				D
E.E.	0,13				
C.V (%)	1,22				
Significancia	**				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Santelices, 2023

4.3 Realización del análisis económico de los tratamientos en estudio.

4.3.1 Análisis económico (b/c)

El análisis económico se efectuó en la tabla 11 donde se reflejan los costos de cada actividad realizada en la investigación científica para determinar el costo de producción de cada tratamiento en estudio donde la elaboración del vivero tuvo un costo de 100 dólares que requirió la investigación científica de plántulas de cacao, además fue necesario conseguir la información del precio comercial de cada insumo agrícola usado en el estudio; donde el precio de cada plántula de cacao es de 0,50 dólares que acorde con el Instituto Nacional de Investigación Agropecuario es el precio fijado para cada plántula de cacao, con respecto al sustrato en estudio se determinó que el precio comercial es de 15,00 dólares 45 kilogramos de gallinaza. Según los datos los costos totales por cada tratamiento fueron; T1 (Gallinaza 1 kg/ha) con 524,00 dólares, T2 (Gallinaza 2 kg/ha) con 526,00 dólares, T3 (Gallinaza 3 kg/ha) con 529,00 dólares y T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con 532,00 dólares.

Tabla 11. Análisis económico (b/c)

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U	TRATAMIENTOS			
				T1	T2	T3	T4
Preparación de vivero		1	100	100,00	100,00	100,00	100,00
Transporte			70	70	70	70	70
Alimentación			60	60	60	60	60
Insecticida	1L	1	30	30	30	30	30
Labores culturales		1	100	100	100	100	100
Gallinaza			15	2,00	4,00	7,00	10,00
Fundas		480	60	60,00	60,00	60,00	60,00
Herramientas			40	40,00	40,00	40,00	40,00
Prácticas fitosanitarias	Jornal	2	20	40,00	40,00	40,00	40,00
Riego							
Agua	m3	1,600	0,02	22,00	22,00	22,00	22,00
Costos totales				524,00	526,00	529,00	532,00

Santelices, 2023

5. Discusión

El trabajo estuvo enfocado en el mejoramiento de la producción del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). con la aplicación gallinaza en diferentes fechas y dosis en el cantón Milagro provincia del Guayas.

Los resultados obtenidos en la investigación y su respectiva tabulación estadística en lo que respecta a la altura de la planta, el número de hojas, se pudo observar que el tratamiento destacado fue el T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con un valor de 22,32 cm al evaluar la altura de la planta a los 60 días; Según un estudio hecho por Villanueva, (2018) determinó que la mejor fuente orgánica en el incremento de las características biométricas de los plantones de cacao en fase de vivero. Los resultados manifestaron que la mayor altura de planta correspondió al tratamiento T5 (50.0% Gallinaza + 50.0% Tierra) con 56.5 cm, el mayor diámetro de tallo al tratamiento T7 (25.0% Guano de isla + 75.0% Tierra) con 8.37 cm², el mayor número de hojas al tratamiento T10 (33.5% Gallinaza + 66.5% Tierra) con 17.80 hojas/plantón, la mayor área foliar al tratamiento T10 (33.5% Gallinaza + 66.5% Tierra) con 378.09 cm². En acuerdo con Vargas (2020) menciona que se determinó la dimensión adecuada de envase, tipo de sustrato y la interacción entre estos. Se obtuvieron los mejores resultados con la dimensión de envase 8"x12"x2 mm y el tipo de sustrato 1: mezcla 3:1:1/4; tierra agrícola: cascarilla de arroz: gallinaza, respecto a las tres variables evaluadas.

Posteriormente de haber realizado el análisis e interpretación de datos, se determinó que el mejor tratamiento T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con un valor de 27,38 que obtuvo el mejor promedio en las características que se evaluaron en el estudio ya que se incrementó la longitud de las raíces a los 60 días; por lo que acorde con Cahuana, (2021) afirma que la gallinaza es la principal fuente de nitrógeno en la

fabricación de los abonos fermentados. Su principal aporte son el fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. Es un material compuesto por las excretas de las gallinas, residuos de alimentos, plumas, huevos rotos y el material fibroso de la cama con cal. Y según Payaca, (2021) indica que la gallinaza es un excelente abono orgánico de calidad, se compone de las deyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, por lo general es cascarilla de arroz mezclada con cal, en pequeñas proporciones, la cual se coloca en el piso; además, es un apreciado abono orgánico relativamente concentrado y de rápida acción.

