



**Impacto del humus de lombriz y
algas marinas en la producción de
cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.)**

Impacto del humus de lombriz y algas marinas en la producción de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.)

Publicado por: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
Dir. Av. Quito km 1½ vía a Santo Domingo de los Tsáchilas,
Quevedo, Ecuador. www.uteq.edu.ec.

Derechos reservados: © Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador 2024.
Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología (DICYT).
Se autoriza la reproducción de esta publicación con fines educativos y otros que no sean comerciales sin permiso escrito previo detentar el derecho de autor, mencionando la cita.

Cita del libro: Alvarado H. y Ramos R., 2024. Impacto del humus de lombriz y algas marinas en la producción de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. 90 pp.

Revisión de Pares Externos: Víctor Hugo Reynel Chila
Magister en Gestión Ambiental
Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Esmeraldas
Benito Diomedes Guerrero Arboleda
Magister en Agronomía mención en mecanización agrícola
Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Esmeraldas

Primera Edición: Quevedo, Mayo del 2024.

ISBN: 978-9942-666-05-5

Equipo Editorial: Econ. Carlos Edison Zambrano, Ph.D.
Director

Ing. Javier Patiño Uyaguari, M.Sc.
Revisión y Corrección

Ing. J. Bladimir Mora Macías
Edición y Diagramación

ISBN: 978-9942-666-05-5



Derechos de Autor © 2023
Henry Wellington Alvarado Zamora
Rommel Arturo Ramos Remache

► PRESENTACIÓN

El Comité Editorial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) es la unidad encargada de promover, gestionar y administrar el conocimiento resultante de las actividades de investigación científica, la docencia y la vinculación de docentes y estudiantes. Dentro del procedimiento para el reconocimiento al profesorado y estudiantado de la UTEQ se contempla la publicación como libros de Tesis de grado y posgrado que se distingan por su innovación, metodología, rigor técnico o impacto social.

El Proyecto de Investigación en opción al grado de Magíster en Agronomía, Mención Producción Agrícola Sostenible de Henry Wellington Alvarado Zamora, obtenido en la “Universidad Técnica Estatal de Quevedo”, atiende a la normativa existente para ser publicado como libro y por ello el Comité Editorial de la UTEQ aprueba la visibilidad y acceso a la comunidad académica, científica y sociedad en general.



► **Impacto del humus de lombriz y algas marinas en la
producción de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.)**

AUTORES:

Henry Wellington Alvarado Zamora
Rommel Arturo Ramos Remache



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por brindarme su apoyo en este camino, regalándome inteligencia y sabiduría al terminar una nueva meta profesional.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por abrir sus puertas y brindar maestrías para los jóvenes que sueñan con cumplir sus metas propuestas.

De manera especial mi agradecimiento al Ing. Rommel Ramos Remache, M.Sc. Por su total apoyo como director del presente proyecto de investigación, impartiendo sus conocimientos como profesional y amigo para obtener un feliz término en este trabajo.

A mis padres, por ser los pilares fundamentales desde el inicio de mi vida.

De manera muy especial con gran respeto y admiración al señor y amigo William Palma Fajardo por ser parte de este logro quien me cedió un lote de su finca para realizar esta investigación.

Ing. Henry W. Alvarado Zamora

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación quiero dedicar en primera instancia a Dios nuestro padre y creador quien hizo que todo esto sea posible, guiándome en todos los problemas que se me han presentado superando los obstáculos con carácter y valentía y sobre todo las ganas de seguir en la aventura de la vida.

A mis hijos, Isabella y Zahir quienes son mi inspiración de lucha los que con su sonrisa me regalan la alegría inmensa de ser padre, el motivo por el cual me impulsa a cumplir todas las metas propuestas. A mi esposa Wendy Alcívar quien es mi motor y apoyo en cada uno de mis proyectos.

Ing. Henry W. Alvarado Zamora

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN..... 11

Capítulo I. Planteamiento de la investigación

1.1 Problema Científico..... 16

1.2 Hipótesis..... 16

1.3 Objetivos.....16

1.3.1 Objetivo General..... 16

1.3.2 Objetivos Específicos..... 16

Capítulo II. Fundamentación teórica de la investigación

2.1 Producción..... 18

2.2 El cultivo de cacao..... 18

2.3 Variedades del cacao..... 19

2.4 Clasificación comercial del cacao..... 19

2.5 Sistemas de cultivo..... 20

2.6 Enfermedades del cultivo..... 21

2.6.1 Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)..... 21

2.6.2 Mal del Machete (*Ceratocystis fimbriata*)..... 21

2.6.3 Mazorca Negra (*Phytophthora palmivora*)..... 22

2.7 Climatología del cultivo..... 23

2.8 Manejo de la producción..... 24

2.9 Uso de algas marinas en la agricultura..... 24

2.10 Uso de humus de lombriz en la agricultura..... 26

2.10.1 Ventajas químicas del humus..... 26

2.10.2 Ventajas físicas humus..... 26

2.11 Dosificaciones más usuales del humus de lombriz..... 27

2.12 Frecuencias y niveles..... 27

2.13 Algas marinas (Seaweed Extract)..... 28

2.14 Humus líquido de lombriz..... 29

2.15 Investigaciones realizadas..... 29

Capítulo III. Metodología

3.1	Ubicación de la investigación.....	39
3.2	Características edafoclimáticas del sitio experimental.....	39
3.3	Zona de vida.....	39
3.4	Material experimental.....	39
3.5	Materiales de campo.....	40
3.6	Materiales y equipos de oficina.....	40
3.7	Métodos de Investigación.....	41
2.7.1	Diseño experimental.....	41
2.7.2	Factores, niveles y tratamientos evaluados.....	41
3.8	Análisis de varianza.....	42
3.9	Variables experimentales evaluadas.....	43
2.9.1	Independiente.....	43
2.9.2	Dependiente.....	43
3.10	Manejo de la Investigación.....	44
2.10.1	Distribución y tamaño de las parcelas experimentales.....	44
2.10.2	Aplicación de los tratamientos.....	44
2.10.3	Manejo de la cosecha.....	44
2.10.4	Frecuencia del muestreo.....	44

Capítulo IV. Resultados

4.1	Intensidad de floración por planta.....	46
4.2	Intensidad de cosecha (mazorcas pl^{-1}) y peso promedio de almendras por mazorca(g).....	48
4.3	Peso promedio de cosecha en kg ha^{-1}	50
4.4	Análisis económico.....	52
	Discusión.....	55
	Conclusiones.....	58
	Bibliografía.....	60
	Anexos.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	Pág
Tabla 1.	Taxonomía del cacao.....18
Tabla 2.	Dosificaciones mínimas recomendadas para los diferentes usos.....27
Tabla 3.	Composición del bioestimulante a base de extractos obtenidos de algas marinas de Noruega.....28
Tabla 4.	Composición del humus líquido.....29
Tabla 5.	Características edafoclimáticas.....39
Tabla 6.	Materiales de campo empleados en el experimento....40
Tabla 7.	Materiales y equipos de oficina.....40
Tabla 8.	Tratamientos.....42
Tabla 9.	Análisis de Varianza.....42
Tabla 10.	Promedios y coeficientes de variación de la variable intensidad de la floración del clon de cacao CCN-51, registrada en los factores simples A. Frecuencias y B. Dosis de humus + Algas Marinas, Vines 2022.....46
Tabla 11.	Promedios y coeficientes de variación de la variable intensidad de cosecha y Peso promedio de almendra por mazorca del clon de cacao CCN-51, registrada en los factores simples A. Frecuencias y B. Dosis de humus + Algas Marinas, Vines 2022.....49
Tabla 12.	Promedios y coeficientes de variación de la variable peso promedio de cosecha en kg ha-1 del clon de cacao CCN-51, registrada en los factores simples A. Frecuencias y B. Dosis de humus + Algas Marinas, Vines 2022.....51
Tabla 13.	Costos fijos.....53
Tabla 14.	Costos de aplicación.....53
Tabla 15.	Análisis económico de los tratamientos estudiados en base el rendimiento de cacao seco en kg ha-1.....54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Pág
Figura 1. Interacción (Frecuencias x Dosis de humus + Algas marinas) de la variable Intensidad de la floración registrada en el clon de cacao CCN-51. Vines 2022.....	47
Figura 2. Interacción (Frecuencias x Dosis de humus + Algas marinas) de la variable Intensidad de Cosecha (mazorcas pl^{-1}) registrada en el clon de cacao CCN-51 Vines 2022.....	50
Figura 3. Interacción (Frecuencias x Dosis de humus + Algas marinas) de la variable Peso seco de cosecha en kg ha^{-1} registrada en el clon de cacao CCN-51. Vines 2022.....	52

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es usado como insumo para la posterior producción de chocolate y otros derivados, lo ha llevado a ser apreciado a nivel mundial por sus beneficios nutritivos y por su sabor, de aquí su importancia por la cual se ha convertido en un producto de significativa demanda, debido a sus presentaciones diversas es un producto accesible para todo tipo de público en general, aunque este fruto tiene su origen en el Continente Americano, la demanda que conlleva ha hecho que los cultivos de cacao se expandan en tres continentes: Asia, África y América (Martínez-Scott, 2023).

La demanda actual de los mercados propone nuevos sistemas de producción basados en una producción limpia u orgánica a base de desechos y sub-productos como el humus de lombriz y las algas marinas cuya importancia radica en altos contenidos de nutrientes, entre los cuales destacan N-P-K además de Ca, Mg, S, algunos aminoácidos, citoquininas, las giberelinas y auxinas, hormonas promotoras de la etapa de floración o también como control y prevención de las enfermedades causadas por hongos como *Phytophthora* spp. y otros, además es un extracto el cual contiene más de sesenta (Velasco et al., 2016).

En nuestro país se tienen un rendimiento promedio de 539.9 kg ha⁻¹, un rendimiento muy bajo que refleja diversos problemas que presenta el cultivo, tales como: *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp. M. roreri una enfermedad fungosa de la mazorca, capaz de provocar pérdidas hasta de un 90% de la producción, lo que la convierten en una principal amenaza para la productividad del cacao, por ende, se deberían realizar aplicaciones de humus más las algas marinas debido a que generan una mayor aparición de los cojinetes florales (Arias Sanmartín, 2021).

Dentro del Ecuador se destacan dos grupos genéticos de cacao, el CCN-51 de ascendencia trinitario y los clones EET 800 y 801, de ascendencia Nacional, cada uno de calidades diferentes y se cultivan

principalmente en la Región Costa, donde miles de personas están relacionadas con este cultivo. En nuestro país prevalecen las explotaciones que tienen menos de 50 ha (47%). Se tiene estimado que el 90% de la producción de cacao fino Nacional usa sistemas tradicionales y semitecnificados, en cuanto a la mayoría de cultivos de la variedad CCN-51 se efectúan en sistemas tecnificados (Arias Sanmartín, 2021).

La comercialización de los pequeños productores de cacao en la provincia de Los Ríos, se realiza mediante tres canales; el 73,2% vende al comerciante intermediario, el 12,5% vende de manera directa al exportador y el restante 14,3% da su cacao a asociaciones, las cuales se encargan de la comercialización directa (Barrezueta Unda, 2019 y Sisalima Morales, 2021).

En el Cantón Ventanas los productores de cacao muestran mucho interés en el manejo del cultivo, siendo el cacao el cultivo principal y puede asociarse con otros cultivos; tales como plátanos, cítricos, árboles maderables utilizados como sombríos y que a su vez generan una fuente importante de ingreso e incluso complementando el sistema de producción con la crianza de especies menores.

