

Efecto de diferentes frecuencias de aplicación de fertilizantes orgánicos, en el desarrollo de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Sacanche - Huallaga

por Wilter Cordova Salazar

Fecha de entrega: 05-feb-2024 10:49a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2287005634

Nombre del archivo: INFORME_DE_TESIS_WILTER_CORDOVA.docx (3.55M)

Total de palabras: 9887

Total de caracteres: 52322



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución -
4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



Obra publicada con autorización del autor



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

Efecto de diferentes frecuencias de aplicación de fertilizantes orgánicos, en el desarrollo de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Sacanche - Hualлага

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Wilter Cordova Salazar

<https://orcid.org/0009-0008-4431-987X>

Asesor:

Asesor:

Ing. M.Sc. Elias Torres Flores

<https://orcid.org/0000-0003-4458-8240>

Tarapoto, Perú

2020



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

Efecto de diferentes frecuencias de aplicación de fertilizantes orgánicos, en el desarrollo de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Sacanche - Hualлага

Para optar el título profesional de Ingeniero agrónomo

Autor:

Wilter Cordova Salazar

Sustentado y aprobado el 11 de diciembre de 2020, por los jurados

Presidente de Jurado
Dr. Carlos Rengifo Saavedra

Secretario de Jurado
Ing. M.Sc. Segundo Dario Maldonado Vásquez

Vocal de Jurado
Ing. M.Sc. Tedy Castillo Dias

Asesor
Ing. M.Sc. Elias Torres Flores

Tarapoto, Perú
2020

Declaratoria de autenticidad

Wilter Cordova Salazar, con DNI N° 45099580, egresado de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Efecto de diferentes frecuencias de aplicación de fertilizantes orgánicos, en el desarrollo de plántones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Sacanche – Huallaga.**

Declaro bajo juramento:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 11 de diciembre del 2020

.....
Wilter Cordova Salazar

DNI N° 45099580



3 Ficha de identificación

<p>Título del proyecto</p> <p>5 Objeto de diferentes frecuencias de aplicación de fertilizantes orgánicos, en el desarrollo de plántones de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) Sacanche - Huallaga</p>	<p>Área de investigación: Ciencias Agrícolas y 3 prestaes</p> <p>Línea de investigación: Agroecología</p> <p>Sublínea de investigación: Diseño y Manejo Agroecológico</p> <p>Grupo de investigación: N°049-2021-UNSM-T/FCA/CF/NLU</p> <p>Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>2 Autor:</p> <p>Walter Cordova Salazar</p>	<p>Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía https://orcid.org/0009-0008-4431-987X</p>
<p>3 Asesor:</p> <p>Ing. M.Sc. Elias torres flores</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía Unidad o Laboratorio Agronomía https://orcid.org/0000-0003-4458-8240</p>

Dedicatoria

Por su inquebrantable apoyo y confianza a lo largo de los años, mis queridos padres Jorge Luis Córdova Alberca y Edith Salazar Torres, así como mis hermanos, merecen un agradecimiento especial. Gracias a sus enseñanzas, adquirí los valores y la fortaleza que necesitaba para alcanzar mis metas, de las que me siento muy orgulloso.

A María y a mis adorados hijos Jorge Luis y Francisco Mateo, por ser mi motivación.

Agradecimiento

A Dios por permitirnos existir y brindarnos la oportunidad de crear y perfeccionar este fantástico esfuerzo de investigación. Por toda la ayuda prestada, quiero dar las gracias a mis padres, cónyuge, hijos, hermanos y demás familiares. A mi asesor, Eng. MSc. Elías Torres Flores, por su inquebrantable soporte y orientación en todo el proceso, así como a todos los demás profesores que participaron en él y nos guiaron con su paciencia y moralidad.

2 Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimientos	8
Índice general	9
Índice de figuras	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	14
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes de la investigación	15
2.2. Fundamentos teóricos	16
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación	21
3.1.1. Ubicación política	21
3.1.2. ³ Período de ejecución	21
3.1.3. Autorizaciones y permisos	21
3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad	21
3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales	22
Sistema de variables	22
3.1.6. Variables principales	22
3.1.7. Variables secundarias	25
3.2. Procedimientos de la investigación	28
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES	33
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS	47

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Nutrientes absorbidos por plantas de cacao</i>	18
Tabla 2: <i>Composición química de CODI SOIL</i>	22
Tabla 3: <i>Composición química de CODI VERDE</i>	23
Tabla 4: <i>Composición química del Biol</i>	21
Tabla 5: <i>Tratamientos en estudio</i>	24
Tabla 6: <i>Datos meteorológicos (febrero hasta julio del 2016)</i>	23
Tabla 7: <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	25
Tabla 8: <i>Esquema del análisis de variancia</i>	28
Tabla 9: <i>Definiamiento de vivero experimental</i>	27
Tabla 10: <i>Análisis de variancia de altura de la planta de cacao (cm)</i>	31
Tabla 11: <i>Análisis de variancia de número de hoja por planta de cacao</i>	33
Tabla 12: <i>ANVA para el peso de la hoja fresca</i>	35
Tabla 13: <i>ANVA del diámetro del tallo</i>	37
Tabla 14: <i>ANVA del peso de la raíz</i>	39

Índice de figuras

Figura 1: Modelo General del Diseño Experimental	26
Figura 2: Prueba de Duncan ($p < 0,05$) para altura de planta de cacao	31
Figura 3: Prueba de Duncan ($p < 0,05$) del número de hojas	34
Figura 4: Prueba de Duncan ($p < 0,05$) del peso de la hoja fresca	36
Figura 5: Prueba de Duncan ($p < 0,05$) del diámetro del tallo	38
Figura 6: Prueba de Duncan ($p < 0,05$) del peso de la raíz	40
Figura 7: Preparación de bolsas almácigueras para cacao	48
Figura 8: Preparación del diseño experimental en el almácigo	48
Figura 9: Plantones de cacao por tratamientos	49
Figura 10: Preparación de fertilizante orgánico	49
Figura 11: Peso de la hoja de cacao	50
Figura 12: Peso de la raíz de cacao	50

RESUMEN

Efecto de diferentes frecuencias de aplicación de fertilizantes orgánicos, en el desarrollo de plántones de cacao (*Theobroma cacao L.*) Sacanche - Huallaga

La presente investigación tiene como objetivo, determinar los efectos de diferentes frecuencias en la aplicación de fertilizantes orgánicos, en el desarrollo de plántones de cacao – con un diseño DCA, 12 tratamientos que fueron; T1 (7.8 cc de CODI - SOIL/ 3 aplicaciones), T2 (7.8 cc de CODISOIL/ 5 aplicaciones), T3 (7.8 cc de CODI - SOIL/ 4 aplicaciones), T4 (7.8 cc de CODI - SOIL/ 3 aplicaciones), T5 (7.8 cc de CODI - VERDE/ 6 aplicaciones), T6 (7.8 cc de CODIVERDE/ 5 aplicaciones), T7 (7.8 cc de CODI - VERDE/ 4 aplicaciones), T8 (7.8 cc de CODI - VERDE/ 3 aplicaciones), T9 (7.8 cc de BIOL/ 6 aplicaciones), T10 (7.8 cc de BIOL/ 5 aplicaciones), T11 (7.8 cc de BIOL/ 4 aplicaciones), T12 (7.8 cc de BIOL/3 aplicaciones), más un testigo T13 (Testigo) y 28 repeticiones por tratamiento. Los resultados arrojaron que la altura de planta de cacao (48,31 cm), número de hojas por planta (14,30 hojas), peso de la hoja fresca (14,20 g), diámetro del tallo (0,79mm), peso de la raíz (11,84 g) fue el T4, quien dio mejor resultados en todos los parámetros evaluados. concluyendo que los mejores efectos en el desarrollo del plánton de cacao lo obtuvieron el tratamiento con una dosis de fertilización de 7.8 cc de CODI - SOIL/ 3 aplicaciones, con una frecuencia de aplicación cada 30 días y que la aplicación de un acondicionador de suelo a base de materia orgánica, como complemento a la fertilización del suelo. Recomendando para los que desean producir en el sector donde se desarrolló el experimento y bajo los mismos procedimientos en la elaboración del sustrato utilizado, pueden aplicar 7.8 cc de CODI - SOIL/ 3 aplicaciones. La aplicación del fertilizante a la dosis indicada debe realizarse con una frecuencia de 30 días. Por último, como el conocimiento no es absoluto, se hace necesario seguir investigando con otros productos y de ser posibles evaluar con mayor dosis del producto CODI SOIL, para determinar la dosis adecuada para el cultivo de cacao en vivero.