En base al tercer objetivo específico análisis económico, se pudo observar que según los datos los costos totales por cada tratamiento fueron; T1 (Gallinaza 1 kg/ha) con 524,00 dólares, T2 (Gallinaza 2 kg/ha) con 526,00 dólares, T3 (Gallinaza 3 kg/ha) con 529,00 dólares y T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con 532,00 dólares; y acorde con Rosales, (2021) indica que las limitaciones que tienen los productores de cacao es la escasa fertilidad natural de los suelos, considerados fuertemente ácidos, y baja capacidad de retención, dan como resultados que los niveles de productividad del cultivo no sean los más adecuados, produce que las plántulas de cacao tengan deficiencia en el desarrollo fisiológico ya que la etapa de vivero es donde la planta debe recibir mayor cantidad nutrientes para estar preparado fisiológicamente para el campo definitivo. En acuerdo con García, (2015) menciona que la comercialización de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en viveros, se costean valores aproximados entre los \$0.10 y \$0.20 USD, cuya venta lo realizan entre \$0.30 y \$0.60 USD por planta; además observó en su estudio que el 75% del personal que labora en un vivero es femenino; dentro de las variedades se observó que el 40% siembra cacao nacional, mientras que el 60% utiliza CCN-51 y se constata que no siembra ramilla, la infraestructura de los viveros son de piso de

cemento, con cerramiento de hierro y sarán en el techo, en algunas ocasiones la infraestructura el cerramiento es de madera y alambre, con cerca viva de yuca de ratón. Por lo tanto, se acepta la hipótesis del estudio, indicando que algún tratamiento tuvo efecto en la producción de plántulas de cacao en vivero. siendo el tratamiento destacado el T4 (Gallinaza), administrado en dosis de 4 kg/ha.

6. Conclusiones

Una vez analizados los datos de esta investigación, se puede concluir:

En cuanto a variables agronómicas y productivas se obtuvieron mejores promedios en el tratamiento T4 (Gallinaza 4 kg/ha) siendo el de menor promedio el tratamiento T1 (Gallinaza 1 kg/ha).

Se determinó que los tratamientos sobresalientes en la longitud del sistema radicular del cultivo el destacado fue el tratamiento: El destacado fue el tratamiento: T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con un valor de 27,38 cm; seguido por el T3 (Gallinaza 3 kg/ha) con 26,34 cm. El tratamiento de menor promedio fue: T1 (Gallinaza 1 kg/ha) con 24,63 cm.

En el tercer objetivo se determinó en base al análisis económico los costos de cada tratamiento en estudio los valores que se presentaron fueron: T1 (Gallinaza 1 kg/ha) con 524,00 dólares, T2 (Gallinaza 2 kg/ha) con 526,00 dólares, T3 (Gallinaza 3 kg/ha) con 529,00 dólares y T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con 532,00 dólares.

7. Recomendaciones

De acuerdo con la presente investigación se recomienda:

Realizar investigaciones con diferente frecuencia de aplicación de gallinaza para mejorar el desarrollo del cultivo y poder definir más alternativas para el desarrollo de las plántulas de cacao y su manejo en viveros.

Desarrollar un estudio comparativo sobre el uso de gallinaza con diferentes dosis de aplicación, para determinar el efecto que produce el exceso de gallinaza en plántulas de cacao.

Utilizar el abono orgánico gallinaza en dosis de 4 kg/ha como complemento nutricional para potenciar el desarrollo y el incremento del rendimiento de plántulas de cacao en el cantón Milagro de la provincia de Guayas.

8. Bibliografía

- Anzules, V. B. (2018). Caracterización de fincas. Obtenido de *Revista Bosques Latitud Cero* 8(2), 39-50.
- Arévalo, M. (2017). *Manual Técnico del cultivo de cacao*. Obtenido de *Buenas Prácticas para América Latina*. Costa Rica: IICA.
- Balladares, F., Quevedo, J., y García, R. (2021). Efectos de biochar como enmienda edáfica en la calidad sensorial del cacao CCN-51 en el sector de Río Negro. *Revista agroecosistema*, 9(2), 66-77. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/471>
- Barrezueta, S., y Sisalima, P. (2021). Efectos de biochar en el desarrollo vegetativo de *Theobroma cacao* L. *Revista agroecosistema*, 9(2), 86-91. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/473>
- Bartra, W. (2019). *Efecto de la procedencia HMA, dosis de inoculación y fertilización en el desarrollo de plantas de cacao (Theobroma cacao L.) en etapa de vivero*. Tesis de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. Perú:UNIA. Obtenido de <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/201>
- Cahuana, C. (2021). *Evaluación del efecto de diferentes sustratos en el desarrollo de plantines de cacao (theobroma cacao l.) en el Centro Experimental del Ceibo Ltda. localidad Sapecho – Palos Blancos*. Tesis de la Universidad Mayor de San Andres. Bolivia: UMSA. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/26197>
- Correa, J. (2019). *Efecto de enmiendas cálcicas y orgánicas en la absorción de cadmio en plantones de cacao (Theobroma cacao L..) en la Región San Martín*. Tesis de la Universidad Nacional de San Martín. Perú: UNSM. Obtenido de <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3237>

- Cortez, R. (2021). *Características fenotípicas del cacao, influenciadas por la aplicación de algas marinas en el Ecuador*. Tesis de la Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9283>
- Cuenca, A. (2022). *Evaluación del efecto de nueve sustratos en la producción de plántulas del Clon IMC 67 de Theobroma cacao L., en vivero*. Tesis de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa: UNESUM. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3441>
- García, A. G. (2015). Obtenido de *Comercialización de plantulas de cacao CCN51 y nacional*. Santo Domingo de los Tsachilas.
- García, L. (2020). *Caracterización morfológica en las zonas de producción de cacao (Theobroma cacao L.) tipo Nacional en el cantón Babahoyo provincia de Los Ríos, Ecuador*. Tesis de la Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8493>
- Gil, N. (2018). *Efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro, en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.), sobre el desarrollo y rendimiento de la mazorca en la zona de Pueblo Viejo*. Tesis de grado de Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5038/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000121.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, P. (2017). *Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)* Tesis de la Universidad de Guayaquil, Guayas. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21560>
- Hipólito, E., Carcaño, M., Ramos, J., Vásquez, E., López, L., y Ricaño, J. (2017). Efecto de inoculantes bacterianos edáficos mixtos en el desarrollo temprano