Con este antecedente, la presente investigación se propuso evaluar el efecto de las frecuencias y niveles de humus de lombriz más algas marinas en componentes productivos del clon de cacao CCN-51, con lo cual se pueda desarrollar una tecnología de producción limpia e innovadora a la vez incrementando la producción de cacao y disminuyendo el uso de pesticidas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN



1.1. Problema Científico

La baja producción de flores y frutos de cacao debido a bajos niveles de fertilidad, por el mal uso de pesticidas, ha causado una disminución significativa en el rendimiento de las almendras en el clon de cacao CCN-51 (15 a 20 quintales/ seco/ anual), provocando la pérdida de recursos económicos en sus productores.

1.2. Hipótesis Científica

La utilización de humus de lombriz y algas marinas en frecuencias y niveles adecuados, mejorará los componentes del rendimiento en el clon de cacao CCN-51.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar el efecto de las frecuencias y niveles de humus de lombriz más algas marinas en componentes productivos del clon de cacao CCN-51.

1.3.2. Objetivo Específicos

- Establecer las frecuencias adecuadas de aplicación de humus de lombriz más algas marinas en la producción del clon de cacao CCN-51.
- Determinar el nivel adecuado de humus de lombriz más algas marinas en la producción de cacao.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN



2.1. Producción

Según datos acerca de la producción mundial del cultivo de cacao, este ascendió a 4 700 toneladas en los años 2019/2020, teniendo así una tasa de crecimiento anual compuesto de un 3,7%. Costa de Marfil y Ghana agrupan cerca del 63% de la producción mundial de dicho producto. Como principal productor latinoamericano de cacao tenemos a Ecuador, en el año 2020 se exportaron 360,800 TM, mientras que en el año 2019 (301,337 TM); obteniendo así un crecimiento anual de 59,463 TM (19,73%) (Íñiguez Salinas, 2022).

En nuestro país los cultivos de cacao son los principales productos tradicionales que se tiene para la exportación. Debido a esto en la actualidad Ecuador es considerado a nivel internacional el país que comercializa más del 60 %, dicho porcentaje se usa para la elaboración de cacao, en este caso para el “fino de aroma”, por tal motivo se lo considera un elemento primario requerido y codiciado en las industrias europeas como también en las norteamericanas, con la finalidad de tener una mayor fabricación de sus exquisitos chocolates (Arias Sanmartin, 2021).

2.2. El cultivo de cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.), proviene del griego *Theobroma* que significa “alimento de los dioses”, y cacao, del azteca”. Esta especie se encuentra clasificada taxonómicamente de la siguiente manera (Sánchez-Mora et al., 2015).

Tabla 1. *Taxonomía del cacao.*

Nombre Científico	<i>Theobroma cacao</i> L.
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae

2.3. Variedades del cacao

Actualmente existe una variedad cuantiosa de cacao, se ha logrado una gran amplitud genética, esto a pesar de que en su momento originalmente existían solo dos tipos: el cacao criollo y el cacao forastero, habiendo el cruce de estos dos también se dio origen al cacao trinitario (Martínez-Scott, 2023):

- **Cacao forastero:** En la zona de América del Sur se limita su origen como centro principal, en Brasil como en África llegó a ser uno de los más cultivados, como características de este tipo de cacao se lo tiene con una cascara dura, más o menos lisa, una característica cascara que generalmente tiene una apariencia verduzca con tonalidades amarillentas, una apariencia redonda y semillas de un color morado aplanadas con un sabor amargo (Batista, 2009).
- **Cacao criollo:** Como centro de origen se lo tiene a Colombia, Centroamérica y Venezuela, como características sobresalientes se lo tiene al fruto como caracterizado con una cascara suave, con una curvatura borrosa finalizando así en una punta delgada, de un color violeta o tonalidad blanca su cascara, semillas dulces de las cuales se elabora el cacao fino (León-Villamar et al., 2016).
- **Cacao trinitario:** Surgiendo de un cruce del cacao criollo y forastero obtenemos el cacao trinitario, caracterizado por sus mazorcas de muchos colores y distintas formas, semillas más grandes, hojas grandes, gruesos troncos y plantas vigorosas, actualmente es la variedad más cultivada alrededor del mundo (Ballesteros, 2011).

2.4. Clasificación comercial del cacao

Actualmente Desde un punto de vista industrial y comercial, por lo general a nivel del mercado mundial los granos de cacao se catalogan en dos categorías (Abreu Cruz et al. 2018):

- **Cacao de aroma:** Tanto los granos de cacaos criollos y trinitarios pertenecen al cacao de aroma o fino, de manera usual se utiliza en

mezclas con granos forasteros u ordinarios, esto con la finalidad de elaborar sabores específicos, dichos granos tienen características únicas como color y aroma (González Vásquez, 2012).

- **Cacao ordinario:** Granos producidos por el cacao Forastero, usados para la fabricación de la manteca de cacao y productos con elevadas proporciones de chocolate (Quintero et al., 2004).

2.5. Sistemas de cultivo

Radican diferencias de importancia entre los distintos sistemas de producción del cacao. Se tiene estimado que para la producción del cacao nacional de aroma en un 90% se usan sistemas tradicionales (cultivo bajo sombra asociado a un sistema agroforestal/cacao) y semitecnificadas, para el caso del CCN51 se usa modelos de monocultivos ya sea semitecnificados o a su vez tecnificado (Velasco et al. 2016).

Debido a esto, tienen menores rendimientos los sistemas tradicionales en comparación con sistemas tecnificados en conjunto con los monocultivos. No obstante, los sistemas agroforestales en los cuales se los asocia con cacao brindan diversos beneficios a nivel ambiental, previniendo así la erosión de suelos, infiltraciones de agua, y equilibrando el clima en el que se encuentra el cultivo (Correa, 2010).

A pesar de esto, se puede decir que los costos de la producción por ha es de una suma de alrededor 250 dólares y el ingreso que se tiene en un cultivo de cacao tecnificado puede llegar a la suma de 1 000 dólares con rendimientos de 1 360 kg/ha (Callata, 2019).

Siendo así en un cultivo semi tecnificado de cacao, el rendimiento se verá reducido en valores a la mitad (680 kg/ha) y los costos se reducirán en un 20% fundamentalmente por la fertilización (Velasco et al., 2016).

2.6. Enfermedades del cultivo

En cultivos como el cacao uno de las mayores incidencias a las que se enfrenta un productor de cacao son las enfermedades del mismo, estas pueden originar pérdidas de hasta un 80% en la producción. Como principales enfermedades se encuentran: Moniliasis (*Moniliophthora roreri*), Mazorca Negra (*Phytophthora palmivora*), Escoba de Bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y el Mal del Machete (*Ceratocystis fimbriata*) (Uribe-Orozco et al., 2018).

2.6.1. Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

Esta plaga ataca de forma directa a los brotes, cojines florales, ramas y frutos del cacao, afectando tejidos en desarrollo, ocasionando aumento de los tejidos resultando en hipertrofias o las denominadas “deformaciones” (Abreu Cruz et al., 2018).

En los brotes de la planta se originan hinchamientos, que consecutivamente son secados. Si el ataque es de manera severa al nivel de los brotes en la copa, la planta sufrirá un stress que afectará el rendimiento (Martínez-Scott, 2023).

En los cojines florales se observa cómo se transforman los pedúnculos florales en brotes, también la formación de los frutos con una forma de chirimoya, posteriormente momificados. En tejidos afectados al instante de secarse surgen las estructuras que propagan el hongo causal de esta enfermedad (Callata, 2019). Dichas estructuras tienen una forma de paragüitas, color rosado y siendo capaces de originar un millón de esporas, las cuales se diseminan ayudadas por la lluvia e infectan a los órganos sanos de las plantas (Martínez-Scott, 2023).

2.6.2. Mal del Machete (*Ceratocystis fimbriata*)

Esta enfermedad arruina árboles enteros por lo que, las pérdidas pueden ser muy altas y cuantiosas. Por medio de lesiones se da el ataque en

los troncos y las ramas principales matando así a un árbol rápidamente (Arias Sanmartin, 2021).

Los primeros síntomas que se dan son la marchitez y el amarillamiento de las hojas y en este estadio el árbol en ya está muerto. En plazos de 2 a 4 semanas, se seca la copa entera, continuando las hojas muertas y marchitas pegadas al árbol durante un lapso de tiempo (Conde Flores et al., 2017).

Las lesiones pueden ser originadas dada la caída de las ramas de los árboles; por cortes de utensilios cortantes, tales como machetes al podar, deshierbar y cosechar, por el ataque de (*Xyleborus ferrugineus*), considerado como el transmisor (Martínez-Scott, 2023).

2.6.3. Mazorca Negra (*Phytophthora palmivora*)

Este logra atacar los tejidos de las plantas tales como: los cojinetes florales, chupones y plántulas en los viveros, produciendo una mancha color café en las hojas nuevas; asimismo está ligado con el cáncer del tronco y las raíces, pero su principal daño es en los frutos (Maroto et al., 2017).

Las estructuras reproductivas del microorganismo (zoosporas) subsisten en la hojarasca y los residuos provenientes de la cosecha en el suelo, así como en frutos ya momificados que se encuentran adheridos en el árbol, convirtiéndose en un foco de infección permanente (Maroto et al., 2017).

Estas zoosporas son diseminadas por el viento, la lluvia, los insectos y también por otros animales de los alrededores, los cuales contribuyen a transportar la infección a los frutos que se encuentran sanos y a otras partes de la planta de cacao (Arias Sanmartin, 2021).

Sintomatología

Este organismo ataca al fruto en cualquier estadio del desarrollo ocasionado así pérdidas económicas cuantiosas de hasta un 60 % de la producción. El ataque se muestra mayoritariamente de forma devastadora, esta enfermedad es uno de los factores limitantes en la producción del cacao a nivel mundial (Enríquez, 2017).

No obstante, para las condiciones que se dan en el trópico húmedo caluroso, que es el ambiente más favorecedor del cacao, los procesos fisiológicos de la planta se acrecientan cada cinco o seis meses, interviniendo así en la obtención de los frutos de cacao y por lo tanto la cosecha se verá concentrada en dos períodos anuales (Enríquez, 2017).

2.7. Climatología del cultivo

Se cultiva el cacao casi desde el nivel del mar hasta los 1 200 msnm, siendo así lo óptimo de 500 a 800 msnm; demandando suelos con textura franco-arcillosa, asimismo de un drenaje óptimo, el cual es muy esencial para el cultivo de cacao (Enríquez 2017).

Zonas óptimas son aquellas que poseen una temperatura media anual con valores de 25 a 26 °C; por debajo de estos valores se verá reducido el crecimiento vegetativo, floración y desarrollo de frutos; la luminosidad para estas plantaciones no se considera adecuada si tiene una menor intensidad lumínica del 50 % limita el rendimiento, mientras que intensidades superiores al 50 % del total de luz los aumenta (Maroto et al., 2017).

La humedad relativa necesaria del cultivo tiene un promedio del 70 a 80 %; también es necesario las precipitaciones óptimas para un desempeño alto en la cosecha, rangos de 1 500 y 2 000 mm; cuando el pH se encuentra en un rango de 6,0 a 6,5 el cacao tiende a desarrollarse eficientemente, por lo que se obtienen buenos rendimientos (Maroto et al. 2017).