Palabras claves: Fertilizantes orgánicos, acondicionador de suelos, plántones, cacao, foliar.

ABSTRACT

Effect of different application frequencies of organic fertilizers on the development of cocoa seedlings (*Theobroma cacao* L.) Sacanche - Hualaga.

The objective of this research is to determine the effects of different frequencies in the application of organic fertilizers on the development of cocoa seedlings. A CRD was used with 12 treatments which were: T1 (7.8 cc of CODI - SOIL/ 3 applications), T2 (7.8 cc of CODISOIL/ 5 applications), T3 (7.8 cc of CODI - SOIL/ 4 applications), T4 (7.8 cc of CODI - SOIL/ 3 applications), T5 (7.8 cc of CODI - GREEN/ 6 applications), T6 (7.8 cc of CODIVERDE/ 5 applications), T7 (7.8 cc of CODI - GREEN/ 4 applications), T8 (7.8 cc of CODI - GREEN/ 3 applications), T9 (7.8 cc of BIOL/ 6 applications), T10 (7.8 cc of BIOL/ 5 applications), T11 (7.8 cc of BIOL/ 4 applications), T12 (7.8 cc of BIOL/ 3 applications), plus a control T13 ("Control") and 28 replicates per treatment. The results showed that T4 gave better results in all parameters evaluated, with cocoa plant height (48.31 cm), number of leaves per plant (14.30 leaves), fresh leaf weight (14.20 g), stem diameter (0.79 mm), root weight (11.84 g). It was concluded that the best effects on the development of the cocoa seedling were obtained by the treatment with a fertilization dose of 7.8 cc of CODI - SOIL/ 3 applications, with a frequency of application every 30 days and with the application of a soil conditioner based on organic matter, as a complement to soil fertilization. For those who wish to produce in the sector where the experiment was developed and under the same procedures in the elaboration of the substrate used, it is recommended to apply 7.8 cc of CODI - SOIL/ 3 applications. The application of the fertilizer at the indicated dose should be done with a frequency of 30 days. Finally, as knowledge is not absolute, it is necessary to continue researching with other products and if possible evaluate with a higher dose of CODI SOIL, to determine the appropriate dose for cocoa cultivation in nursery.

Keywords: organic fertilizers, soil conditioner, seedlings, cocoa, foliar.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

La obtención de excelentes plántulas es uno de los pasos más cruciales en el arranque de las plantas de cacao, ya que garantizan una fuerte productividad y rendimiento. Para ello se emplean semillas pregerminadas de cacao criollo, recogidas en parcelas de doce años de agricultores en fase de producción, con capacidad de fabricación y entereza a las enfermedades. A estos factores se suma un apropiado mando nutricional de las plantas en el vivero.

En la actualidad, los agricultores carecen de conocimientos suficientes que les orienten adecuadamente a la hora de aplicar formas de aumentar su producción, por lo que no son capaces de plantar cacao y abonarlo después. Dado que la capacidad de una planta para asimilar nutrientes a partir de su estado inicial, de la cantidad de fertilizante utilizado y de los ingredientes que contenga, esto debe tenerse en cuenta.

Se consideró necesario sugerir en esta investigación el uso de 2 fertilizantes foliares orgánicos y un acondicionador de suelo a base de materia orgánica después de revisar investigaciones anteriores sobre fertilización orgánica para la producción de plántulas de cacao, las cuales se basaron únicamente en macronutrientes y sin resultados inspiradores. Son necesarios para un desarrollo sano, aunque la planta no los utilice en grandes cantidades. En otros cultivos también se utilizan fertilizantes orgánicos con fórmulas equilibradas de macro y micronutrientes en el mercado.

Considerando como hipótesis que la fertilización orgánica influye en la mejora del desarrollo del plantón de cacao, planteando el objetivo principal; Determinar los efectos de diferentes frecuencias en la aplicación de fertilizantes orgánicos, en el desarrollo de plantones para patrones de cacao (*Theobroma cacao L.*) Sacanche, objetivos específicos; Evaluar los efectos de 2 fertilizantes foliares orgánicos y un acondicionador de suelos a base de Materia orgánica, bajo 04 frecuencias de aplicación; Determinar la mejor frecuencia de aplicación del fertilizante orgánico, en las características biométricas del plantón de cacao.

3 CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Internacionales

Ordoñez y Palma (1993), trabajando con café, los investigadores no descubrieron cambios significativos en el desarrollo vegetativo entre el testigo y las plántulas tratadas con varios tratamientos foliares (Fetrimol Combi + Urea, Metalosate Multimineral, Vitel + Vitafol, Aminofol). Se determinó que el uso de los productos examinados podría evitarse si se utilizara abono orgánico y tierra de alta calidad para llenar las bolsas.

De acuerdo a Ormeño (2009), en su investigación "Evaluación de diferentes fertilizantes orgánicos sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao*)". Evaluó el impacto de varios tipos de fertilizantes orgánicos sobre la calidad del suelo y el desarrollo de plántulas de cacao. Un control y ocho tratamientos, cada uno con cuatro duplicados. Té de estiércol (10%, 20% y 30%), té de compost (10%, 20% y 30%), humus líquido de lombriz y compost de cacao (50%). Los fertilizantes se administraron mensualmente en forma líquida. Al final del cuarto mes se evaluaron las propiedades químicas del suelo. El pH (5,7 a 6,9), el contenido de materia orgánica (28 a 43 g kg⁻¹), el fósforo (25 a 1624 mg kg⁻¹) y la relación carbono/nitrógeno (11,4 a 15,1) mejoraron con todos los tratamientos. El Té de estiércol (20%) demostró ser el tratamiento más eficaz para la evolución de las plántulas, ya que produjo plantas con un fuerte crecimiento radicular y altura total.

Según Espinoza (2012), el objetivo fue comparar la eficiencia de seis productos biorracionales en laboratorio e invernadero para la gestión de la escoba de bruja (*m. perniciososa*) en el cacao. Trichoeb 5wp (acondicionador del suelo), ecoflora (acondicionador biológico), ecolungi (inoculante micorrízico), 3b112 s.c. (inhibidor de la esporulación fúngica) y bankit (fungicida sistémico) fueron los productos biorracionales investigados. En los dos primeros experimentos se manipuló un diseño completamente automatizado (cca), mientras que en el tercero se manejó un diseño completamente automatizado con una disposición factorial 2 x 6 y 10 observaciones. concluyendo que independientemente del producto usado, todos ejercieron una actividad más bien protectora, reduciendo la acción del hongo en presencia del producto, con alta posibilidad de control, aunque ya el hongo se halle en la planta.

Nacionales

Según Martínez (2018), investigó el efecto de 3 dosis de abono foliar en líquido "biol" en vivero en cacao. Se tuvo 3 tratamientos y 1 testigo, los resultados determinaron que la aplicación al 7.5% tuvo mejor; altura, cantidad de hojas y ancho, diámetro del tallo, sin embargo, resulto ser más costosa que la aplicación foliar química Hummax.

Según Cusi (2017), en su investigación nos cuenta que evaluó el efecto de las frecuencias de aplicación de dos fertilizantes foliares humiplus y cropfield, en el crecimiento y desarrollo de plántones de cacao común en vivero, utilizando 9 tratamientos y tres repeticiones, obteniendo como resultados las mejores características biométricas evaluadas en los plántones, pero si se diferenciaron estadísticamente del testigo donde no se aplicó ningún tipo de frecuencia de uso de fertilizante foliar; sin embargo el producto cropfield logro superar numéricamente a todo los tratamientos en estudio en toda las características evaluadas en los plántones.

Regionales

Según Rojas (2013), su objetivo fue aplicar biol con miel, agua de cocotero y leche, utilizando tres frecuencias, en la producción de plántulas de "café y cacao", así como realizar evaluaciones biométricas de los órganos vegetales de las plántulas de café y cacao, las cuales fueron tratadas con tres aplicaciones de biol enriquecido con sustancias orgánicas en la producción de plántulas. AO (Control), A1 (01 aplicación), A2 (02 aplicaciones) y A3 (03 aplicaciones). Concluyendo que el tratamiento A3 (tres aplicaciones) alcanzó la mayor altura en cacao, midiendo 15,53 cm, A1 (una aplicación), 14,90 cm, y A2 (dos aplicaciones), 13,95 cm, y superando al control (AO), que midió 13,1 cm. El tratamiento A2 (dos aplicaciones) tuvo el máximo número de hojas de café con 2,37 unid., A3 (tres aplicaciones) con 2,33 unid., A1 (una aplicación) con 2,32 unid., y por último el control AO con 2,25 unid. A medida que aumentaban las aplicaciones foliares del biol producido, también lo hacía la cantidad de hojas de cacao. El tratamiento A3 (tres aplicaciones) tuvo 2,44 hojas, el tratamiento A2 (dos aplicaciones) tuvo 2,38 hojas, el tratamiento A1 (una aplicación) tuvo 2,36 hojas, y el tratamiento AO (control) tuvo 2,24 hojas. Finalmente, la hipótesis propuesta fue rechazada.