- de cultivares mejorados de cacao (*Theobroma cacao* L.) en un sistema agroforestal tradicional del norte de Oaxaca, México.). *Revista Argentina de Microbiología*, 49(4), 356-365. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754117300585>
- Junco, D. (2019). *Manejo de labores culturales del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) de la finca Dos hermanos en la ciudad de Montalvo*. Tesis de grado de la Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6478>
- Macías, A., & Bravo, K. (2021). *Caracterización morfológica y fisiológica de 9 selecciones ancestrales de cacao nacional en Manabí*. Documento de investigación de la Escuela Superior Politécnica agropecuaria de Manabí . Calceta: ESPAM MFL. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1540>
- Macías, D. (2022). *Los micronutrientes y su importancia en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)*. Tesis de grado de la Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11363>
- Marquínez, A. (2021). *Eficiencia agronómica y económica de fertilizantes compuestos en cacao CCN-51*. Tesis de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí . Calceta: ESPAM MFL. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1433>
- Meza, M. A. (2019). Nutrición de portainjertos de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Minerva* 2(1), 63-78.
- Ministerio del Buen Vivir. (2016). *buenvivir.ec*. Obtenido de <http://plan.senplades.gob.ec/web/guest/inicio>

- Mosquera, B. (2021). *Importancia económica del cacao orgánico (Theobroma cacao L.) en el Ecuador*. Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9226>
- Noboa, F. (2019). *Efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao (Theobroma cacao L.) en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos*. Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3681/1/T-UTEQ-0172.pdf>
- Osorio, M., Leiva, E., y Ramírez, R. (2017). Crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en diferentes tamaños de contenedor. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(2), 73-82. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-01352017000200006
- Paspuel, M. (2018). *Respuesta del cacao a la aplicación del fertilizante "full cacao" en comparación con la fertilización convencional en Pangua*. Tesis de la Universidad Central del Ecuador. Quito: UCE. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15195>
- Payaca, H. (2021). *Dosis de gallinaza y sus efectos sobre las características agronómicas y rendimiento de Lactuca sativa L., var. Grandes Lagos "lechuga", Zungarococha - Loreto*. 2019. Tesis de la Universidad Nacional de La Amazonía Peruana. Iquitos: UNAP. Obtenido de <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7453>
- Peñaloza, J., Reyes, A., González, A., Pérez, D., y Sangerman, D. (2019). Fertilización orgánica con tres niveles de gallinaza en cuatro cultivares de papa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(5), 1139-1149. Obtenido

de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n5/2007-0934-remexca-10-05-1139.pdf>

- Rogel, W. (2016). *Evaluar el efecto de tres tipos de bioestimulantes radiculares*. Naranjal, provincia del Guayas: Tesis de la Universidad Agraria del Ecuador.
- Rosales, F. (2021). *Respuesta a la aplicación de cuatro dosis de algas marinas sobre las características agronómicas del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero en Aguaytía*. Tesis de la Universidad Nacional de Ucayali. Perú: UNU. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5223>
- Sánchez, R. (2020). *Evaluar el comportamiento de Carmenta foraseminis (Busck) Eichlin en el cultivo de cacao (*Theorboma cacao* L.) en Silvia - Huanta*. tesis de grado de la Universidad Nacional de huancavelica . Perú : UNH. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3687>
- Segura, D. (2022). *Fortalecimiento de la productividad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) con fertilización nitrogenada y potásica, cantón Alfredo Baquerizo Moreno, provincia del Guayas*. Tesisi de la Universidad de Guayaquil. Guayas: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59558>
- Vargas, H., Santa, F., y Lizárraga, A. (2020). Efecto de tamaño de envases y tres tipos de sustratos para la obtención de portainjerto de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero. *Revista Manglar*, 17(2), 127-133. Obtenido de <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/156>
- Villanueva, L. (2018). Efecto de los abonos orgánicos compost, guano de isla y gallinaza en el crecimiento de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en *Tingo María*. Universidad Nacional Agraria de la Selva . Perú: UNAS. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2055>

9. Anexos

Tabla 12. Altura de plántula (cm) 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de plántula (cm) 30 días	24	0,97	0,95	2,56

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	91,48	8	11,44	61,31	<0,0001
Tratamientos	89,89	3	29,96	160,64	<0,0001
Repetición	1,60	5	0,32	1,71	0,1924
Error	2,80	15	0,19		
Total	94,28	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,71865

Error: 0,1865 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 (Gallinaza 2kg/ha)	14,59	6	0,18	A
T2 (Gallinaza 3kg/ha)	15,57	6	0,18	B
T3 (Gallinaza 3kg/ha)	17,87	6	0,18	C
T4 (Gallinaza 4kg/ha)	19,53	6	0,18	D