2.8. Manejo de la producción

Conociendo los aspectos climatológicos acerca de la plantación de cacao se logra entender cómo funciona su fisiología, logrando así ver la importancia que se tiene al estar en la presencia de luz solar, agua, temperatura, velocidad del viento, humedad relativa y la intensidad solar, todo lo que en unión conlleva a que se presenten los procesos fisiológicos adecuados en la planta de cacao (Quintero R y Díaz Morales, 2004).

Procesos fisiológicos que al momento de la cosecha del producto se ven reflejados en la productividad, con una mayor cosecha de los frutos debido a que los procesos y factores externos (luz solar, agua, temperatura, velocidad del viento, humedad relativa y la intensidad solar) que conllevaron a la floración fueron de importancia al aumentar los cojinetes florales lo cual da como resultado una mayor cantidad de mazorcas sanas, si estas se encuentran en un lugar idóneo para su crecimiento (Quintero R y Díaz Morales, 2004).

2.9. Uso de algas marinas en la agricultura

La necesidad del uso de una agricultura sostenible y los comensales de productos orgánicos, se han elevado alrededor del mundo en estos últimos años. Debido a esto, el aumento de productos biológicos conlleva uno de los retos más grandes de la agricultura moderna. Siendo así la utilización de algas, una opción más factible a usar con dichos fines. Las algas, debido a que son organismos fotosintetizadores de organización sencilla, viven en ambientes muy húmedos y en el agua (Zermeño González et al., 2015).

El uso inadecuado de productos de origen químico en la agricultura, ha producido una pérdida en la capa fértil de los suelos agrícolas, disminuyendo su biodiversidad y eliminando así a los enemigos naturales de las plagas (Uribe-Orozco et al., 2018).

La necesidad de proteger el medio ambiente y contrarrestar efectos adversos que se obtienen por el cambio climático en la agricultura, ha

conllejado que se tomen medidas, las cuales han gozado de una gran aceptación, utilizando extractos de algas y vegetales, para agrandar los rendimientos en el campo agrícola y previniendo así diversas enfermedades que se dan en las plantas. Dichos extractos son productos biodegradables y con una baja o nula toxicidad para los seres vivos (Pérez-Madruga et al., 2020).

Entre los efectos que se tienen de las algas y extractos, se encuentran; la estimulación de germinación en las semillas, crecimiento en las plantas y mayor floración al retrasar la senescencia. Además, el crecimiento de raíces es estimulado, la maduración de frutos es adelantada, aumentando así la tolerancia en las plantas al momento de enfrentarse a un estrés abiótico como sequía, salinidad, altas temperaturas y heladas (López-Padrón et al., 2020).

Diversos estudios indican que al momento de aplicar las algas o derivados de las mismas al suelo, sus enzimas activan reacciones de hidrólisis enzimáticas catalíticas que son reversibles; al mismo tiempo, se hidrata y reestructura el suelo (Barrezueta- Unda et al., 2022).

Como diferencia en cuanto a los fertilizantes químicos, se observa que las algas liberan de una manera más lenta el nitrógeno y son ricas tanto en macro como en microelementos; por lo que se usan como fertilizantes del suelo. Asimismo, se emplean para disminuir la cantidad que se tenga de sodio intercambiable, lo que conlleva a la reparación de suelos sódicos (Abreu Cruz et al., 2018).

Además, se ha demostrado que, al usar el tratamiento con plantas de arroz y algas verde azuladas, se incrementa la producción que se tiene de los granos. En cereales, frutales, hortalizas de hojas y orquídeas (López-Padrón et al., 2020).

Se comprobó que se tuvo un efecto de bioestimulación, un aumento de la defensa frente a las enfermedades y un efecto protector contra el estrés salino, térmico e hídrico aumentando así el rendimiento y en los cítricos

(además de la aplicación foliar también se realizó en el suelo), promovió disponibilidad de los azúcares, incrementando así el tamaño de frutos y mejorando no solo su calidad si no, incrementando la longitud y potencial osmótico del tallo (López-Padrón et al., 2020).

2.10. Uso de humus de lombriz en la agricultura

Es un proceso en el cual la materia orgánica (MO) es degradada a su último estado de descomposición, el cual se da por medio de microorganismos en el cual la lombriz excretará un 60% para abono orgánico y un valor del 40 % será asimilado y se convertirá en biomasa de lombriz (Conde Flores et al., 2017).

2.10.1. Ventajas químicas del humus

Ventajas químicas presentes al momento en que se tiene contacto con el cultivo de interés, entre ellas están (Callata, 2019):

- Aumenta la disponibilidad de compuestos como el Nitrógeno, Fósforo y Azufre, primordialmente el Nitrógeno.
- Acrecienta la eficiencia en los procesos de fertilización, específicamente del Nitrógeno.
- Inactiva residuos de diversos plaguicidas dada su capacidad de absorción.
- Inhibe crecimientos de bacterias y hongos, los cuales afectan a las plantas.

2.10.2. Ventajas físicas humus

Dentro de las ventajas físicas al momento de la aplicación del humus tenemos (Callata, 2019):

- Mejora la estructura del suelo, dando soltura incluso a los suelos pesados, compactados y ligosos de suelos arenosos y sueltos.
- Mayor ventilación.
- Mayor permeabilidad.

- Disminuye la erosión presente en el suelo, acrecienta la capacidad retentiva de humedad.
- Ayuda al suelo en la retención de energía calorífica, ya que confiere un color oscuro al suelo.
- Favorece al crecimiento de raíces en las plantas.
- Mejora la porosidad.

2.1.1. Dosificaciones más usuales del humus de lombriz

Es importante indicar que no existe el denominado exceso de dosis cuando se trata del humus, como suele ocurrir con otros tipos de fertilizantes (químicos, estiércoles, mantillos, entre otros), en la siguiente tabla se encuentran las dosificaciones mínimas recomendadas (Machicado et al., 2019).

Tabla 2. *Dosificaciones mínimas recomendadas para los diferentes usos.*

Tipo de planta	Cantidad	Frecuencia
Hortícolas	1kg/m ²	1 vez durante la temporada
Semilleros	20% del sustrato	1 vez durante la temporada
Abonado de fondo	8-10kg/m ²	1 vez durante la temporada
Ornamentales	150 gramos/planta	1 vez durante la temporada
Rosales y leñosas	0,5 gr – 1 kg / m ²	1 vez durante la temporada
Árboles frutales	2 kg. por árbol	1 vez durante la temporada

2.1.2. Frecuencias y niveles

La frecuencia del uso de los insumos, se puede definir como la frecuencia con la cual se aplica un producto ya sea orgánico o químico a un determinado cultivo, particularmente en etapas determinadas del ciclo de vida del plantío, este se ve expresado en días (Arias Sanmartín, 2021). Se denomina niveles a todo aquello que es capaz de ser medible y también susceptible para poder expresarse de manera numérica, la misma tiene la capacidad de aumentar o de mermer, en la agricultura depende de la cantidad o grado aplicada a algún agente (Arias Sanmartín, 2021).

El mismo autor, manifestó que los productos químicos tienen la capacidad de inducir en el patógeno lesiones, ya sean estas estructurales o funcionales e inclusive provocando la muerte del mismo”.

Existen grados de toxicidad creados los cuales se basan en la DL (dosis letal), DL 50 (dosis letal 50), que ostentan un cierto valor el cual es práctico (Sánchez-Mora et al., 2015).

2.13. Algas marinas (Seaweed Extract)

- **Composición**

Bioestimulante a base de extractos obtenidos de algas marinas de Noruega: El extracto que se obtenga de las algas marinas provenientes de Noruega (*Ascophyllum nodosum*) se considera como selección superlativa para su posterior uso en los cultivos extensivos tales como: hortalizas, frutales y ornamentales (Intagri, 2017).

El extracto va a contener más de sesenta nutrientes, principalmente N-P-K además de calcio, azufre, magnesio, micronutrientes aminoácidos, y las hormonas promotoras de crecimiento citoquininas, giberelinas y auxinas, como se lo demuestra en la siguiente tabla (Intagri, 2017).

Tabla 3. Composición del bioestimulante a base de extractos obtenidos de algas marinas de Noruega.

Macronutrientes	Oligoelementos
Nitrógeno (N)	0,10 – 0,38
Fósforo (P2O5)	0,10 – 0,20%
Potasio (K2O)	0,96 – 1,80%
Calcio (Ca)	0,88 – 2,60%
Magnesio (Mg)	0,41 – 0,88%
Azufre (S)	1,70 – 2,00%
Cloro (Cl)	0,24 – 0,48%
Sodio (Na)	0,28 – 0,40%

Micronutrientes

Boro (B)	9,60 – 12,0 ppm
Manganeso (Mn)	1,20 – 6,00 ppm
Hierro (Fe)	18,00 ppm
Cobre (Cu)	0,48 – 1,8 ppm
Cobalto (Co)	0,12 – 1,3 ppm
Zinc (Zn)	4,2 – 12,0 ppm

2.14. Humus líquido de lombriz

• Composición

La composición química que se tiene del humus líquido va a depender de la utilización de sustrato usada para la conformación del humus sólido, por lo general está siempre va a variar, pero siempre va a tener compuestos químicos para cualquiera que sea la vía de la obtención. Tal como se lo demuestra en la siguiente tabla (Borges et al., 2014).

Tabla 4. *Composición del humus líquido.*

Componente	Valores	Componente	Valores
pH	7 – 7,5	Calcio (CaO)	1 000 ppm
Materia Orgánica	0,5 – 1,2 %	Manganesio (MgO)	1 000 ppm
N-NO-3	250 ppm	Zinc	3 – 10 ppm
N-NH+4	4 500 ppm	Cobre	3 –10ppm
Nitrógeno total	1,8-2,3 %	Proteína	7,3 %
Fosforo asimilable	2 400 ppm	Densidad	1,04 Kg/l
Potasio total	0,5 0,8 %	Ácidos Fúlvicos	2,8-5,8%

2.15. Investigaciones realizadas

- Sarmiento-Sarmiento et al., 2019, sostienen que para aplicar diferentes alternativas sostenibles de abonado en diferentes cultivos, es indispensable tener en cuenta la factibilidad económica.

- En ese sentido, pese a que los mayores rendimientos fueron obtenidos por el tratamiento HL8AM4, se propone utilizar 4 t ha⁻¹ de humus de lombriz aplicados en dosis completa a los 30 dds y 2 litros ha⁻¹ de crema de algas marinas foliar a los 30 y 60 dds (HL4AM2) como alternativa de abonamiento orgánico para el cultivo de sandía variedad Santa Amelia. Así mismo, se recomienda continuar investigando nuevas alternativas de abonamiento orgánico para lograr así la obtención alimentos saludables en sistemas de producción agrícola sostenible.
- En el trabajo realizado por (Borges et al., 2014), manifiestan que la aplicación foliar de humus líquido proveniente del lixiviado de la lombriz *E. foetida*, suministrado a una concentración del 50ml/L cada siete días (cuatro aplicaciones mensuales) en plantas de morera incrementó su biomasa aérea y radical durante su etapa de vivero, permitiendo disponer de plantas acondicionadas orgánicamente para garantizar su adaptación y desempeño productivo cuando sean trasladadas al campo.
- Así mismo (Velasco et al., 2016), afirman que cuando se aplicó 8 L de humus líquido por 36 L de solución stock del cultivo hidropónico, las plantas tuvieron el mayor peso (40.7%), la mayor altura (39%) y la mayor longitud (42%), respecto al testigo. La dosis óptima de humus líquido más micorrizas es de 6 L por 36 L de solución stock, es la que estimuló un mayor crecimiento y peso de cultivo de lechuga en condiciones de hidroponía.
- Además, el uso de humus líquido disminuyó el tiempo de producción de 60 a 52 días, lo cual baja los costos de producción y anticipa la llegada al mercado en una semana. Ese hecho demuestra que al usar simultáneamente el humus líquido-micorrizas y teniendo la solución con macro y micronutrientes en balance adecuado se mejora la productividad del cultivo, pero no se debe entender que los ácidos húmicos son fertilizantes sino más bien actúan estabilizando el pH, creando mejores condiciones para la absorción de nutrientes y así la

planta se nutre más eficientemente y pueda rendir mejor.