2.2. Fundamentos teóricos

El cacao

Al respecto Jumbo (2019), la plantación de cacao comenzó en América Central y del Sur antes de convertirse en un cultivo de alcance mundial. Sin embargo, las

investigaciones sobre el origen real del cacao indican que es autóctono de la zona amazónica de Brasil.

Condiciones edáfico

Los factores agroecológicos, como la fertilidad del suelo, deben estar presentes para permitir unas circunstancias de crecimiento óptimas:

Temperatura

La temperatura media anual límite para el cacao es de 25°C, ya que es difícil producir cacao a temperaturas más bajas. El cacao no puede sobrevivir a temperaturas bajas. El cultivo debe cubrirse para que los rayos del sol no incidían directamente sobre el árbol y aumenten la temperatura, ya que las temperaturas extremadamente altas podrían inducir cambios fisiológicos en el árbol.

Altitud

Según Arteta (2015), afirma que el cacao crece mejor en las regiones tropicales y puede cultivarse en cualquier lugar entre el nivel del mar y 800 metros por encima de él. La misma fuente señala que las plantaciones suelen crecer a mayor altitud, entre 1000 y 1400 metros sobre el nivel del mar.

Suelo

Vargas (2015), el cacao exige suelos franco-arcillosos profundos, ricos en materia orgánica, con buen drenaje y un terreno uniforme. La exquisita capa húmica del suelo es el elemento limitante para el desarrollo del cacao. Cuando la superficie del suelo está expuesta a las incidencias climatológicas, esta capa se disuelve con extrema rapidez. Por ello, se suelen utilizar leguminosas suplementarias que proporcionan sombra y una fuente continua de elementos nitrogenados para el cultivo.

Humedad

Según Galarza (2016), el cacao no crece bien en ambientes muy secos, por lo que el entorno debe ser húmedo. La humedad relativa media mensual varía erráticamente, siendo el 75-80% la mejor para el cacao. La región central tiene una nubosidad importante, y la humedad relativa se mantiene en torno al 80% durante los meses secos, lo que beneficia a los cultivos durante la estación seca al aportar un poco más de humedad a la zona.

Precipitación

Burbano (2018), subraya la importancia del agua en la aplicación de un cultivo, sobre todo uno que exige una cantidad considerable de agua. Es necesaria una pluviosidad anual bien distribuida de 1.500 a 2.500 mm, con una precipitación media mensual mínima de 100 mm. El volumen y la distribución de las precipitaciones varían mucho a lo largo de las zonas cacaoteras de la costa ecuatoriana.

13 Extracción y requerimientos de nutrientes para producción de cacao

Este cultivo inmoviliza cantidades de nutrientes para crear la estructura durante la etapa de establecimiento; durante el período productivo, esta tendencia se reduce ya que la mayoría de los minerales son empleados en la producción de frutos (Amores, 2009). (Sánchez, 2005) enfatiza la necesidad de proveer nutrientes apropiados al cultivo en general, y ofrece estimaciones de la cantidad de nutrientes tomados por el cacao en varias etapas de crecimiento.

13 **Tabla 1**
Nutrientes absorbidos por plantas de cacao

Estado	Edad (meses)	Requerimiento nutricional medio en Kilos/ha				
		N	P	K	Ca	Mg
Vivero	2 a 6	2,4	0,6	2,4	2,3	1,1
Crecimiento	28	136	14	151	113	47
Producción	50	438	48	633	373	129

Fuente: Sánchez, 2005

4 Descripción del cacao en vivero

Casallas (2013), demuestra que las plantas de cacao crecen y se desarrollan en el vivero durante sus primeros meses de existencia. El entorno y la atención que reciba la planta tendrán un impacto significativo en su rendimiento en el campo. La planta de cacao debe plantarse durante un largo período de tiempo, por lo que debe hacerse todo lo posible por crear una planta fuerte y robusta, con raíces sólidas para el cultivo, con el fin de maximizar la productividad. Podría decirse que el 70% del rendimiento de un vivero depende de lo bien que se prepare la tierra donde crecerá la plántula. Lo ideal es que el sustrato esté compuesto por tres tipos diferentes de material en proporción 1:1:1: tierra, arena y materiales orgánicos.

Requerimientos nutricionales de cacao

(Mora, 2015) los requerimientos nutricionales en g/planta son 2,4 de (N), 0,6 de (P), 2,4 de (K), 2,3 de (Ca), 1,1 de (Mg), 0,04 de (Mn) y 0,01 de (Zn). Del mismo modo, (López,

2011) recomienda aplicar fertilizante foliar comercial a razón de 2,5 mL / litro de agua cada 15 días desde el mes hasta los 4,5 meses. Además, se debe administrar 5 g de fertilizante triple de calcio a cada planta una vez al mes.

Los nutrientes en el suelo

Los nutrimentos fundamentales (N, P y K, Mg, S y CA) son tratados en profundidad por (Serrano, 2010).

El nitrógeno

Se absorbe del suelo en forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+) (FAO, 2002), es preciso para la producción de aminoácidos, proteínas, enzimas, etc. Por consiguiente, un aporte óptimo de nitrógeno conlleva a la formación de forrajes y granos con concentración de proteínas; además, recientemente se ha demostrado la existencia de una asociación directa entre el contenido de nitrógeno y el de vitaminas.

El fósforo

Desempeña un papel clave en el transporte, almacenamiento y transmisión de energía (FAO, 2002). Además de ser un componente de los fosfolípidos, las enzimas y otros compuestos, estimula el crecimiento de las raíces y favorece la floración y el cuajado de los frutos.

El potasio

Elemento de calidad. La producción de proteínas y carbohidratos se ve muy favorecida por la activación de más de 60 enzimas que son agentes químicos que controlan la vida. Potencia la actividad fotosintética favorece la formación de hidratos de carbono en las hojas al tiempo que contribuye a la formación de proteínas, y aumenta el tamaño y el peso. Las plantas también son más resistentes a las enfermedades.

El magnesio

Componente primario de la clorofila, el pigmento verde de las plantas que actúa como aceptor de la energía solar (FAO, 2002). Estimula varias enzimas metabólicas de proteínas y carbohidratos. Favorece la transferencia y la acumulación de hidratos de carbono en los órganos de reserva, así como el transporte y la acumulación de fósforo hacia el grano y de calcio.

El azufre

Es un componente crucial de las proteínas y contribuye a la síntesis de la clorofila (FAO, 2002). Es un constituyente de proteínas, vitaminas, coenzimas, glucósidos. También forma parte de la ferredoxina, que interviene en los procesos de oxidación-reducción.

El calcio

Sirve como componente de las membranas de los tejidos celulares y para la formación de raíces (FAO, 2002). Es crucial para la absorción nutricional, esencial para el desarrollo y la división celular.

Las sustancias húmicas

Cooper (2017), dice que cuando las plantas llegan al final de su ciclo vital, sus componentes son destruidos por la mineralización y los microbios y devueltos al suelo en forma de materia orgánica. El humus representa aproximadamente el 70% de la materia orgánica del suelo. El humus es una sustancia química complicada que contiene carbono de color marrón negruzco. Los compuestos húmicos son complejos de cadenas de carbono orgánico relativamente largas que incluyen carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y azufre, que se combinan para producir humus.

Acondicionador de suelo

Es una opción para mejorar las cualidades físicas y químicas del suelo.

Compost

Su humificado perfecciona numerosas cualidades físicas del suelo, su estructura, infiltración y permeabilidad interna (Nuñez, 2001). Estas características se deben al alto contenido de materia orgánica del suelo, que favorece el desarrollo, aumentando su capacidad para retener el agua y los nutrientes (FAO, 2000). (Morgan, 1997) subraya la importancia de la materia orgánica en la promoción de la vida microbiana del suelo, así como de especies más grandes que producen macroporos verticales de tamaños variados.