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,99218

Error: 0,1865 gl: 15

Repetición	Medias	n	E.E.	
5	16,48	4	0,22	A
1	16,76	4	0,22	A
6	16,83	4	0,22	A
3	16,89	4	0,22	A
4	17,07	4	0,22	A
2	17,31	4	0,22	A

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

Santelices, 2023

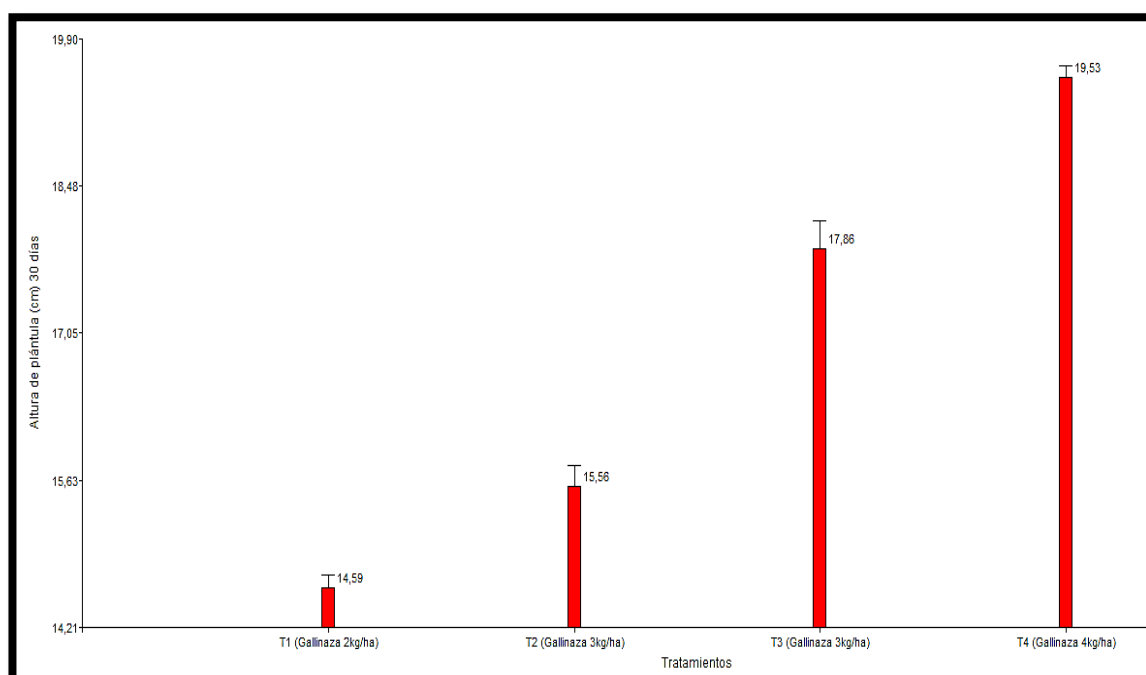


Figura 1. Altura de plántula (cm) 30 días

Santelices, 2023

Tabla 13. Altura de plántula (cm) 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de plántula (cm) 60 días	24	0,96	0,93	1,35

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,98	8	3,25	40,90	<0,0001
Tratamientos	25,56	3	8,52	107,32	<0,0001
Repetición	0,42	5	0,08	1,05	0,4260
Error	1,19	15	0,08		
Total	27,17	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46885*Error: 0,0794 gl: 15*

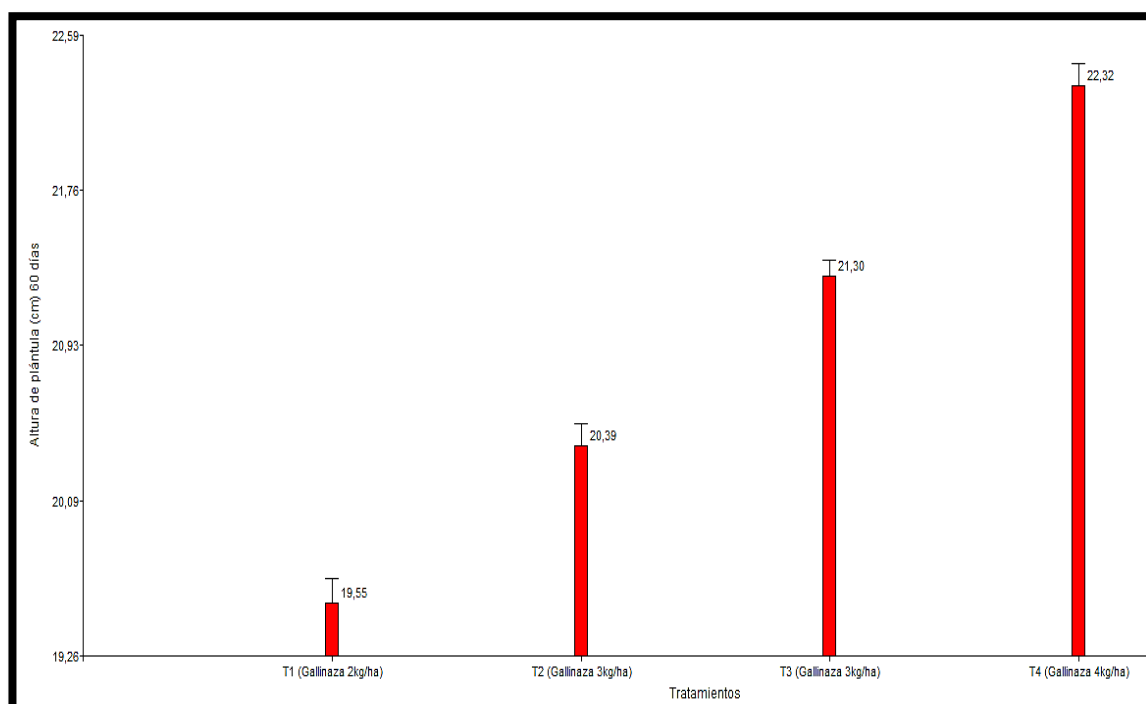
Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 (Gallinaza 2kg/ha)	19,55	6	0,12	A
T2 (Gallinaza 3kg/ha)	20,39	6	0,12	B
T3 (Gallinaza 3kg/ha)	21,30	6	0,12	C
T4 (Gallinaza 4kg/ha)	22,32	6	0,12	D