- De igual manera (Borges et al., 2014) ,concluyen que en el análisis de varianza de los datos no reveló interacción entre la concentración de humus y la frecuencia de aplicación, lo cual permite suponer que ambos factores respondieron de forma independiente.
- En investigación realizada por (López Pérez et al., 2019) ,sostienen que las plantas tratadas con aspersiones foliares de humus líquido tuvieron indicadores morfológicos y productivos superiores al tratamiento control. La dosis más efectiva de humus líquido fue 9 L ha⁻¹ por lo que se recomienda aplicar la misma en el cultivo del ajo para la localidad de Topes de Collantes.
- De acuerdo con (López Padrón et al., 2020) ,demuestran que las macro y microalgas tienen un enorme potencial como bioestimulantes, biofertilizantes, promotores del crecimiento y rendimiento de las plantas, mitigadores de estrés abióticos y biocidas. Los efectos que provocan los extractos de algas en la germinación de las semillas, la calidad de los frutos y la defensa de las plantas frente a plagas y patógenos son satisfactorias. Por estas razones se puede recomendar la aplicación de estos bioproductos en la agricultura.
- Según (Intagri, 2017) se muestra que uno de los extractos vegetales más conocidos y aplicados en la nutrición vegetal son los derivados de algas marinas. Se ha reportado que la incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos, debido a que se administra a los cultivos no sólo todos los macro y micronutrientes en pequeñas cantidades, sino también 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. Dentro de los compuestos ya identificados en los extractos de algas marinas, se tienen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol, así como vitaminas, cerca de 5 000 enzimas y algunos compuestos biocidas que hacen más resistentes a las plantas de ataques de plagas y enfermedades.

- Algunos experimentos que se han realizado en diversos países demuestran la efectividad de las algas marinas en cultivos como: el cacahuete, en el cual incrementó el volumen de semilla, el contenido de proteína; coliflor, el diámetro del florete se incrementó significativamente; en crisantemo, se redujo considerablemente la población de araña roja y de áfidos; en chile pimiento, se incrementó la absorción de B, Cu, Fe, Mn y Zn; en maíz y frijol, se obtuvieron incrementos en el rendimiento de 1,5 % y 7,7 %, respectivamente; en pepino cv. pepino va, el rendimiento se incrementó más de 40%, la vida de anaquel se incrementó de 14 a 21 días y se redujo la población de araña roja; y en tomate, se incrementó la resistencia a heladas.
- La aplicación de algas marinas como bioestimulantes son una tecnología muy prometedora, los resultados en su aplicación práctica son favorables, además de que son amigables con el ambiente, pues no contaminan ni son residuales. Sin embargo, se desconocen muchos aspectos sobre su aplicación para sacarles un buen provecho.
- Fomenta que la aplicación foliar del lixiviado de humus de lombriz tuvo un efecto positivo sobre los indicadores del crecimiento y productividad evaluados para el cultivo de la habichuela, así como en el rendimiento agrícola, en comparación con el testigo sin aplicación del bioproducto (Rodríguez-Fernández, 2017).
- De tal manera (Gómez Machado et al., 2017), evaluaron que con la utilización de 6 t ha⁻¹ de humus de lombriz se logra los mejores indicadores del rendimiento del cultivo, en el T4 – B. japonicum + humus de lombriz (6 t ha⁻¹).
- En el trabajo realizado por (Liriano González et al., 2017), sostienen que los mayores valores de respuesta, logrados en cada una de las variables estudiadas durante el crecimiento de las plántulas de tomate, se lograron con la aplicación de fondo de humus de lombriz a 4 t ha⁻¹ + Lixiviado de humus de lombriz (1 L/50 L de agua) aplicado sobre el follaje a los 15 días de la germinación de la semilla. La apli-

cación de humus de lombriz estimula el crecimiento de las plántulas, resultando en un incremento de la eficiencia en la producción de plántulas de tomate.

- También (Machicado et al., 2019), indican que la dosis 1 (1:3) de caldo de humus de lombriz es más eficiente en la investigación porque es el que contiene mayor % de NPK en el sustrato, ya que obtuvo mejor rendimiento en las variables agronómicas y de rendimiento. La utilización de caldo de humus de lombriz para la producción de paprika tiene efectos significativos en las diferentes variables de respuesta es así que se obtuvo con el T2 dosis1(1:3) una altura de planta de 57.65cm.
- De igual manera en la publicación de (Machicado et al., 2019), entre los efectos de las algas y sus extractos, se encuentran; la estimulación de la germinación de las semillas, el crecimiento de las plantas y la floración y el de retrasar la senescencia. Por otra parte, estimulan el crecimiento de las raíces, adelantan la maduración de los frutos, aumentan la tolerancia de las plantas a estrés abiótico como la salinidad, sequía, altas temperaturas y heladas y poseen efectos fortificantes.
- Asimismo (Abreu Cruz et al. 2018), concluyen que los resultados obtenidos evidencian que el humus de lombriz puede constituir una alternativa eficaz para reducir el uso de fertilizante químico sin afectar la productividad, en el cultivo de *C. annuum*. también refirieron el efecto beneficioso del humus de lombriz en diferentes procesos fisiológicos e indicadores del crecimiento y desarrollo del pimiento y otros cultivos como el número de flores emitidas y el rendimiento de los frutos.
- En la investigación ejecutada por (Callata, 2019), concluyó que para las variables fenológicas el tratamiento T-3 fue el más precoz con 64,25 días a la floración y el mismo tratamiento presento menor tiempo a la cosecha con 125,5 días a la cosecha. En cuanto a las variables de

rendimiento, el tratamiento T-3 obtuvo el mayor rendimiento por planta con 745,75 g, para la variable peso por planta el mejor peso se obtuvo con el mismo tratamiento con 9,7 g peso, para la variable número de frutos se obtuvo 78.25 frutos con el tratamiento T-3, por lo tanto, el mejor rendimiento se obtuvo con el tratamiento T-3 con 3,7 kg m².

- Los resultados generados en la investigación de (Martínez-Scott, 2023), indican que la aplicación de fertilizantes orgánicos combinados con ácidos húmicos y lixiviado de lombriz, son una alternativa sustentable para aumentar los rendimientos de cosecha y obtener productos de mayor calidad. Los resultados indican que el tratamiento combinado fue el que registro la mayor producción de pimiento T3=10,3 kg.m² mientras que el testigo la menor T4=7,3 kg. m².
- En el estudio realizado por (Zermeño Gonzalez et al., 2015), concluyen que la aplicación del extracto de alga marina *Sargassum* spp., al suelo y vía foliar a una plantación de vid cv. Shiraz incremento el contenido de clorofila de las hojas de las plantas. El mayor contenido de clorofila, no afecto el intercambio neto de bióxido de carbono entre el dosel del viñedo y la atmósfera, ni el rendimiento de frutos. La aplicación del extracto solo al suelo aumento la acidez, mientras que la aplicación al suelo y vía foliar disminuyo el pH. Ninguna de las aplicaciones afectó los grados Brix del jugo de los frutos.
- Asimismo (Uribe-Orozco et al., 2018), en su investigación observaron que las plantas de cilantro a mayor concentración de harina de algas marinas presentaron más flores y frutos. Estos resultados indican que las hormonas presentes en la harina de las algas podrían promover el crecimiento de las raíces, además mencionan que los experimentos realizados con diversas plantas, usando productos de algas, tienen un mejor desarrollo de raíz y área foliar, obteniendo así una mayor producción en los cultivos.

- Del mismo modo (Conde Flores et al., 2017). Concluyen que el uso de abono foliar orgánico de solución de humus de lombriz permitió tener una muy buena respuesta agronómica en el cultivo de quinua, observando una mayor altura en la planta, así como en la panoja también se obtuvo mayor rendimiento por planta, la solución es fácil de implementar para el pequeño y mediano productor tiene un buen retorno de capital invertido y una buena ganancia.
- El nivel de aplicación que permitió obtener la mejor respuesta agronómica en el cultivo de quinua en las variedades de Jacha Grano y Kurmi con la incorporación del abono foliar fue el del tratamiento T5 y T6, alcanzando mejores alturas por planta, panoja y rendimiento por hectárea. El uso de abono foliar a base de humus de lombriz en los niveles del T5 y T6, desde el punto de vista económico resultaron ser las de mayor rentabilidad.
- En el estudio realizado por (Sánchez-Mora et al., 2013), la floración del cacao fue superior con las asociaciones laurel, Fernán Sánchez y guayacán en relación a la especie maderable caoba, en las épocas seca y lluviosa ($p < 0.05$), Con respecto al efecto de los tipos y niveles de zeolita, no se reportaron diferencias significativas. La superioridad del laurel y Fernán Sánchez en cuanto a la floración, se asocia a la mayor luminosidad que estas especies maderables dejan penetrar debido a su copa más pequeña y estrecha.
- De tal manera (Barrezueta Unda et al., 2022), manifestaron que el principal efecto observado y que interesa al agricultor es el peso de la semilla, destacándose los tratamientos: T1 (50 g de BCC + 50 g de humus) y T3 (50 g de BCB + 50 g de humus), que presentaron los valores más altos, y que se ubican sobre el promedio obtenido por otros investigadores en tratamientos con fertilizaciones químicas.
- También (Sánchez-Mora et al., 2013), manifiesta en su estudio que, en el análisis de la interacción “Especies maderables y los tipos y niveles de zeolita” sobre la fructificación del “CCN-51” en el periodo

de lluvias, indica que el cultivo de cacao bajo el fernánsanchez alcanza la mayor fructificación con el 30% de ZC e igual al guayacán. La fertilización con la inclusión de zeolita RM se registró un mayor número de mazorcas sanas y rendimiento de cacao seco. El cacao “CCN-51” presentó su mayor producción en la época seca.

- En la investigación de (Unda y Morales, 2021), observaron que el uso de biochar + gallinaza causa efectos en la altura y peso de las almendras, mostrando el mejor resultado con dosis del T2 y T1 respectivamente. Estos resultados determinaron que su empleo es conveniente para su desarrollo vegetal, pero que se deben ajustar mejor la dosis, para lograr con los restos de las cosechas de cacao un manejo sostenible de la fertilidad de las cacaoteras.
- Hernán y Pariona, 2011, evaluaron la fertilización con nitrógeno y potasio en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) Clon ICS 95 en Cubantia-Pangoa en la variable peso almendra por mazorca (g) obtuvo un promedio de 85,63 g por dosis de 140 kg.ha⁻¹.
- Las investigaciones de (Gómez, 2019) quien evaluó la fenología de floración, producción y comportamiento de injertos de genotipos de (*Theobroma cacao* L.) en proceso de selección obtuvo un promedio de 120,10 en floración.
- Sarango, 2009 evaluó el efecto de tres niveles de fertilización química en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), variedad ramilla CCN 51, parroquia San Jacinto del Búa – cantón santo domingo obtuvo un valor de 298,90 en la variable floración.
- Barrezueta-Unda, 2019 evaluó las propiedades de algunos suelos cultivados con cacao en la provincia El Oro, Ecuador, en el cual la variable peso promedio de cosecha en kg/ha del clon de cacao CCN-51 obtuvo un promedio general de 2 570,24 kg ha⁻¹.