3 CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito y condiciones de la investigación**

3.1.1. **Ubicación política**

El campo experimental "El Paliperro", a 30 minutos a pie del caserío La Esperanza; del distrito de Sacanche de la provincia del Hualaga, hace años atrás en estas tierras se cultivaba coca, a los años 2000 el propietario decide erradicar la coca y sembrar plátano, después en el año 2008 siembra cacao, cultivo que se mantiene hasta la actualidad, el distrito de Sacanche tiene varios sectores, a dos horas y media se encuentra el caserío la esperanza allí la gran mayoría siembra el cultivo de cacao; el presente trabajo se realizó en este sector ubicado a 15 minutos.

Ubicación política

Caserío	:	La esperanza (Sacanchillo)
Distrito	:	Sacanche
Prov.	:	Hualaga
Dpto.	:	San Martín

Ubicación geográfica

Latitud sur	:	07° 9' 5.25"
Longitud oeste	:	76° 48' 57.78"
Altitud	:	772 m.s.n.m.m.

2 3.1.2. **Periodo de ejecución**

Inicia: 1 de febrero a 30 Julio del 2015, con la inspección y reconocimiento en campo, donde se llegó a la parcela para hacer labores de limpieza y acondicionamiento del mismo, desarrollándose con toda normalidad hasta concluir con la investigación.

2 3.1.3. **Autorizaciones y permisos**

No contó con ninguna autorización ya que no afecta por ningún motivo alguno al contexto natural.

3.1.4. **Control ambiental y protocolos de bioseguridad**

No tuvo efectos medioambientales adversos.

2 3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

Se ajusto a las reglas éticas fundamentales de la investigación, como la honradez, la consideración de otras personas y del medio ambiente, y la imparcialidad.

12 Sistema de variables

3.1.6. Variables principales

Variable independiente

Fertilizantes orgánicos, aplicados en la investigación con su respectiva composición.

Objetivo específico 1: Evaluar los efectos de 2 fertilizantes foliares orgánicos y un acondicionador de suelos a base de Materia orgánica, bajo 04 frecuencias de aplicación.

CODI SOIL

Es un acondicionador del suelo de materia orgánica, con una alta concentración de ácidos fúlvicos, húmicos, macro y micronutrientes, que mejorará las cualidades físicas y químicas del suelo y el desarrollo de los microorganismos del suelo.

Tabla 2

Composición química de CODI SOIL

DESCRIPCION	P/V
Materia orgánica Total	84.00%
Ácidos Fúlvicos	74.00%
Ácidos Húmicos	6.00%
Macronutrientes	16.97%
Microelementos	1180ppm
Carbohidratos	39.20%
Proteínas	15.70%
Aminoácidos libres	1.14%
Carbono Orgánico Total	47.20%
Relación C/N	20

Fuente: Codtagoperi (2016)

CODI VERDE

Fertilizante foliar líquido elaborado a partir de varios tipos de nitrógeno, como el orgánico, el nítrico, el ureico y el amoniacal, cada uno de los cuales actúa en un momento diferente en la planta. Favorece el crecimiento rápido y el color verde oscuro, aumenta la calidad y la producción de las hojas, eleva los niveles de proteínas de la planta y ayuda a las plantas a soportar mejor el estrés. Cuando este producto se utiliza correctamente, produce cosechas sanas, fuertes, bien ramificadas, con floraciones desarrolladas y frutos de buen tamaño.

Tabla 3
Composición química de CODI VERDE

DESCRIPCIÓN	P/V
Nitrógeno Total	20.00%
Nitríco	4.00%
Amoniacaal	4.00%
Ureico	11.00%
Orgánico	1.00%
Densidad	1.25 - 1.30 g/mL
pH	5.5 - 6.5

Fuente: Codigroperu (2016)

BIOL

Producto de baja carga patógena y alto contenido en humus. Es una fuente de fitorreguladores, que favorecen el desarrollo óptimo de las plántulas y aumentan el rendimiento agrícola. Una fantástica adición a los suelos no utilizados o usados, Biol tiene un buen crecimiento de catalizadores nitrosos y nítricos, microflora, hongos y levaduras.

Tabla 4
Composición química del Biol

Nutrientes	Unidades	Resultados
Nitrógeno	%	0.12
Fosforo	ppm	8.6
Potasio	ppm	112
Calcio	%	0.51
Magnesio	%	1.17
Boro	ppm	0.12
pH		3.59

Fuente: Oro verde (2016).

Tratamientos

Tratamientos en estudio

Tabla 5

Tratamientos en estudio

Tratamientos	Dosis	Descripción
T1	7.8cc de CODI – SOIL/ 6 aplicaciones	1.30cc de CODI – SOIL/lit de agua por aplicación
T2	7.8 cc de CODI - SOIL/ 5 aplicaciones	1.56cc de CODI – SOIL /lit de agua por aplicación
T3	7.8 cc de CODI - SOIL/ 4 aplicaciones	1.95cc de CODI – SOIL/lit de agua por aplicación
T4	7.8 cc de CODI - SOIL/ 3 aplicaciones	2.60cc de CODI – SOIL /lit de agua por aplicación
T5	7.8 cc de CODI - VERDE/ 6 aplicaciones	1.30cc de CODI - VERDE/lit de agua por aplicación
T6	7.8 cc de CODI - VERDE/ 5 aplicaciones	1.56cc de CODI - VERDE/lit de agua por aplicación
T7	7.8 cc de CODI - VERDE/ 4 aplicaciones	1.95cc de CODI - VERDE/lit de agua por aplicación
T8	7.8 cc de CODI - VERDE/ 3 aplicaciones	2.60ccde CODI - VERDE/lit de agua por aplicación
T9	7.8 cc de BIOL/ 6 aplicaciones	1.30cc de BIOL/lit de agua por aplicación
T10	7.8 cc de BIOL/ 5 aplicaciones	1.56cc de BIOL/lit de agua por aplicación
T11	7.8 cc de BIOL/ 4 aplicaciones	1.95cc de BIOL/lit de agua por aplicación
T12	7.8 cc de BIOL/3 aplicaciones	2.60cc de BIOL/lit de agua por aplicación
T13	Testigo	sin aplicaciones

Fuente: Elaboración propia

Variable dependiente.

Comprobar la mejor frecuencia de aplicación;

Objetivo específico 2: Determinar la mejor frecuencia de aplicación del fertilizante orgánico, en las características biométricas del plantón de cacao.

Frecuencia de aplicación.

- Cada 12 días (6 aplicaciones de 1.30cc/lit de agua)
- Cada 15 días (5 aplicaciones de 1.56cc/lit de agua)

- Cada 20 días (4 aplicaciones de 1.95cc/lit de agua)
- Cada 30 días (3 aplicaciones de 2.60cc/lit de agua)
- Testigo.

Características biométricas del plantón ¹ de cacao.

- ³⁴ Altura de planta del cacao
- Numero de hojas por planta
- ³⁴ Peso de la hoja fresca
- Diámetro de tallo de la planta de cacao
- Peso de la raíz de la planta de cacao

3.1.7. Variables secundarias

Características climatológicas

(Holdridge, 1987), las mejores condiciones para este cultivo corresponden a un clima de bosque húmedo tropical (bh-T) con una temperatura máxima de 29,7 oC, 63,98 mm de precipitación y 81,00% de humedad relativa durante el crecimiento del cacao en la etapa de vivero.

Tabla 6

Datos meteorológicos (febrero hasta julio del 2016)

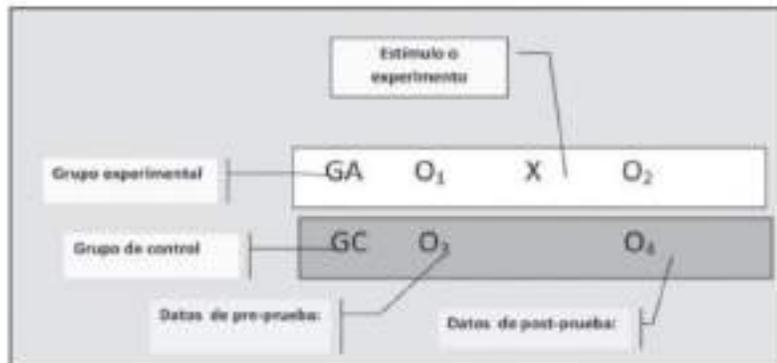
Mes	Temperatura Máx. (°C)	Temperatura Min. (°C)	Precipitación pluvial (mm)	Humedad Relativa (%)
Feb.	29.8	19.9	63.4	89
Mar.	29.5	19.6	62.8	85
Abr.	30.1	21.7	62.3	80
May.	30.5	20.9	65.4	81
Jun.	30.2	22.8	65.2	80
Julio	30.1	22.6	64.8	78
Prom	30.03	21.25	63.98	82.17

Fuente: SENAMHI, Guayaquil (2016)

² Diseño de la investigación

Según (Sánchez y Reyes, 2006), se asemeja a un diseño experimental porque las graduaciones producen el efecto deseado sobre la variable dependiente (altura, número

de hojas, peso ²⁶ de la hoja fresca, diámetro del tallo y peso de la raíz] y la variable independiente (CODI - SUELO, CODI - VERDE y biol) es sometida a manipulación.