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,64731*Error: 0,0794 gl: 15*

Repetición	Medias	n	E.E.	
5	20,65	4	0,14	A
1	20,81	4	0,14	A
2	20,90	4	0,14	A
3	20,94	4	0,14	A
6	20,99	4	0,14	A
4	21,05	4	0,14	A

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

Santelices, 2023

**Figura 2. Altura de plántula (cm) 60 días**

Santelices, 2023

Tabla 14. Número de hojas (n) 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas (n) 30 días	24	0,94	0,91	5,40

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19,15	8	2,39	30,72	<0,0001
Tratamientos	18,74	3	6,25	80,17	<0,0001
Repetición	0,41	5	0,08	1,05	0,4241
Error	1,17	15	0,08		
Total	20,32	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46447*Error: 0,0779 gl: 15*

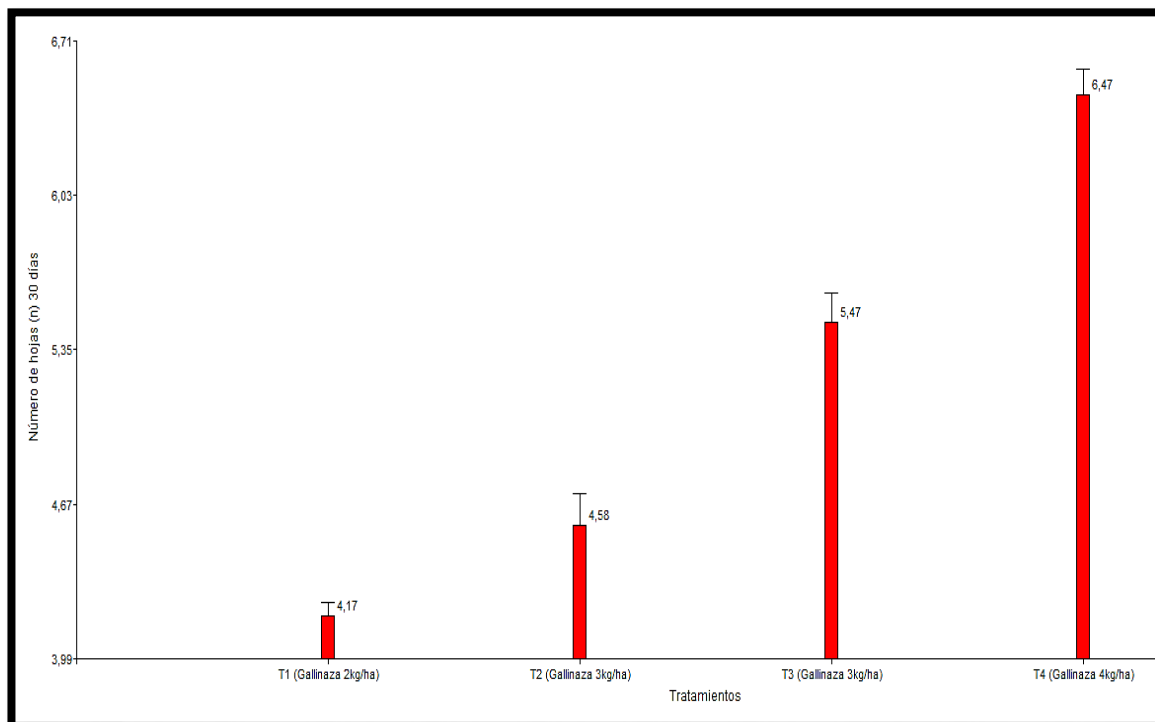
Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 (Gallinaza 2kg/ha)	4,18	6	0,11	A
T2 (Gallinaza 3kg/ha)	4,58	6	0,11	A
T3 (Gallinaza 3kg/ha)	5,47	6	0,11	B
T4 (Gallinaza 4kg/ha)	6,47	6	0,11	C

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,64126*Error: 0,0779 gl: 15*