- Ramos Remache et al., 2023 evaluó en la zona de piedemonte de Guasaganda, Ecuador, con el objetivo de seleccionar preliminarmente clones de cacao con mejor grado de adaptación a las condiciones agroclimáticas locales. Se probaron en total seis clones de cacao, EET-48, EET-62, EET-96, EET-103 y EET-544, de ascendencia Nacional y CCN-51 tipo Trinitario. Se avaluó el comportamiento productivo y sanitario frente a los factores climáticos. Los clones EET-103 y EET-544 se mostraron más precoces, fueron mayores productores de frutos sanos en los tres años con 998 y 868 mazorcas acumuladas. Por otra parte los mayores rendimientos anuales de cacao seco lo registraron CCN-51 y EET-103 con valores de 2336.4, 2310.4 kg ha⁻¹.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA



3.1. Ubicación de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo en la localidad San Antonio, del Cantón Vinces, provincia de Los Ríos, cuyas coordenadas geográficas fueron 1°26'38" de latitud Sur y 79°35'38" de longitud Oeste, a 14 msnm.

3.2. Características edafoclimáticas del sitio experimental

Tabla 5. *Características edafoclimáticas.*

Topografía	Plana
Textura	Franco - Arenosa
Temperatura media	25,3 °C
Temperatura máxima	30.4 °C
Temperatura mínima	21,2 °C
Precipitación media anual	1466mm
Humedad relativa promedio anual	82 %

Fuente: *Municipio del cantón Vinces y registro GPS IN SITU. 2019.*

3.3. Zona de vida

La presente localidad donde se realizó la investigación está dentro de la zona agroecológica, según el sistema de zonas de vida de HOLDRIDGE. L corresponde a la formación de bosque seco Tropical, (bs-T).

3.4. Material experimental

- Clones de cacao CCN-51.
- Humus líquido.
- Algas Marinas

3.5. Materiales de campo

Tabla 6. *Características edafoclimáticas.*

Concepto	Unidad	Cantidad
Bomba de motor de 20L	u	3
Machete	u	3
Equipo de protección personal	u	1
Cinta métrica	u	1
Letreros	u	27
Cámara fotográfica	u	1
Vaso medidor de producto	u	1
Mesa de trabajo	u	1
Tijeras de podar	u	3
Mascarilla de protección	u	3
Valde de 20L	u	2
Libro de campo	u	1

3.6. Materiales y equipos de oficina

Tabla 7. *Materiales y equipos de oficina*

Concepto	Unidad	Cantidad
Cuaderno de campo	u	3
Bitácora	u	3
Pluma	u	1
Computadora	u	1
Calculadora	u	1

3.7. Métodos de Investigación

3.7.1. Diseño experimental

El experimento fue realizado bajo un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) con un arreglo Bi-factorial (AxB). El Factor A estuvo conformado por las frecuencias de aplicación (F1. Cada 15 d; F2. Cada 21 d. y F3. Cada 30 d.), mientras que el Factor B estuvo conformado por las dosis de aplicación de humus líquido de lombriz en combinación con algas marinas por tanque de 200L (D1. 2L de humus de lombriz + 3 L algas marinas; 4L de humus de lombriz + 2L algas marinas y 6L de humus de lombriz + 1L algas marinas), lo que dio como resultado 9 tratamientos (Tabla 8) dispuestos en 3 repeticiones. Las variables de respuesta fueron sometidas al correspondiente análisis de varianza (ADEVA) (Tabla 8) y para las comparaciones de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). El análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico Infostat versión 2017.1.2 desarrollado por Di Rienzo et al. (2019). La construcción de las gráficas de las interacciones se realizó en Excel Profesional Plus 2019.

3.7.2. Factores, niveles y tratamientos evaluados

Factor A (Frecuencias)

- F 1. Cada 15 días
- F 2. Cada 21 días
- F 3. Cada 30 días

Factor B (Humus de lombriz y Algas marinas)

- Dosis 1: Dos litros de humus de lombriz más tres litros de algas marinas por tanque de 200Litros.
- Dosis 2: Cuatro litros de humus de lombriz más dos litros de algas marinas por tanque de 200L.
- Dosis 3: Seis litros de humus de lombriz más un litro de algas marinas por tanque de 200L.

Tabla 8. *Tratamientos.*

Nº	Código	Descripción
T1	A1B1	Frecuencia 1 (15 días) mas 2 litros de humus de lombriz más 3 litros de algas marinas por tanque de 200L.
T2	A1B2	Frecuencia 1 (15 días) mas 4 litros de humus de lombriz más 2 litros de algas marinas por tanque de 200L.
T3	A1B3	Frecuencia1 (15 días) mas 6 litros de humus de lombriz más 1 litro de algas marinas por tanque de 200L.
T4	A2B1	Frecuencia 2 (21 días) mas 2 litros de humus de lombriz más 3 litros de algas marinas por tanque de 200L.
T5	A2B2	Frecuencia 2 (21 días) mas 4 litros de humus de lombriz más 2 litros de algas marinas por tanque de 200L.
T6	A2B3	Frecuencia 2 (21 días) mas 6 litros de humus de lombriz más 1 litro de algas marinas por tanque de 200L.
T7	A3B1	Frecuencia 3 (30 días) mas 2 litros de humus de lombriz más 3 litros de algas marinas por tanque de 200L.
T8	A3B2	Frecuencia 3 (30 días) mas 4 litros de humus de lombriz más 2 litros de algas marinas por tanque de 200L.
T9	A3B3	Frecuencia 3 (30 días) mas 6 litros de humus de lombriz más 1 litro de algas marinas por tanque de 200L.

3.8. Análisis de varianza

Tabla 9. *ADEVA.*

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos (t-1)	8
Factor A: Frecuencias (3-1)	2
Factor B: Dosis de humus más algas marinas (3-1)	2
FA x FB: (A-1) (B-1)	4
Repeticiones (r-1)	2
Error Experimental t (r-1)	16
Total (t x r) – 1	26

3.9. Variables experimentales evaluadas

3.9.1. Independiente

Aplicación (Humus líquido y Algas marinas).

3.9.2. Dependiente

3.9.2.1. Intensidad de la floración (flores pl^{-1})

Para el registro de esta variable, se contabilizaron las flores abiertas por planta en horas de la mañana, se tomaron al azar cinco de las 10 plantas de la unidad experimental, el registro de datos se lo realizó mediante la observación visual a partir de la segunda aplicación de los tratamientos.

3.9.2.2. Intensidad de cosecha (mazorcas pl^{-1}) y peso promedio de almendra por mazorca(g)

Para el efecto, se contabilizaron las mazorcas cosechadas en las diez plantas de la unidad experimental, luego dicho valor se registró por planta, el registro de datos se lo realizó mediante la observación visual en las fases finales del experimento (150 días del experimento), asegurando que las mazorcas cosechadas eran producto de los tratamientos aplicados.

3.9.2.3. Peso seco de la cosecha en kg ha^{-1}

Se extrajo las almendras a partir de las mazorcas fisiológicamente maduras, cosechadas en cada tratamiento y repetición, se pesaron en una balanza gramera de dos dígitos y estos pesos se multiplicaron por el factor de conversión a peso seco de 0.35.

3.10. Manejo de la Investigación

3.10.1. Distribución y tamaño de las parcelas experimentales

Las parcelas experimentales de cacao CCN – 51, se distribuyeron en 9 tratamientos con un total de 270 plantas, cada tratamiento estará conformado por 3 repeticiones de las cuales estuvieron inmersas 10 plantas que en su totalidad, fueron 90 plantas por tratamiento y repetición, los tratamientos se diferenciarán mediante una cinta amarilla (T1), azul (T2), rojo (T3) verde (T4), rosado (T5), negro (T6), café (T7), morado (T8), naranja (T9).

3.10.2. Aplicación de los tratamientos

- Se aplicó 81 litros de producto (dosis de Humus líquido más algas marinas y agua= tratamientos) en 270 plantas (300mL pl^{-1}).
- Se realizó muestreos de 5 plantas al azar por parcela útil para determinar la intensidad total de flores y frutos.

3.10.3. Manejo de la cosecha

Luego de realizar la cosecha los frutos, se procederá a la fermentación durante 4 días y por último al secado y pesado.

3.10.4. Frecuencia del muestreo

Se efectuó un muestreo inicial del número de flores de las parcelas, frutos y mazorcas antes de la aplicación de los tratamientos; así como a los 15 días después de cada aplicación, en base a los tratamientos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS



4.1. Intensidad de floración por planta

La intensidad de floración registrada a los 15 d a partir de la primera aplicación de los tratamientos, en el clon de cacao CCN-51 bajo el efecto del humus de lombriz y algas marinas se observan en la Tabla 10. Allí se aprecian los promedios y coeficientes de variación de la variable mencionada, registrados en los factores simples A. Frecuencias y B. Dosis de humus + Algas Marinas. En cuanto al Factor A existió un efecto significativo de las Frecuencias de aplicación. La Frecuencia 21 d. de aplicación de las dosis de humus + algas marinas presentó una mayor intensidad de floración con 580.00 flores por clon.

Tabla 10. *Promedios y coeficientes de variación de la variable intensidad de la floración del clon de cacao CCN-51, registrada en los factores simples A. Frecuencias y B. Dosis de humus + Algas Marinas, Vines 2022.*

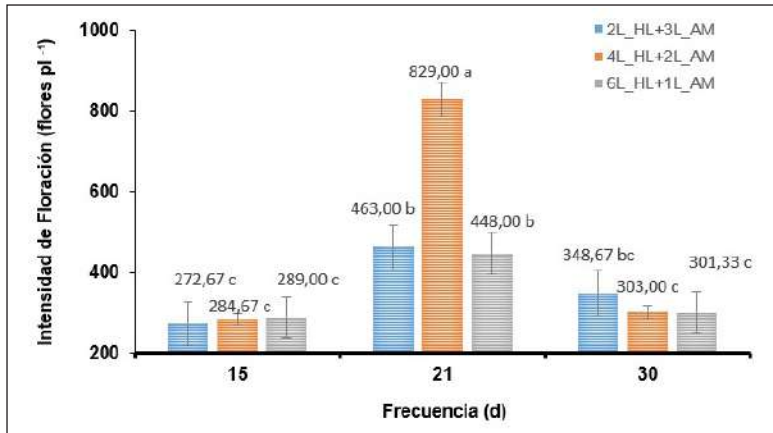
Factores	Intensidad de la Floración (flores pl -1)
A. Frecuencias	
15d	282.11 b
21d	580.00 a
30d	317.67 b
B. Humus + Algas Marinas	
2L. de Humus + 3L AM	361.44 b
4L. de Humus + 2L AM	472.22 a
6L. de Humus + 1L AM	346.11 b
C.V.(%)	10.08

* Promedios en cada columna con letras diferentes difieren estadísticamente (Tukey $p<0.05$)

Respecto a las dosis de humus + algas marinas se obtuvo que también existió un efecto significativo, la dosis que presentó la mayor intensidad de floración fue la Dosis 4L. de Humus + 2L AM, con un promedio de 472.22 flores por planta.