² **Figura 1.**
Modelo General del Diseño Experimental

Nota. A. Acevedo, 2013. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial UNMSM ISSN: 1560-9146 (Impreso) / ISSN: 1810-9993 (Electrónico).

² Tipo y nivel de la investigación

Tipo de investigación

Es **tipo de estudio "aplicado"**, con el fin de resolver un problema práctico y urgente para modificar las condiciones, de acuerdo con su objetivo. La iniciativa busca la resolución rápida más que el aporte de conocimientos teóricos (Sánchez y Reyes, 2006), porque se trata de resolver retos reales de los cacao cultores en el desarrollo de excelentes plántulas.

Nivel de investigación

Estudio de nivel "explicativo" basado en el alcance del **objetivo general** y los objetivos especializados. Los estudios explicativos, en este sentido, ²⁷ pueden ocuparse tanto de la **determinación de las causas como de las derivaciones**, mediante la comprobación de **hipótesis**. El proyecto crea nueva información, y sus resultados y conclusiones comprenden el grado más profundo de conocimiento (Sánchez y Reyes, 2006).

Población y muestra

Población

Los habitantes totales del presente estudio fueron de 364 unidades dispersas según el diseño estadístico.

Muestra

Muestra total de 130 unidades experimentales.

2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Guías de observación y datos directos recolectados en campo para desarrollar la investigación.

Tabla 7

2 *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Técnicas	Instrumentos	Fuente
Observación	Fichas de registros	Plantones de cacao
Revisión de registros	Fichas de registro	Tesista
Análisis de datos	Infostat	Datos

Fuente: Elaboración propia, 2015

Diseño analítico, muestral y experimental

Se aplicó un diseño integralmente automatizado (DCA), con 12 tratamientos + 1 testigo y 28 repeticiones. Los datos se procesaron en un ordenador portátil utilizando un programa estadístico Infostat, y para comparar las medias de los tratamientos se realizó un análisis de la varianza (ANVA) y una prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Modelo matemático.

$$Y_{ij} = \mu + B_j + FA_i + FB_j + FAXFB + E_{ij}$$

$$\mu = \text{Media general}$$

$$B_j = \text{Efecto del } j\text{-ésimo bloque}$$

$$FA = \text{Efecto en el } i\text{-ésimo del factor A}$$

$$FB = \text{Efecto en el } j\text{-ésimo del factor B}$$

$$FAXFB = \text{Efecto en el } i\text{-ésimo de la interacción de AXB}$$

$$E_{ij} = \text{Efecto aleatorio del error.}$$

Análisis de varianza

ANOVA es una fórmula estadística que compara las varianzas entre las medias (o promedios) de grupos distintos. En este estudio, utilizamos ANOVA para evaluar las características de la planta, la numeración de hojas, el pesaje de la hoja, el diámetro del

tallo y pesaje de la raíz, para determinar si son estadísticamente diferentes o comparables.

Tabla 8

Esquema del análisis de variancia

Fuente de variabilidad	G.L.
Tratamientos	12
Error experimental	351
Total	363

22

Test de Duncan

El test de Duncan, un test de comparaciones múltiples, permite comparar las medias de los niveles de un factor. La prueba de Duncan es muy similar al test HSD de Tukey en el sentido de que utiliza un umbral fluctuante en lugar de un umbral fijo, pero todas las pruebas de comparaciones múltiples pretenden esbozar y especificar una hipótesis alternativa genérica como la de cualquier prueba ANOVA. un punto de corte que cambiará en función de cuántas medias se esté comparando.

Coefficiente de Determinación (R^2)

Es la parte de la varianza global que la regresión fue capaz de explicar. R-cuadrado, a menudo conocido como coeficiente de determinación, es una medida de lo bien que un modelo se ajusta a la variable que pretende describir. Es fundamental saber que el coeficiente de determinación oscila entre 0 y 1. Por otra parte, el modelo se ajustará peor y, en consecuencia, será menos fiable cuanto más se acerque a cero.

Coefficiente de Variabilidad (CV)

Comúnmente conocido como coeficiente de variación de Pearson. En otras palabras, nos informa de si una variable se mueve mucho, poco, más o menos que otra, al igual que otras medidas de dispersión.

3.2. Procedimientos de la investigación

3.2.1. De acuerdo al objetivo específico 1

Preparación del terreno

Con palas y machetes se limpió, niveló y cuadrículó la zona.

Construcción del vivero

Se emplearon materiales locales, como postes de madera dura, malla Raschel, que ofrece un 65% de sombra, y alambre de espino y hojas de palmera para preservar el contorno. El vivero tenía unas dimensiones de 5 m x 6,50 m, es decir, 32,5 m², y se planificó de forma que los parterres estuvieran siempre orientados de Este a Oeste y adecuadamente nivelados para minimizar la recogida de agua. Se construyeron tres camas de almaciguero (1 x 6,50 m, 3 x 6,50 m).

Tabla 9

Delineamiento de vivero experimental

Delineamiento del vivero experimental	Cantidad
Área total	32.4 m ²
Área neta	31.2 m ²
Área de unidad experimental	28 m ²
Número de tratamientos	13
Número de repeticiones	28
Largo	7m
Ancho	4m
Número total de unidades experimentales	364
Número total de muestra	130

Fuente: Elaboración propia (2015)

Obtención y preparación de sustrato

La Tierra tomada de la capa superficial del suelo, se tamizó con malla de 2 mm de diámetro, se juntó aserrín. Luego se mezcló de acuerdo a la proporción establecida 4:1 y se procedió a taparlo con plástico para desinfectado y eliminar semillas de malezas y/o algunos patógeno.

Llenado de bolsas

Las bolsas se llenaron con una presión suave para favorecer el asentamiento uniforme del sustrato sin dejar huecos airosos internos. Se evitaron las bolsas deformadas o que permitieran una simple separación o fuga del sustrato al manipularlas. Las bolsas tenían un tamaño de 6 "x12 "x0,2 mm y contenían alrededor de 1,80 kg de sustrato, lo que permitía un fuerte crecimiento de las raíces. A continuación, las bolsas se desinfectaron con Ridomil a razón de 50 g por bomba de agua de 20 litros.

Acomodo de las bolsas

Cuatro a lo ancho y siete a lo largo del cuadro daban un total de 28 bolsas por tratamiento, de las cuales las 10 del centro se emplearon como parcelas utilizables. A continuación, las bolsas se colocaron dentro de sus respectivos cuadros.

Selección y preparación de la semilla

Se seleccionó el material genético de cacao criollo, se recolectaron de una plantación de la zona con 5 años de edad. Se extrajo las semillas de la parte central y se eliminaron los dos extremos. Las semillas se prepararon descartando el mucilago que las cubre frotándolas con aserrín y luego se aplicó un fungicida (3 g. de Homai), durante 3 a 5 minutos. Finalmente, se procedió a lavarlos y colocarlos bajo sombra.

Pre germinado y siembra de la semilla

Se colocó las semillas en lugar fresco bajo sombra abrigándoles con aserrín húmedo. Después de 2 a 3 días, se realizó la selección de las semillas que presentan la radícula en forma de un punto blanco. Se colocó una semilla pre germinada ⁵ por bolsa en posición vertical embrión abajo a una profundidad aprox. de 1,5 cm y se cubrió con el sustrato.

Riego de las plantas

El riego fue permanente o en forma periódica de acuerdo a las condiciones climatológicas de la zona, manteniendo el sustrato en capacidad de campo. Para esta labor se utilizó una regadera a medida del desarrollo de las plántulas se amplió el número de días sin regar llegando a realizar en frecuencia, hasta lograr una planta apta para el trasplante.

Deshierbo

Se evitó el crecimiento de malas hierbas, ya que interfieren en el crecimiento normal ² de las plántulas al competir con ellas por recursos como el agua, los nutrientes, el espacio y la luz. También sirven de hospedador para plagas. Cada siete días se procedió al tratamiento manual de ³⁷ las malas hierbas, teniendo cuidado de no dañar las plántulas de cacao.