Repetición	Medias	n	E.E.	
6	4,91	4	0,14	A
3	5,16	4	0,14	A
1	5,18	4	0,14	A
2	5,20	4	0,14	A
5	5,28	4	0,14	A
4	5,32	4	0,14	A

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

Santelices, 2023

**Figura 3. Número de hojas (n) 30 días**

Santelices, 2023

Tabla 15. Número de hojas (n) 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas (n) 60 días	24	0,98	0,97	1,87

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32,86	8	4,11	100,18	<0,0001
Tratamientos	32,66	3	10,89	265,56	<0,0001
Repetición	0,19	5	0,04	0,95	0,4794
Error	0,62	15	0,04		
Total	33,47	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,33694*Error: 0,0410 gl: 15*

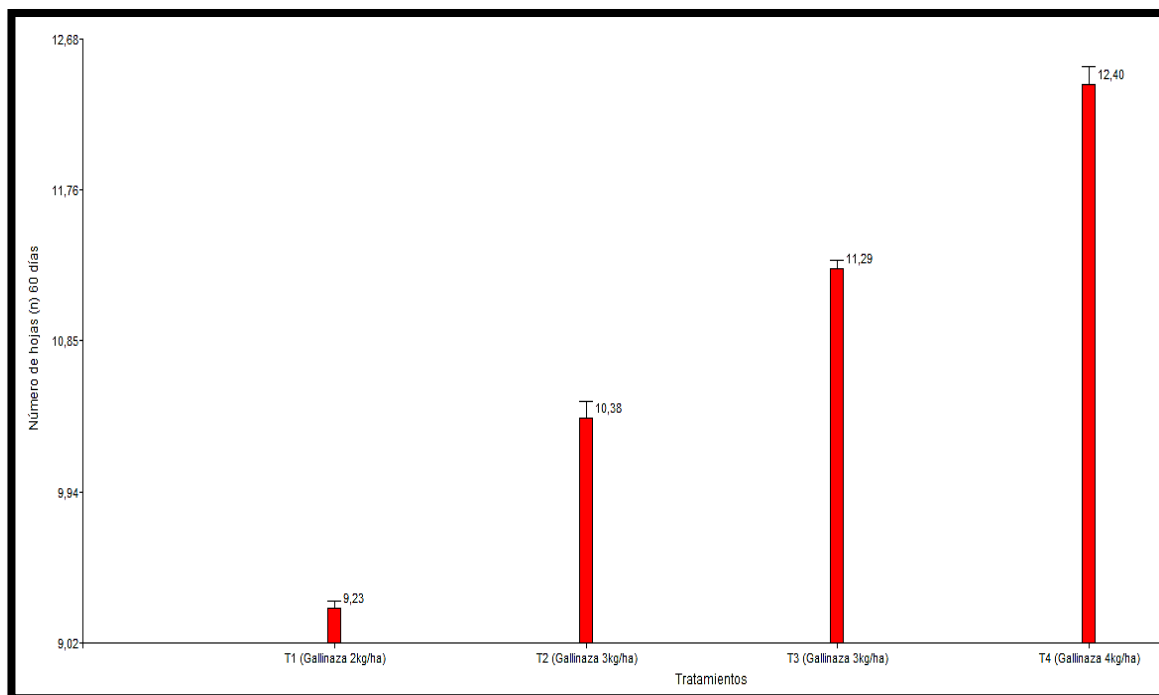
Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 (Gallinaza 2kg/ha)	9,23	6	0,08	A
T2 (Gallinaza 3kg/ha)	10,38	6	0,08	B
T3 (Gallinaza 3kg/ha)	11,29	6	0,08	C
T4 (Gallinaza 4kg/ha)	12,40	6	0,08	D

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46519*Error: 0,0410 gl: 15*

Repetición	Medias	n	E.E.	
1	10,70	4	0,10	A
6	10,79	4	0,10	A
5	10,80	4	0,10	A
4	10,82	4	0,10	A
3	10,86	4	0,10	A
2	11,00	4	0,10	A

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

Santelices, 2023

**Figura 4. Número de hojas (n) 60 días**

Santelices, 2023

Tabla 16. Longitud de raíz (cm) 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de raíz (cm) 30 días	24	0,97	0,95	2,22

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	112,16	8	14,02	60,05	<0,0001
Tratamientos	109,45	3	36,48	156,28	<0,0001
Repetición	2,70	5	0,54	2,32	0,0953
Error	3,50	15	0,23		
Total	115,66	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,80399*Error: 0,2334 gl: 15*