En la Figura 1 se puede apreciar las interacciones de los factores A. Frecuencias x B Dosis de humus + Algas marinas. Se observa que la mejor

interacción fue para el Tratamiento (5) 4L HL + 2L AM, aplicados en una frecuencia de 21 d, lo cual permite obtener un promedio de 829 flores por clon de cacao, el cual superó estadísticamente a los demás tratamientos.



* Promedios en cada columna con letras diferentes difieren estadísticamente (Tukey $p < 0.05$)

Figura 1. Interacción (Frecuencias x Dosis de humus + Algas marinas) de la variable Intensidad de la floración registrada en el clon de cacao CCN-51. Vines 2022.

4.2. Intensidad de cosecha (mazorcas pl-1) y peso promedio de almendras por mazorca(g)

En la Tabla 11 se observan los promedios y coeficientes de variación de la variable intensidad de cosecha expresada en número de mazorcas cosechadas por planta y peso promedio de almendras por mazorca en gramos del clon CCN-51 registrados a la cosecha, en los factores simples A. Frecuencias y B. Dosis de humus + Algas Marinas. Respecto al factor A se encontró diferencias estadísticas significativas para las Frecuencias en la intensidad de cosecha, mientras tanto, no hubo efecto significativo en el peso de promedio de almendras por mazorca. La Frecuencia 21 d. de aplicación de las dosis de humus + algas marinas presentó una mayor intensidad de cosecha, con un promedio de 51.00 mazorcas cosechadas por planta.

En relación a las dosis de humus + algas marinas se observó que existió también un efecto significativo en la intensidad de cosecha, sin embargo, en la variable peso promedio de almendras por mazorca no se observó un efecto significativo, la dosis que presentó la mayor intensidad de cosecha fue la Dosis 2. 4L. de Humus + 2L AM, con un promedio de 43.78 mazorcas cosechadas por planta.

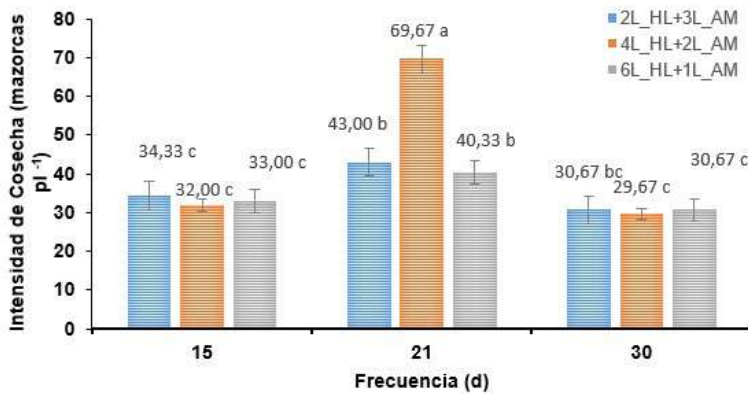
El efecto no significativo de los tratamientos en la variable peso promedio de almendras por mazorca de cacao (g) se atribuye al factor genético del clon (Arciniegas Leal, 2005). Los coeficientes de variación para estas variables fueron de 4.71 y 5.99%, respectivamente.

Tabla 11. Promedios y coeficientes de variación de la variable intensidad de cosecha y Peso promedio de almendra por mazorca del clon de cacao CCN-51, registrada en los factores simples A. Frecuencias y B. Dosis de humus + Algas Marinas, Vines 2022.

Factores	Intensidad de cosecha (mazorcas pl-1)	Peso promedio de almendras por mazorca (g)
A. Frecuencias		
15d	282.11 b	34.22 a
21d	580.00 a	34.44 a
30d	317.67 b	34.22 a
B. Humus + Algas Marinas		
2L. de Humus + 3L AM	361.44 b	33.89 a
4L. de Humus + 2L AM	472.22 a	35.56 a
6L. de Humus + 1L AM	346.11 b	33.44 a
C.V.(%)	10.08	

* Promedios en cada columna con letras diferentes difieren estadísticamente (Tukey $p < 0.05$)

En la Figura 2 se pueden apreciar las interacciones de los factores A. Frecuencias x B Dosis de humus + Algas marinas. Se logró comprobar que la mejor interacción fue para el Tratamiento (5) 4L HL + 2L AM, aplicados en una frecuencia de 21 d, lo cual permite obtener un promedio de 69.67 mazorcas por clon de cacao.



* Promedios en cada columna con letras diferentes difieren estadísticamente (Tukey $p<0.05$)

Figura 2. Interacción (Frecuencias x Dosis de humus + Algas marinas) de la variable Intensidad de la floración registrada en el clon de cacao CCN-51. Vines 2022.

4.3. Peso promedio de cosecha en kg ha^{-1}

En la Tabla 12 se aprecian los promedios y coeficientes de variación de la variable Peso promedio de cosecha en kg ha^{-1} del clon CCN-51 en los factores simples A. Frecuencias y B. Dosis de humus + Algas Marinas. En cuanto al factor A existieron diferencias significativas para las Frecuencias de aplicación. La Frecuencia 21 d. de aplicación de las dosis de humus + algas marinas presentó un mayor peso en la producción con $1972.15 \text{ kg ha}^{-1}$.

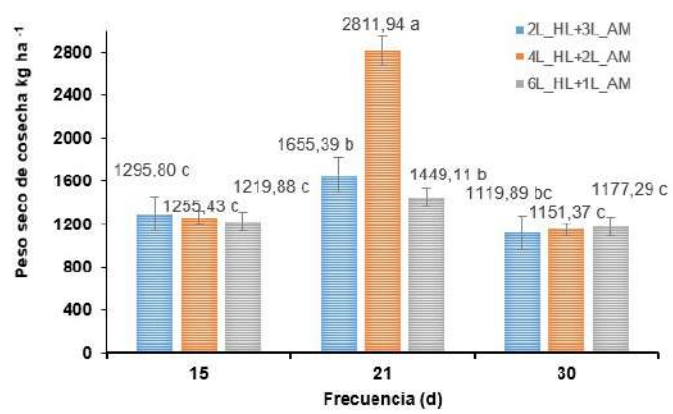
Respecto a las dosis de humus + algas marinas se obtuvo que también existió un efecto significativo, la dosis que presentó el mayor rendimiento de cosecha fue la Dosis 4L. de Humus + 2L AM, con un promedio de $1739.58 \text{ kg ha}^{-1}$.

Tabla 12. Promedios y coeficientes de variación de la variable peso promedio de cosecha en kg ha^{-1} del clon de cacao CCN-51, registrada en los factores simples A. Frecuencias y B. Dosis de humus + Algas Marinas, Vices 2022.

Factores	Peso promedio de cosecha kg ha^{-1}
A. Frecuencias	
15d	1257.04 b
21d	1972.15 a
30d	1149.51 b
B. Humus + Algas Marinas	
2L. de Humus + 3L AM	1357.03 b
4L. de Humus + 2L AM	1739.58 a
6L. de Humus + 1L AM	1282.09 b
C.V.(%)	4.27

* Promedios en cada columna con letras diferentes difieren estadísticamente (Tukey $p < 0.05$)

En la Figura 3 se alcanzan observar las interacciones de los factores A. Frecuencias x B Dosis de humus + Algas marinas. Se pudo evidenciar que la mejor interacción fue para el Tratamiento (5) 4L HL + 2L AM, aplicados en una frecuencia de 21 d, lo cual se logró obtener un peso de $2811.94 \text{ kg ha}^{-1}$ de cosecha por el clon de cacao, lo cual nos da a entender que no son necesarias dosificaciones grandes de humus de lombriz más algas marinas para obtener un óptimo peso promedio de cosecha en kg ha^{-1} , lo cual económicamente hablando es un beneficio para el pequeño y mediano productor.



* Promedios en cada columna con letras diferentes difieren estadísticamente (Tukey $p<0.05$)

Figura 3. Interacción (Frecuencias x Dosis de humus + Algas marinas) de la variable Peso seco de cosecha en kg ha⁻¹ registrada en el clon de cacao CCN-51. Vines 2022.

4.4. Análisis económico

En la Tabla 15 se presenta el análisis económico de los tratamientos estudiados en función del rendimiento kg ha⁻¹ con para el Tratamiento (5) 4L HL + 2L AM, aplicados en una frecuencia de 21 d, se obtuvo mayor rendimiento en peso seco de almendras con 2811.94 kg ha⁻¹ lo que permitió obtener un ingreso bruto de \$ 7424.26, a un costo de tratamiento de \$426.85, por lo que existió una ganancia de \$ 6997.41, esto se atribuye al bajo costo que representan los bio-insumos humus líquido y algas marinas, así como también, su aplicación. Sin embargo, su efecto positivo en el cultivo, permite evidenciarse en el rendimiento final de las almendras.

No obstante, los tratamientos que presentaron una menor dosificación de humus de lombriz más algas marinas también presentaron menores beneficios a nivel de los demás tratamientos debido a que presentaron menores ingresos por la cosecha.

Tabla 13. *Costos fijos*

N°	Tratamientos	Costo (\$)
1	Combustible para riego	75.00
2	Poda de mantenimiento en 275 pl a \$0.25	84.00
3	Jornales de mantenimiento 20 Jornales a \$10	200.00
Total (\$)		200.00

Tabla 14. *Costos de aplicación*

N°	Tratamientos	Costo (\$)
1	Frecuencia 1 (15 días) mas 2 L de HL más 3 L de AM por tanque de 200L (12 aplicaciones). 2.4 L HL (\$4.00) + 3.6L AM (\$6.00).	31.20
2	Frecuencia 1 (15 días) mas 4 L de HL más 2 L de AM por tanque de 200L (12 aplicaciones). 4.8 L HL (\$4.00) + 2.4 L AM (\$6.00).	33.60
3	Frecuencia1 (15 días) mas 6 L de HL más 2 L de AM por tanque de 200L (12 aplicaciones). 7.2 L HL (\$4.00) + 1.2 L de AM (\$6.00)	36.00
4	Frecuencia 2 (21 días) mas 2 L. de HL más 3 L. de AM por tanque de 200L (8 aplicaciones). 1.6L de HL (\$4.00) más 2.4 L. de AM (\$6.00).	20.08
5	Frecuencia 2 (21 días) mas 4 L. de HL más 2 L. de AM por tanque de 200L (8 aplicaciones). 3.2 L. de HL (\$4.00) más 1.6L. de AM (\$6.00).	22.40
6	Frecuencia 2 (21 días) mas 6 L de HL más 1 L de AM por tanque de 200L (8 aplicaciones). 4.8L de HL (\$4.00) más 0.8L de AM (\$6.00).	24.00
7	Frecuencia 3 (30 días) mas 2 L de HL más 3 L de AM por tanque de 200L (6 aplicaciones). 1.2 L de HL (\$4.00) más 1.8 L de AM (\$6.00).	15.60
8	Frecuencia 3 (30 días) mas 4 L de HL más 2 L de AM por tanque de 200L (6 aplicaciones). 2.4 L de HL (\$4.00) más 1.2L de AM (\$6.00).	16.80
9	Frecuencia 3 (30 días) mas 6L de HL más 1L de AM por tanque de 200L (6 aplicaciones). 3.6L de HL (\$4.00) más 0.6L de AM (\$6.00).	18.00
Total (\$)		217.68

Tabla 15. *Análisis económico de los tratamientos estudiados en base el rendimiento de cacao seco en kg ha⁻¹*