Aplicación de los fertilizantes

Se realizó las aplicaciones de Fertilizantes foliares de acuerdo a los tratamientos planteados dosis y frecuencia de aplicación a los 12 días, 15 días, 20 días, y 30 días de haber realizado la siembra.

3.2.2. De acuerdo al objetivo específico 2

Altura de planta de cacao

Esta variable se midió a los 150 días después de haberse realizado la siembra, se tomó 10 plantas de cada tratamiento, ubicadas en la parte central del área. La altura se tomó medida con el apoyo de una regla de metal, tomando como base el ras del suelo y/o cuello del tallo - raíz y como parte al final de la altura máxima de la hoja bandera, se expresó en centímetros.

Numero hoja por planta

Esta variable se midió a los 150 días después de haberse realizado la siembra, se tomó 10 plantas de cada tratamiento, procediendo a contar las hojas de cada planta.

Peso de la hoja fresca

Esta variable se midió a los 150 días después de haberse realizado la siembra, se tomó 10 plantas de cada tratamiento, se cortaron las hojas en la parte de la inserción del peciolo con el tallo e inmediatamente se pesaron las hojas en una balanza analítica.

Diámetro de tallo de la planta de cacao

Esta variable se midió a los 150 días después de haberse realizado la siembra, se tomó 10 plantas de cada tratamiento, ubicadas en la parte central del área. El diámetro del tallo se tomó medida con el apoyo de un vernier, tomamos a una altura de tres centímetros del suelo, para todas las unidades experimentales evaluadas se expresó en milímetros.

Peso de la raíz de la planta de cacao

Esta variable se midió a los 150 días después de haberse realizado la siembra, se tomó 10 plantas de cada tratamiento, ubicadas en la parte central del área. El peso de la raíz se tomó al cortar la raíz de la planta tomando como línea de corte el cuello tallo -raíz, luego se procedió a extraer todo el sustrato lavando la raíz, por espacio de una hora se procedió a crear, para luego ser pesado, los resultados se expresan en gramos.

Materiales utilizados en el experimento

- a) Vegetativo
 - ✓ Plantones de cacao
- b) Campo y equipos
 - ✓ Fertilizantes orgánicos

- ✓ Pulverizadora manual
- ✓ Bolsas para almácigo
- ✓ Vivero
- ✓ Palana
- ✓ Machete
- ✓ Wincha
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Laptop
- ✓ Cuaderno de apuntes
- ✓ Lapicero
- ✓ Papel bond

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ¹ Altura de la planta de cacao (cm)

La tabla 10 y figura 2, muestran el ANVA y el test de Duncan ($p < 0,05$)

Tabla 10

Análisis de variancia de ² altura de la planta de cacao (cm)

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	1976.86	12	164.74	242.71	<0.0001
Error	73.3	108	0.68		
Total	2056.85	129			

CV: ¹ 2.33% FP: 96%
Sign: Altamente significativo



Figura 2.
Prueba de Duncan ($p < 0,05$) para altura de planta de cacao

Los resultados del ANVA y el test de Duncan sobre ¹ la altura de la planta de cacao que presenta la tabla 10 y la Figura 2. De acuerdo con el análisis de significancia estadística para la variación de la altura en función de los tratamientos, al menos un tratamiento fue diferente de los demás. Con un coeficiente de determinación (R^2) del 96%, es posible

concluir que los tratamientos ensayados tuvieron una influencia significativa. Además, el fantástico CV (coeficiente de variación) de 2,35% es aceptable para concluir un estudio de campo.

De acuerdo con el test de Duncan (= 0,05) ¹ para los promedios de los tratamientos relativos a la altura, el T4 (7,8 cc de CODI-SOIL/ 3 aplicaciones) produjo la mayor altura promedio, superando a los demás tratamientos, con 48,61 cm, y el T13 (testigo) produjo la menor altura promedio, 33,36 cm.

Es vital observar que el aumento de las concentraciones de fertilizante y la disminución de la frecuencia de aplicación del fertilizante dieron lugar a un aumento de la altura de la plántula. Esto resulta en un comportamiento lineal regresivo $Y = 0,777 X + 45,928$ lo que ³⁶ significa que, por cada unidad de incremento en la concentración de fertilizante y frecuencia de aplicación, la altura de la planta (cm) se incrementa en 0,777 cm. Con un coeficiente de correlación (r) de 0,5577 (55,77%). Lo anterior explica claramente la relación entre dosis de fertilizante y frecuencia de aplicación ² (variable independiente) y altura de planta (cm) (variable dependiente).

⁷ Los resultados de altura de planta obtenidos en este estudio contradicen los obtenidos por (Ordoñez y Palma, 1993), quienes no encontraron diferencias significativas entre el crecimiento vegetativo de testigo y plantas de almácigo atomizadas con diferentes productos foliares (Fetnlor Combi + Urea, Metalosato Multimineral, Vitel + Vitafol, Aminofol). De manera similar, Sánchez et al. (2005) no encontraron efecto de variar las dosis de fertilizantes NPK de 50, 100, 200 y 400% (100%= 46 g/planta de N, 35 g de P y 40 g de K) sobre el rendimiento en materiales híbridos de cacao. No obstante, los resultados de este proyecto de investigación, Si los hallazgos de (Ormeño, 2009), quien menciona en su estudio "Evaluación de diferentes abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de plantas de cacao, que el mejor tratamiento para el desarrollo de plántulas de cacao fue Té de Estiércol (20%), por presentar las mismas ¹⁷ buena altura total". Además, (Martínez, 2018) descubrió en su tesis ¹⁷ evaluación del efecto de tres dosis de abono "biol" en fase de vivero de cacao que el tratamiento tres con aplicación foliar en la dosis (7,5%); generó mejores promedios de altura de planta. Por otra parte, en su estudio "efecto de la fertilización foliar en el desarrollo vegetativo de plántulas de cacao".

Los resultantes logrados en el T4 (7,8 cc de CODI - SOIL/ 3 aplicaciones) están influenciados por el contenido nutricional del CODI SOIL, que contiene un 74% de ácido fúlvico y un 6% de ácido húmico, mejorando las condiciones fisicoquímicas del suelo y

mejoran significativamente la absorción de nutrientes.

4.2. Número de hoja por planta de cacao

La tabla 11 y figura 3 muestran el ANVA y la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Tabla 11

Análisis de varianza de número de hoja por planta de cacao

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	105.37	12	8.78	33.59	<0.0001
Error	28.23	108	0.26		
Total	139.81	129			

CV: 4.12% R²: 76%

Sign: Altamente significativo.

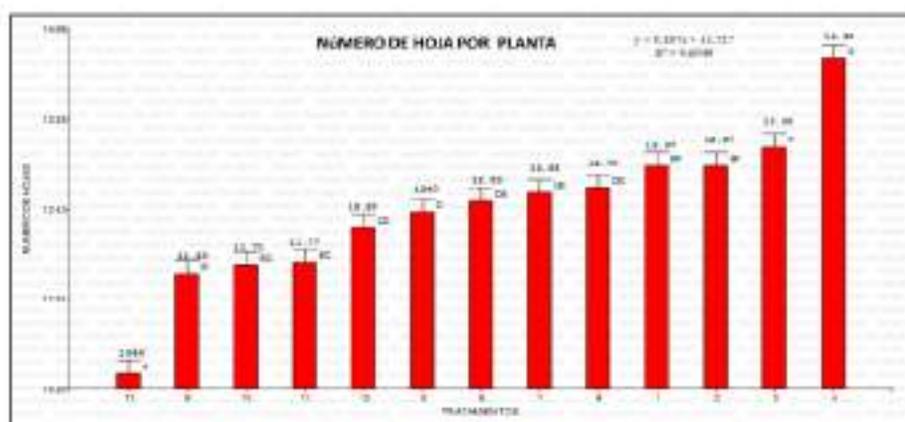


Figura 3. Prueba de Duncan ($p < 0,05$) del número de hojas

Los resultados de las pruebas ANVA y Duncan, existe alta significancia estadística entre los tratamientos, como lo muestra el análisis de varianza para el número de hojas de cacao. De acuerdo con el coeficiente de determinación (R²), que tiene un valor de 76%, los tratamientos evaluados han tenido un impacto significativo sobre el número. Adicionalmente, se observa un magnifico CV de 4.12% (Calzada, 1982).

El test de Duncan ($\alpha = 0,05$) muestra que el T4 (7,8 cc de CODI - SOIL3 aplicaciones)

obtuvo la media más alta, superando estadísticamente a los demás tratamientos con 14,30 hojas. O medio mais baixo foi obtido pelo T13 (Testigo), con 10,40 hojas.