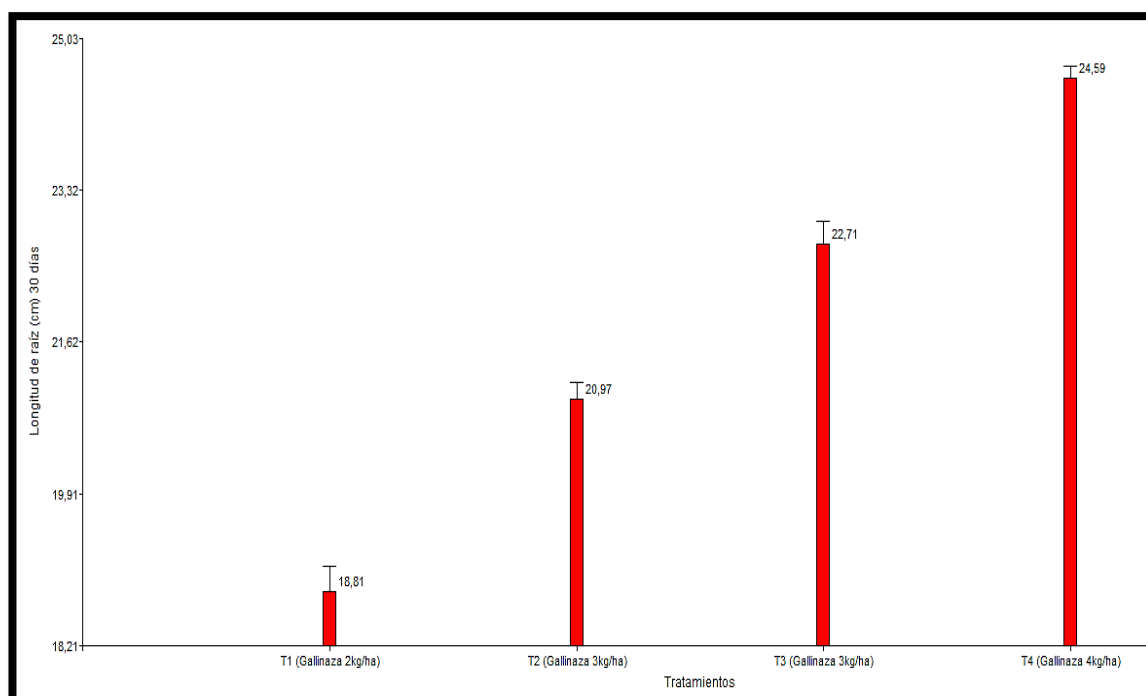
Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 (Gallinaza 2kg/ha)	18,81	6	0,20	A
T2 (Gallinaza 3kg/ha)	20,97	6	0,20	B
T3 (Gallinaza 3kg/ha)	22,72	6	0,20	C
T4 (Gallinaza 4kg/ha)	24,59	6	0,20	D

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,11001*Error: 0,2334 gl: 15*

Repetición	Medias	n	E.E.	
1	21,24	4	0,24	A
3	21,49	4	0,24	A
5	21,68	4	0,24	A
6	21,97	4	0,24	A
2	22,06	4	0,24	A
4	22,20	4	0,24	A

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

Santelices, 2023

**Figura 5. Longitud de raíz (cm) 30 días**

Santelices, 2023

Tabla 17. Longitud de raíz (cm) 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de raíz (cm) 60 días	24	0,94	0,91	1,22

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24,23	8	3,03	30,10	<0,0001
Tratamientos	24,08	3	8,03	79,78	<0,0001
Repetición	0,15	5	0,03	0,29	0,9104
Error	1,51	15	0,10		
Total	25,74	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52785*Error: 0,1006 gl: 15*

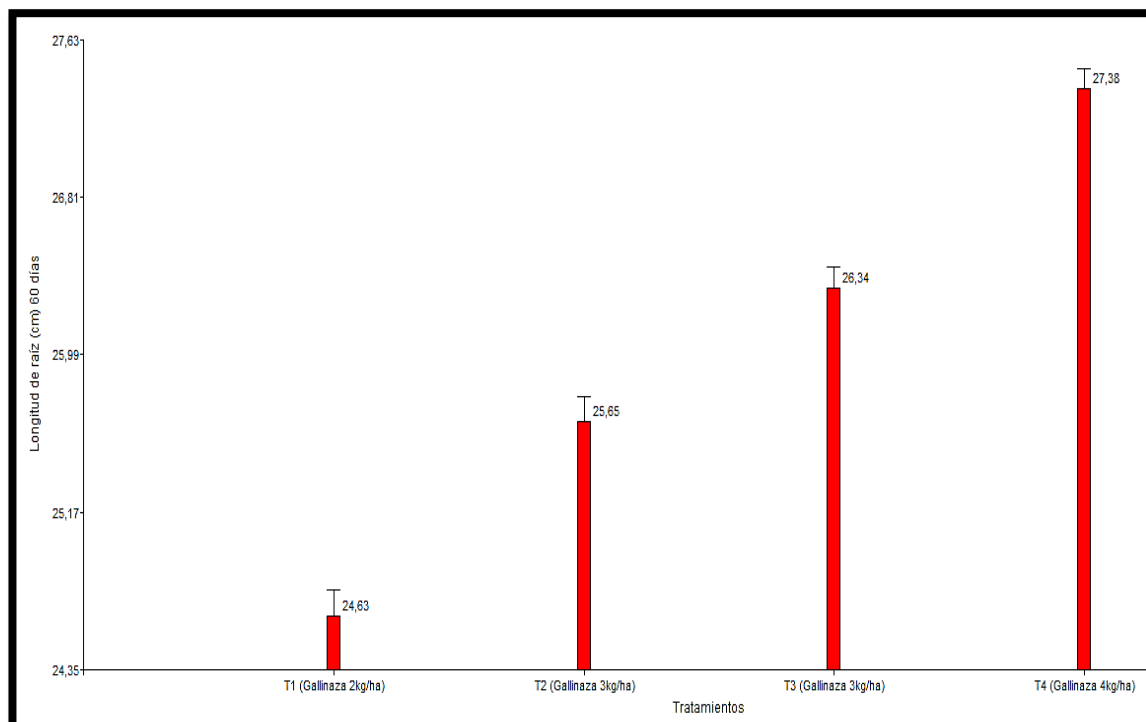
Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 (Gallinaza 2kg/ha)	24,63	6	0,13	A
T2 (Gallinaza 3kg/ha)	25,65	6	0,13	B
T3 (Gallinaza 3kg/ha)	26,34	6	0,13	C
T4 (Gallinaza 4kg/ha)	27,38	6	0,13	D