Nº	Tratamientos	Peso seco kg ha.1	Rendimiento QQ ha ⁻¹	Ingresos* (\$)	Costos fijos (\$)	Costos de apli- cación(\$)	Costo total (\$)	Utilidad neta (\$)
1	Frecuencia 1 (15 días) mas 2 litros de humus de lombriz más 3 litros de algas marinas por tanque de 200L.	1295.80	28.51	3421.25	404.45	31.20	435.65	2985.60
2	Frecuencia 1 (15 días) mas 4 litros de humus de lombriz más 2 litros de algas marinas por tanque de 200L.	1255.43	27.62	3314.67	404.45	33.60	438.05	2876.62
3	Frecuencia1 (15 días) mas 6 litros de humus de lombriz más 1 litro de algas marinas por tanque de 200L.	1219.88	26.84	3220.81	404.45	36.00	440.45	2780.36
4	Frecuencia 2 (21 días) mas 2 litros de humus de lombriz más 3 litros de algas marinas por tanque de 200L.	1655.39	36.42	4370.67	404.45	20.08	424.53	3946.14
5	Frecuencia 2 (21 días) mas 4 litros de humus de lombriz más 2 litros de algas marinas por tanque de 200L.	2811.94	61.87	7424.26	404.45	22.40	426.85	6997.41
6	Frecuencia 2 (21 días) mas 6 litros de humus de lombriz más 1 litro de algas marinas por tanque de 200L.	1449.11	31.88	3826.03	404.45	24.00	428.45	3397.58
7	Frecuencia 3 (30 días) mas 2 litros de humus de lombriz más 3 litros de algas marinas por tanque de 200L.	1119.89	24.64	2956.81	404.45	15.60	420.05	2536.76
8	Frecuencia 3 (30 días) mas 4 litros de humus de lombriz más 2 litros de algas marinas por tanque de 200L.	1151.37	25.33	3039.92	404.45	16.80	421.25	2618.67
9	Frecuencia 3 (30 días) mas 6 litros de humus de lombriz más 1 litro de algas marinas por tanque de 200L.	1177.29	25.90	3108.36	404.45	18.00	422.45	2685.91

Discusión

- **Intensidad de floración por planta**

En cuanto al Factor A existió un efecto significativo de las Frecuencias de aplicación. La Frecuencia 21 d. de aplicación de las dosis de humus + algas marinas presentó una mayor intensidad de floración con 580.00 flores por clon. Este promedio fue similar al reportado por Sánchez-Mora et al., (2013), quien evaluó la intensidad de la floración en cacao aplicando Zeolita con cuatro especies maderables en dos épocas del año.

Respecto a las dosis de humus + algas marinas se obtuvo que también existió un efecto significativo, la dosis que presentó la mayor intensidad de floración fue la Dosis 4L. de Humus + 2L AM, con un promedio de 472.22 flores por planta, este promedio fue superior al reportado por Arias Sanmartin, (2021), quien investigó el manejo integrado del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.): enmiendas edáficas, efecto en la floración y cuajado de fruto, siendo las medias del manejo de cultivo sin tecnificación las que mostraron los promedios más bajos, de igual manera con un promedio de 100,83 el tratamiento formado por Biochar + Nitrato de potasio en el sistema tecnificado fue el promedio más alto de cojinetes florales por planta estudiada. El coeficiente de variación para esta variable fue del 10,08%.

En las interacciones de los factores A. Frecuencias x B Dosis de humus + Algas marinas. Se observa que la mejor interacción fue para el Tratamiento (5) 4L HL + 2L AM, aplicados en una frecuencia de 21 d, lo cual permite obtener un promedio de 829 flores por clon de cacao, el cual superó estadísticamente a los demás tratamientos. Este promedio fue superior al reportado por (Gómez, 2019), quien evaluó la fenología de floración, producción y comportamiento de injertos de genotipos de (*Theobroma cacao* L.) en proceso de selección con un promedio de 120.10 en floración.

De igual forma este promedio fue superior a los registrados por (Sarango, 2009) quien evaluó el efecto de tres niveles de fertilización química en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L), variedad ramilla CCN 51, parroquia San Jacinto del Búa – cantón santo domingo con un valor de 298.90 en la variable floración.

- **Intensidad de cosecha (mazorcas pl^{-1}) y peso promedio de almendras por mazorca(g)**

Respecto al factor A se encontró diferencias estadísticas significativas para las Frecuencias en la intensidad de cosecha, mientras tanto, no hubo efecto significativo en el peso de promedio de almendras por mazorca. La Frecuencia 21 d. de aplicación de las dosis de humus + algas marinas presentó una mayor intensidad de cosecha, con un promedio de 51.00 mazorcas cosechadas por planta, similar al notificado por (Unda y Morales, 2021) ,quienes evaluaron el uso de biochar más gallinaza.

En relación a las dosis de humus + algas marinas se observó que existió también un efecto significativo en la intensidad de cosecha, sin embargo, en la variable peso promedio de almendras por mazorca no se observó un efecto significativo, la dosis que presentó la mayor intensidad de cosecha fue la Dosis 2. 4L. de Humus + 2L AM, con un promedio de 43.78 mazorcas cosechadas por planta, este promedio fue similar al señalado por (Barrezueta Unda et al., 2022) quienes evaluaron el efecto del abono orgánico biocarbón más humus en dosis de 50 y 75g.

En las interacciones de los factores A. Frecuencias x B Dosis de humus + Algas marinas. Se logró comprobar que la mejor interacción fue para el Tratamiento (5) 4L HL + 2L AM, aplicados en una frecuencia de 21 d, lo cual permite obtener un promedio de 69.67 mazorcas por clon de cacao. Este promedio fue inferior al reportado por (Hernán y Pariona, 2011), quien evaluó la fertilización con nitrógeno y potasio en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en el clon ICS 95 en Cubantia-Pangoa, alcanzando un promedio de 85.63 mazorcas aplicando una dosis de 140 kg.ha⁻¹ de N + K...

- **Peso promedio de cosecha en kg ha⁻¹**

En cuanto al factor A existieron diferencias significativas para las Frecuencias de aplicación. La Frecuencia 21 d. de aplicación de las dosis de humus + algas marinas presentó un mayor peso en la producción con 1972.15 kg ha⁻¹, este promedio fue superior al reportado por (Sánchez-Mora et al., 2013).

Respecto a las dosis de humus + algas marinas se obtuvo que también existió un efecto significativo, la dosis que presentó el mayor rendimiento de cosecha fue la Dosis 4L. de Humus + 2L AM, con un promedio de 1739.58 kg ha⁻¹ este promedio fue superior al reportado por (Sánchez-Mora et al., 2013) quien evaluó 2 niveles de Zeolita en dosis de 25% y 30%. el coeficiente de variación para esta variable fue de 4.27%.

Así mismo, este promedio fue inferior al reportado por (Barrezueta-Unda, 2019), quien evaluó las propiedades de algunos suelos cultivados con cacao en la provincia El Oro, Ecuador, en el cual la variable peso promedio de cosecha en kg ha⁻¹ del clon de cacao CCN-51 tuvo un promedio general de 2 570.24 kg ha⁻¹.

En cuanto a las interacciones de los factores A. Frecuencias x B Dosis de humus + Algas marinas. Se pudo evidenciar que la mejor interacción fue para el Tratamiento (5) 4L HL + 2L AM, aplicados en una frecuencia de 21 d, lo cual se logró obtener un peso de 2811.94 kg ha⁻¹ de cosecha por el clon de cacao, lo cual nos da a entender que no son necesarias dosificaciones grandes de humus de lombriz más algas marinas para obtener un óptimo peso promedio de cosecha en kg ha⁻¹, lo cual económicamente hablando es un beneficio para el pequeño y mediano productor. Estos promedios fueron superiores a los reportados por (Ramos Remache et al., 2023), quien evaluó el grado de adaptación de seis clones de cacao en el pie de monte de Guasaganda, Provincia de Cotopaxi.

CONCLUSIONES

La frecuencia óptima para la aplicación de Humus de lombriz más Algas marinas fue la frecuencia cada 21 días, debido a la presencia de una mayor intensidad de floración y número de mazorcas a la cosecha.

La mejor dosis empleada fue la dosis de 4L de Humus líquido más 2L de algas marinas, con la cual los clones de cacao expresaron la mayor intensidad de floración y de mazorcas a la cosecha.

En función del costo de los tratamientos y la rentabilidad que genera, el tratamiento con aplicación cada 21 d con 4L de Humus líquido más 2L de Algas marinas, es el mejor tratamiento económicamente hablando, pues la producción obtenida supera a los demás tratamientos lo que genera mayores ganancias al comercializarse.

En los componentes relacionados a la producción, se destacó el tratamiento con aplicación cada 21 d con 4L de Humus líquido más 2L de Algas marinas, que presentó la mayor intensidad de cosecha expresada en mazorcas por planta y peso promedio de cosecha en kg ha⁻¹.

Bibliografía

Abreu Cruz, E; Araujo Camacho, E; Rodríguez Jimenez, SL; Valdivia Ávila, AL; Fuentes Alfonso, L; Pérez Hernández, Y. 2018. Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en *Capsicum annuum*. Centro Agrícola 45(1):52-61.

Arciniegas Leal, A. M. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE

Arias Sanmartin, AH. 2021. Manejo integrado cultivo de cacao (*theobroma cacao* L.): enmiendas edáficas, efecto en la floración y cuajado de fruto. (en línea) (En accepted: 2021-05-08t20:16:37z). . Consultado 24 ago. 2023. Disponible en <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16538>.

Ballesteros, W. 2011. Caracterización morfológica de árboles elite de cacao (*Theobroma cacao* l) en el municipio de Tumaco, Nariño, Colombia (Doctoral dissertation, Universidad de Nariño).

Barrezueta Unda, S; Rizzo Muñoz, J; Añazco Loaiza, H. 2022. Efecto del uso de abono orgánico con biocarbón sobre las características morfológicas de mazorca de *Theobroma cacao* cv CCN51 (en línea). Ciencia y Agricultura 19(2). DOI: <https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n2.2022.14265>.

Barrezueta-Unda, S. 2019. Propiedades de algunos suelos cultivados con cacao en la provincia El Oro, Ecuador. CienciaUAT 14(1):155-166.

Batista, L. 2009. El cultivo de cacao. Santo Domingo: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, 23(2), 45-54.

Borges, JA; Barrios, M; Chávez, A; Avendaño, R. 2014. Efecto de la fertilización foliar con humus líquido de lombriz durante el aviveramiento de la morera (*Morus alba* L.). Bioagro 26(3):159-164.

Callata, PDB. 2019. Aplicación de diferentes dosis de humus de lombriz en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* miller) variedad cherry en ambientes atemperados en el municipio de El Alto. *Apthapi* 5(1):1390-1406.

Conde Flores, KG; Huaycho Callisaya, H; Cruz Choque, D. 2017. Aplicación de solución de humus de lombriz en dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la estación experimental de Patacamaya-La Paz. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* 4(1):74-81.

Correa Correa, J. 2010. Modelo para el mejoramiento de la competitividad en la producción y comercialización de cacao orgánico fino y de aroma en la zona de Quinindé-Esmeraldas.

Enríquez, G. 2017. El cultivo del cacao (en línea). s.l., s.e. Consultado 24 ago. 2023. Disponible en https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3JRfK0v_pYMC&oi=fnd&pg=PA16&dq=cacao&ots=w7bFrWszYA&sig=iaSf9qFYa-dxhi11ANyx5Q1usjnk#v=onepage&q=cacao&f=false.