De forma similar en el párrafo anterior, un aumento en la dosis de fertilizante y una aplicación menos frecuente condujeron a un aumento en el número de hojas, como muestra el comportamiento de la regresión lineal $Y = 0,187x + 13,727$. Esto significa que un coeficiente de correlación (r) de 0,6048 (60,48%) explica muy bien la relación entre la cantidad de fertilizante aplicado (variable independiente) y el número de hojas (variable dependiente) por cada unidad de aumento de la concentración de fertilizante y menor frecuencia de aplicación (aumento de 0,187).

Los hallazgos de (Martínez, 2018) en su tesis, "evaluación del efecto de tres dosis de abono foliar líquido "bio" en la fase de vivero del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), son apoyados por los resultados del experimento de número de hojas por planta del presente estudio. El tratamiento tres en la dosis foliar (7,5%) produjo mejores promedios para el número de hojas. Por otro lado, (Casado, 2014) investigó el "efecto de la fertilización foliar sobre el desarrollo vegetativo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L)", concluyendo que existe un efecto significativo de los fertilizantes foliares sobre el número de hojas a los 105 días después del tamizado con el tratamiento que fue influenciado por Powergizar y Oligomix-Co.

Estos resultados demuestran que la capacidad de las plantas para absorber nutrientes del suelo suele ser limitada. La aplicación foliar llena este vacío nutricional crítico.

4.3. Peso de la hoja fresca (g)

La tabla 12 y figura 4 muestran el ANVA y la prueba de Duncan ($p < 0,05$) respectivamente, para el peso de la hoja fresca.

Tabla 12

ANVA para el peso de la hoja fresca

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	261.78	12	21.81	129.49	<0.0001
Error	18.2	108	0.17		
Total	283.06	129			
CV: 3.69%	R ² : 92%	Sign: Altamente significativo			



Figura 4.
Prueba de Duncan ($p < 0.05$) del peso de la hoja fresca.

Los resultados del test de Anova y Duncan, el análisis de varianza para el peso de hoja fresca demuestra que existe varianza estadística significativa entre los tratamientos. El coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 92% nos indica que los tratamientos evaluados han tenido un impacto significativo en el peso de la hoja fresca. Adicionalmente, existe un magnífico CV de 3.69 (Calzada, 1982).

Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para las medias de los tratamientos en relación con la superficie tratada (figura 4). T4 (7.8 cc CODI-SOIL/ 3 aplicaciones) alcanzó la media más alta de 14.20 g, superando estadísticamente a todos los demás tratamientos T13 (Prueba) obtuvo la media más baja, de 9.07.

De forma similar al parámetro anterior, un aumento de la concentración de fertilizante y una menor frecuencia de aplicación de fertilizante dieron lugar a un aumento del peso fresco de los frutos, como se observa en un gráfico de línea regresiva $Y = 0.2929x + 13.161$. Esto significa que, por cada unidad de aumento en la concentración de fertilizante y menor frecuencia de aplicación, un coeficiente de correlación (r) de 0,597 (57,70%) explica muy bien la correlación entre las tasas de aplicación de fertilizante (variable independiente) y el peso fresco de la fruta (variable dependiente).

Los resultados obtenidos en el T4 (7.8 cc de CODI - SOIL/3 aplicaciones), se ven influenciadas por el contenido nutricional del CODI SOIL, que dentro de ellas tienen ácidos fúlvicos en un 74% y ácido húmico en un 6%. Sustancias mejoradoras de las condiciones fisicoquímicas del suelo y que mejoran exponencialmente la absorción

de los nutrientes, como lo menciona (Cooper, 2017). Las sustancias húmicas que contienen carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y azufre. Estas sustancias húmicas, que contribuyen al color marrón o negro de los suelos superficiales, pueden dividirse en tres categorías principales: humina, ácidos húmicos (HAs) y ácidos fúlvicos (FAs). Estas son categorías funcionales basadas en gran medida en el tamaño molecular y su solubilidad en agua ajustada a diferentes condiciones de pH.

A la luz de estos resultados, puede decirse que la absorción de nutrientes del suelo por parte de las plantas es frecuentemente restringida. Por lo tanto, la aplicación foliar desempeña un papel fundamental a la hora de llenar este vacío nutricional crucial para el crecimiento de la planta.

4.4. Diámetro del tallo de la planta de cacao (mm)

La tabla 13 y figura 5 muestran el ANVA y la prueba de Duncan ($p < 0.05$).

Tabla 13

ANVA del diámetro del tallo

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	0.11	12	0.01	35.28	<0.0001
Error	0.03	108	0.00026		
Total	0.14	129			

CV: 2.17%

R²: 76% Sign: Altamente significativo

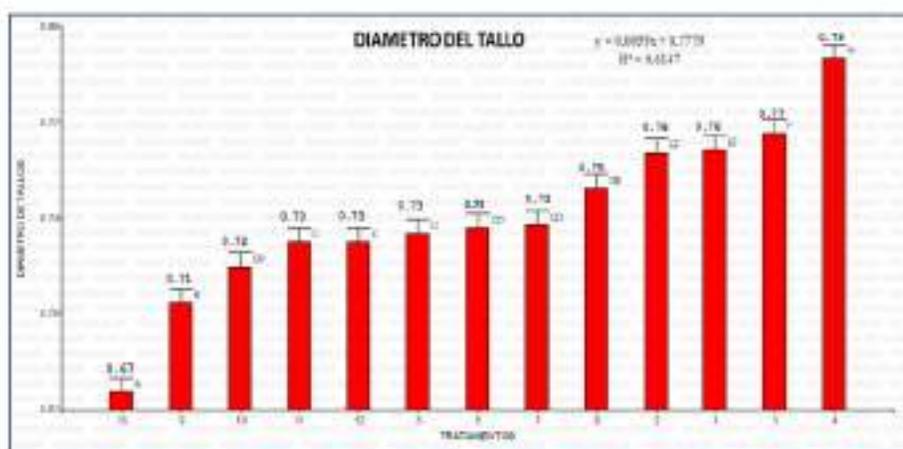


Figura 5.

Prueba de Duncan ($p < 0.05$) del diámetro del tallo

Los resultados del ANVA y Duncan, el análisis de varianza para el diámetro del tallo muestra que el coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 76% indica que los tratamientos evaluados tuvieron una influencia significativa en la altura de la planta. También se observa un excelente coeficiente de variación (CV) de 2.17% (Calzada, 1982).

El test de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los medios de tratamiento en relación con la altura (gráfico 4) muestra que el T4 (7,8 cc CODI - SOIL/ 3 aplicaciones) obtuvo el medio más alto con 0,79 mm, superando estadísticamente a los demás tratamientos. El T13 (Testigo) obtuvo la menor medida, 0,67 mm.

Del mismo modo, como se muestra en el parámetro anterior, un aumento de las concentraciones de fertilizante y una disminución de la frecuencia de aplicación de fertilizante dieron lugar a un aumento de la altura, como muestra la línea de regresión $Y = 0,0059x + 0,7779$. Esto significa que, por cada unidad de aumento de la concentración de fertilizante y menor frecuencia de aplicación, la altura aumenta 0,0059 mm. Un coeficiente de correlación (r) de 0,6147 (61,47%) explica muy bien la relación entre concentración de abono y frecuencia de aplicación (variable independiente) y altura (variable dependiente).

Los resultados de medición de altura obtenidos en este estudio corroboran lo descubierto por (Martínez, 2018) en su tesis, evaluación del efecto de tres dosis de abono foliar líquido "bio" sobre la fase de crecimiento del cacao. El régimen de tres tratamientos (7,5% de aplicación foliar) resultó con mejores medidas de altura media. Por otro lado, (Casado, 2014) realizó una investigación sobre el "efecto de la fertilización foliar en el desarrollo vegetativo de plántones de cacao (*Theobroma cacao* L)." concluyente que existe efecto significativo de los fertilizantes foliares, diámetro del tallo a los 45,66 y 90 días después de la siembra con el tratamiento T6 a la dosis de 5, 75 ml/250 ml de agua con el fertilizante de Powergizer.

En consecuencia, es posible afirmar que estos hallazgos demuestran que la absorción de nutrientes del suelo por parte de la planta es a veces limitada; todos desempeñan un papel clave a la hora de llenar este vacío, que es crítico para el desarrollo de la planta.