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,72876*Error: 0,1006 gl: 15*

Repetición	Medias	n	E.E.	
1	25,87	4	0,16	A
4	25,95	4	0,16	A
6	26,01	4	0,16	A
2	26,02	4	0,16	A
5	26,03	4	0,16	A
3	26,13	4	0,16	A

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

Santelices, 2023

**Figura 6. Longitud de raíz (cm) 60 días**

Santelices, 2023

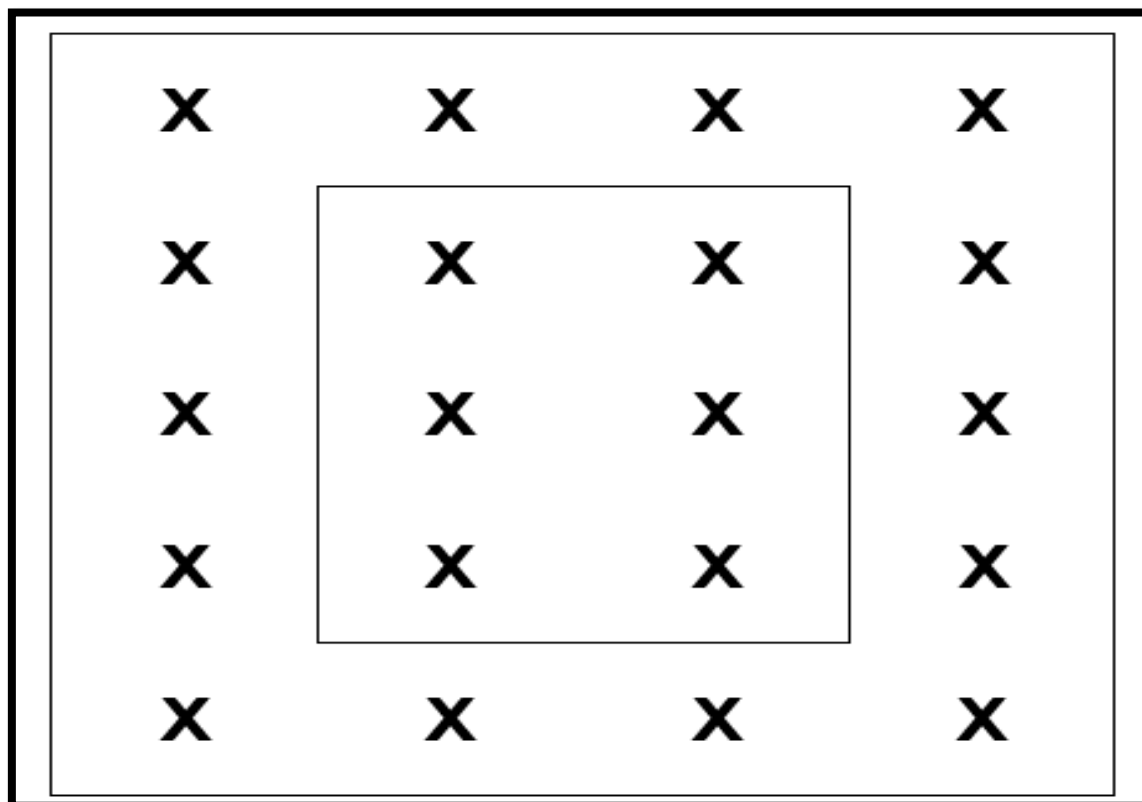


Figura 7. Unidad experimental
Santelices, 2023

T1	T2	T3	T4
T2	T3	T4	T1
T3	T4	T1	T2
T4	T1	T2	T3
T1	T2	T3	T4
T2	T3	T4	T1

Figura 8. Diseño experimental (DBCA)
Santelices, 2023



Figura 9. Preparación del sustrato
Santelices, 2023



Figura 10. Llenado del sustrato
Santelices, 2023



Figura 11. Bloque de tratamiento
Santelices, 2023



Figura 12. Germinación de plántulas
Santelices, 2023



Figura 13. Medición de área de estudio
Santelices, 2023



Figura 14. Separación de parcelas
Santelices, 2023



Figura 15. Colocación de carteles
Santelices, 2023



Figura 16. Identificación de tratamientos
Santelices, 2023



Figura 17. Visita del docente guía
Santelices, 2023



Figura 18. Recolección de datos
Santelices, 2023



Figura 19. Altura de plántula
Santelices, 2023



Figura 20. Desarrollo vegetativo T1
Santelices, 2023