Gómez Machado, R; Travieso Torres, M; Tamayo López, LA; Pupo Blanco, YG. 2017. Aplicación de humus de lombriz y *Bradyrhizobium japonicum* en *Glycine max* (L.) Merrill. *Centro Agrícola* 44(3):65-70.

Gómez, S. 2019. Fenología de floración, producción y comportamiento de injertos de genotipos de *Theobroma cacao* L. en proceso de selección.

González Vásquez, Á. E. 2012. Modelo de empresa asociativa acopiadora de Cacao Fino de Aroma para los productores del cantón Quinsaloma.

Hernán, C; Pariona, P. 2011. Fertilización con nitrógeno y potasio en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon ICS 95 en Cubantia-Pangoa.

Intagri. 2017. Bioestimulantes en Nutrición, Fisiología y Estrés Vegetal (en línea, sitio web). Consultado 24 ago. 2023. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-en-nutricion-fisiologia-y-estres-vegetal>.

Íñiguez Salinas, D. C. (2022). Análisis de la Competitividad de las Exportaciones de Cacao en el Ecuador Período 2007-2019 (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).

León-Villamar, F., Calderón-Salazar, J., & Mayorga-Quinteros, E. 2016. Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador. Revista Ciencia UNEMI, 9(18), 45-55.

Liriano González, R; Terán Reyes, MA; Núñez Sosa, DB; Ibáñez Madan, D; Perez Ramos, J. 2017. El humus de lombriz en la producción de plántulas de *Lycopersicon esculentum* Mill en una comunidad del Estado Cojedes, Venezuela. Centro Agrícola 44(4):23-29.

López Pérez, Y; Sosa Pérez, R; Méndez González, R; Rodríguez Ledesma, Y;

López Pérez, Y; Sosa Pérez, R; Méndez González, R; Rodríguez Ledesma, Y. 2019. Aplicación foliar de humus líquido de lombriz en *Allium sativum* en Topes de Collantes, Cuba. Centro Agrícola 46(2):13-21.

López-Padrón, I; Martínez-González, L; Pérez-Domínguez, G; Reyes-Guerrero, Y; Núñez-Vázquez, M; Cabrera-Rodríguez, JA; López-Padrón, I; Martínez-González, L; Pérez-Domínguez, G; Reyes-Guerrero, Y; Núñez-Vázquez, M; Cabrera-Rodríguez, JA. 2020. Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada (en línea). Cultivos Tropicales 41(2). Consultado 24 ago. 2023. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362020000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Machicado, RL; Villacorta, MWB; Huanca, PR. 2019. Evaluación de la dosis de caldo de humus de lombriz bajo sustrato sólido hidropónico en el cultivo de la Paprika (*Capsicum annuum* L.) en condiciones de ambiente protegido en la ciudad de El Alto. Aphapi 5(3):1712-1720.

Maroto, S; Montoya Rodríguez, P; González León, D; Delgado, T; Arvelo Sánchez, MÁ; Agricultura (IICA), II de C para la. 2017. Manual técnico del cultivo de cacao prácticas latinoamericanas (en línea). s.l., Instituto Interameri-

cano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Consultado 24 ago. 2023. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/6181>.

Martínez-Scott, M. 2023. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias V5 N15 4. 5:19-24.

Pérez-Madruga, Y; López-Padrón, I; Reyes-Guerrero, Y; Pérez-Madruga, Y; López-Padrón, I; Reyes-Guerrero, Y. 2020. Las algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos (en línea). Cultivos Tropicales 41(2). Consultado 24 ago. 2023. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362020000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=pt.

Quintero R, ML; Díaz Morales, KM. 2004. El mercado mundial del cacao. Agroalimentaria 9(18):47-59.

Ramos Remache R. A., Sotomayor Cantos, K. F., Amores Puyutaxi F. M. A. & Rohón Dávila, P. F. (2023). Adaptación de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional en el Piedemonte de Guasaganda, Cotopaxi, Ecuador. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(4), 2938-2957.

Rodríguez-Fernández, PA. 2017. Impacto Del Lixiviado De Humus De Lombriz Sobre El Crecimiento Y Productividad Del Cultivo De Habichuela (*vigna Ungiculata* L. Walp). Ciencia en su PC (2):44-58.

Sanchez-Mora, FD; Torres Navarrete, ED; Saltos, FA; López, GJ; Montúfar, GHV; Chang, JFV; Remache, RR; Coronel, TGD. 2013. ZEOLITAS EN LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA DEL CACAO CCN-51 ASOCIADO CON CUATRO ESPECIES MADERABLES. Ciencia y Tecnología 6(2):21-29. DOI: <https://doi.org/10.18779/cyt.v6i2.131>

Sánchez-Mora, FD; Medina-Jara, SM; Díaz-Coronel, GT; Ramos-Remache, RA; Vera-Chang, JF; Vásquez-Morán, VF; Troya-Mera, FA; Garcés-Fiallos, FR; Onofre-Nodari, R. 2015. Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. Revista fitotecnia mexicana 38(3):265-274.

Sarango, I. 2009. EFECTO DE TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL CULTIVO DE CACAO *Theobroma cacao* L, VARIEDAD RAMILLA CCN 51, PARROQUIA SAN JACINTO DEL BÚA – CANTÓN SANTO DOMINGO. .

Sarmiento-Sarmiento, G; Pino-Cabana, D; Mena-Chacón, L; Medina-Dávila, H; Lipa-Mamani, L. 2019. Aplicación de humus de lombriz y algas marinas en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) var. Santa Amelia. *Scientia Agropecuaria* 10(3):363-368. DOI: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.06>.

Unda, SB; Morales, PS. 2021. Efectos de biochar en el desarrollo vegetativo de *Theobroma cacao* L. *Revista Científica Agroecosistemas* 9(2):86-91.

Uribe-Orozco, ME; Mateo-Cid, LE; Mendoza-González, AC; Amora-Lazcano, EF; González-Mendoza, D; Durán-Hernández, D; Uribe-Orozco, ME; Mateo-Cid, LE; Mendoza-González, AC; Amora-Lazcano, EF; González-Mendoza, D; Durán-Hernández, D. 2018. Effect of seaweed *Sargassum vulgare* C. Agardh in soil and the development of coriander plants. *Idesia (Arica)* 36(3):69-76. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-34292018005001202>.

Velasco, J; Aguirre, G; Ortuño, N. 2016. Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (*Lactuca sativa* var. Crespa) en cultivo de hidroponía. *Journal of the Selva Andina Biosphere* 4(2):71-83.

Zermeño Gonzalez, A; López Rodríguez, BR; Melendres Alvarez, AI; Ramírez Rodríguez, H; Cárdenas Palomo, JO; Munguía López, JP; Zermeño Gonzalez, A; López Rodríguez, BR; Melendres Alvarez, AI; Ramírez Rodríguez, H; Cárdenas Palomo, JO; Munguía López, JP. 2015. Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 6(SPE12):2437-2446.

Anexos

Anexo 2. Fotografías de la investigación



7.1. Establecimiento de la parcela de trabajo



7.2. Delimitación de los tratamientos.



7.3. Toma de datos de la variables a investigar.



7.4. Materiales usados.



7.5. Fructificación de la planta de cacao



7.6. Verificación del estado de los frutos para posterior recolección.



7.7. Frutos cosechados.

RESEÑA DE AUTORES

Apellidos y Nombres: Ramos Remache Rommel Arturo
Filiación: Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Correo: rramos@uteq.edu.ec
 Orcid: 0000-0002-3574-9156



Soy Ing. Agrónomo, Master universitario en producción, protección y mejora vegetal - Universidad De Córdoba.
Docente Titular - Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
Participo con ponencias y expositor en Cursos/Congresos Universitario.

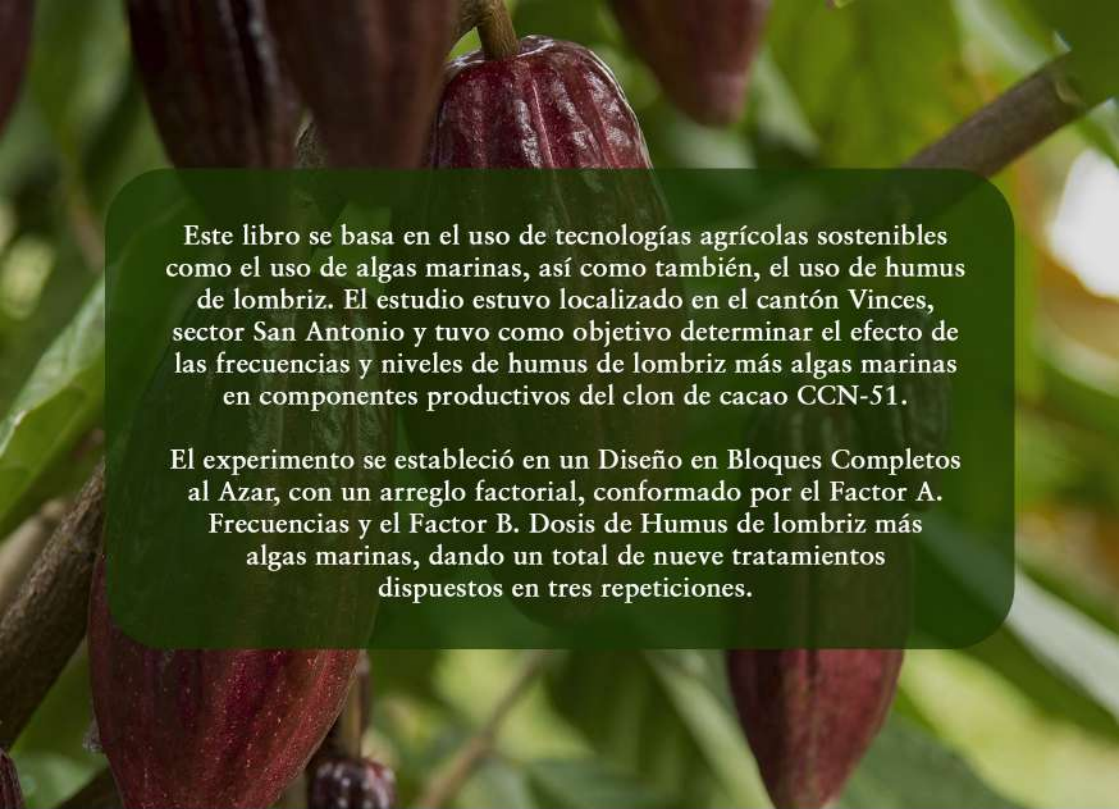


Dr. Eduardo Díaz Ocampo, Ph.D.
RECTOR

Ing. Yenny Guiselli Torres Navarrete, Ph.D.
VICERRECTORA ACADÉMICA

Ing. Bolívar Roberto Pico Saltos, M.Sc.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Econ. Carlos Edison Zambrano, Ph.D.
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN - DICYT



Este libro se basa en el uso de tecnologías agrícolas sostenibles como el uso de algas marinas, así como también, el uso de humus de lombriz. El estudio estuvo localizado en el cantón Vinces, sector San Antonio y tuvo como objetivo determinar el efecto de las frecuencias y niveles de humus de lombriz más algas marinas en componentes productivos del clon de cacao CCN-51.

El experimento se estableció en un Diseño en Bloques Completos al Azar, con un arreglo factorial, conformado por el Factor A. Frecuencias y el Factor B. Dosis de Humus de lombriz más algas marinas, dando un total de nueve tratamientos dispuestos en tres repeticiones.