4.5. ³ Peso de la raíz (g)

La tabla 14 y figura 6 muestran el ANVA y la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Tabla 14

ANVA del peso de la raíz

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	207.14	12	17.26	131.31	<0.0001
Error	14.2	108	0.13		
Total	224.4	129			

CV: 3.67% R²: 92% Sign: Altamente significativo

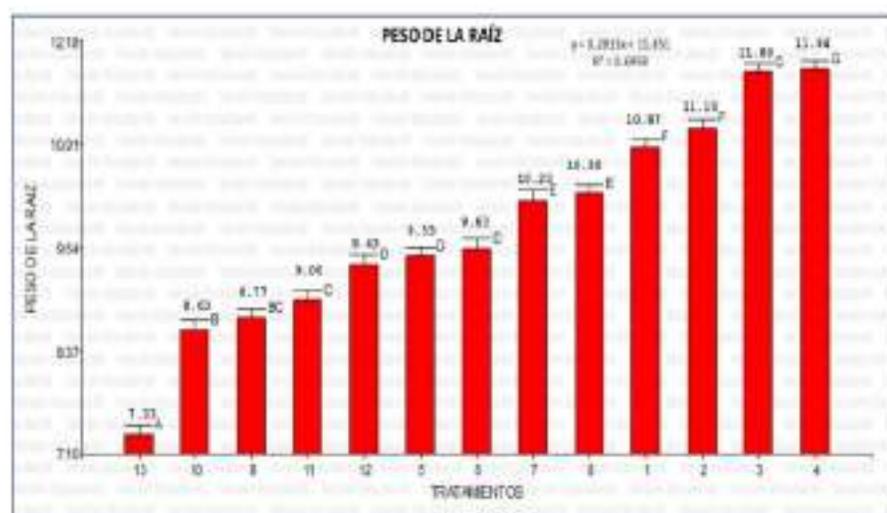


Figura 6. Prueba de Duncan ($p < 0,05$) del peso de la raíz

Los resultados del estudio y el test de Duncan sobre el peso de la raíz se muestran en la tabla 14 y la figura 6. El análisis de varianza para el peso de las nueces de cacao, demuestra que existe una alta significancia estadística entre los tratamientos. El coeficiente de determinación (R²) con un valor de 92% indica que los tratamientos evaluados tuvieron una influencia significativa sobre el peso de los animales. Existe también un excelente coeficiente de variación (CV) de 3.67% (Calzada, 1982).

El test de Duncan ($\alpha = 0,05$) muestra que el T4 (7,8 cc de CODI - SOIL/ 3 aplicaciones) alcanzó la media más alta con 11,84 g, superando a los demás tratamientos. El T13

(Testigo) obtuvo los promedios más bajos con 7,33 g. y como se vio en el parámetro anterior, el aumento de la concentración de fertilizante y de la frecuencia de aplicación determinó un aumento del peso de la raíz, resultando un comportamiento de regresión lineal $Y = 0,2813x + 11,851$. Esto significa que por cada unidad de aumento de la concentración de fertilizante y de la frecuencia de aplicación, el peso de la raíz aumenta en 0,2813 g. un coeficiente de correlación (r) de 0,6958 (69,58%) explica muy bien la correlación entre las tasas de aplicación de fertilizante (variable independiente) y el peso del raíz (variable dependiente).

El peso de la raíz obtenida en este estudio confirma lo descubierto por (Casado, 2014) en su estudio "efecto de la fertilización foliar en el desarrollo vegetativo de plántones de cacao (*Theobroma cacao* L)." concluyente que existe un efecto significativo de la fertilización foliar, volumen del raíz a los 45,66 y 90 días después del tamizado con el tratamiento T6 a una dosis de 5,75 ml. Además, (Ormeño, 2009) menciona en su trabajo "Evaluación de diferentes abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao*)" que el mejor tratamiento para el desarrollo de las hojas de cacao fue Té de Estiércol (20%), debido a un mejor desarrollo radicular. Estos resultados del T4 (7,8 cc de CODI - SUELO/ 3 aplicaciones) están influenciados por el contenido nutricional del SUELO CODI, que contiene un 74% de ácido fúlvico y un 6% de ácido húmico.

Como resultado, estos hallazgos demuestran que la absorción de nutrientes del suelo por parte de la planta suele ser limitada.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en la que se condujo este estudio, se concluye que:

- Los mejores efectos en el desarrollo del plantón de cacao lo obtuvieron el tratamiento T4 con una dosis de fertilización de 7.8 cc de CODI - SOIL/ 3 aplicaciones.
- Los mejores efectos en el desarrollo del plantón de cacao lo obtuvieron el tratamiento con una frecuencia de aplicación cada 30 días.
- Que la aplicación de un acondicionador de suelo a base de materia orgánica es importante como complemento a la fertilización del suelo.
- Para las variables de ¹ número de las ¹⁵ hojas por planta evaluadas, según el análisis estadístico, ¹⁵ muestra que existe alta significación estadística entre los tratamientos, ya que estos ¹⁵ datos se tomaron a los 150 días después de haberse realizado ¹⁵ la siembra.
- ¹⁵ La aplicación de los tratamientos ¹⁵ se realizó con una mochila aspersora manual, siendo ideales para la aplicación de fertilizantes, ya que es la forma más segura y homogénea de aplicar el producto a los tratamientos.

RECOMENDACIONES

- Para los que desean producir plántones de cacao en el sector donde se desarrolló el experimento y bajo los mismos procedimientos en la elaboración del sustrato que se ha utilizado, pueden aplicar 7.8 cc de CODI - SOIL/ 3 aplicaciones en todo el periodo vegetativo en vivero, condición que asegura tener un plánton de cacao que cumpla con las características deseables para la instalación en campo definitivo.
- La aplicación del fertilizante orgánico a las dosis indicadas debe realizarse en tres aplicaciones con una frecuencia de 30 días cada una.
- Como el conocimiento no es absoluto, se hace necesario seguir investigando con otros productos y de ser posibles evaluar con mayor dosis del producto CODI SOIL, para determinar la dosis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amores, F. (2009). *La investigación en cacao y el desarrollo económico de su cadena de valor. Conferencia presentada en Taller. Investigaciones Del INIAP y El Sector Privado. Abril 2009. INIAP. Estación Experimental Boliche.*
- Arteta, S. (2015). *Requerimientos edafoclimáticos del cultivo. Altitud.* Obtenido de <https://www.cacaomovil.com/site/guide?id=12&articleid=16#:~:text=El%20cacao%20es%20una%20especie,mar%20hasta%20los%20900%20metro S.&text=El%20cacao%20se%20desarrolla%20en,y%20los%2030%20grad os%20cent%C3%ADgrados.>
- Burbano, J. (2018). *Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cacao. Precipitación.* Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-cacao/>
- Calzada, B. (1982). *Métodos Estadísticos para la Investigación.* Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644 Págs
- Casado, A. (2014). *Efecto de la fertilización foliar en el desarrollo vegetativo de plántulas de cacao en condiciones de vivero en la localidad de Tingo María.* Tesis de pregrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Casallas, Arley. (2013). *Establecimiento de vivero para la producción y comercialización de plántulas de cacao.* (En línea). Consultado 08 Set. 2015. Disponible en: <http://es.slideshare.net/amor1859/vivero-de-cacao.>
- Cooper, L. (2017). *El valor de las sustancias húmicas. HUMA GRO. Edición de Enero de 2017*
- Cusi, R. (2017). Rodil Leyver Cusi Solorzano (2017). *Frecuencias de aplicación de dos abonos foliares, en el crecimiento de plántulas para patrones de cacao (Theobroma cacao L.) común en vivero de Tingo María.*
- Espinoza, J. (2012). "Determinación del efecto de seis productos "biorracionales" sobre monilophthora perniciosa, agente causal de escoba de bruja en cacao (theobroma cacao L.)" Jonathan Joseph Espinoza Carranza (2012)- Ecuador.
- FAO, (2002). *Manual de Prácticas Integradas de Manejo y Conservación de Suelos.* Roma, Italia. FAO.220p.

- Galarza, H. (2016). *Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cacao*. Humedad. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000100003
- Holdridge, R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. 3 ed. San José, Costa Rica, Servicio editorial IICA. 216 p.
- Jumbo, J. (2019). *Fertilización edáfica con tres niveles de silicato de calcio y tres de nitrógeno en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en la zona de 51 Quinsaloma*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteg.edu.ec/handle/43000/3831>
- Martínez, A. (2018). *Efecto de tres dosis de abono foliar líquido "Biol" en la fase de vivero del cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.) en la junta vecinal de Pampa Yurac, distrito y provincia de Padre Abad*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ucayali.
- Mora, A. (2015). Fertilización. (En línea). Consultado 20 Ago. 2015. Disponible en: <http://intranet.catie.ac.cr/pcc/Divulgaci%C3%B3n/Presentaciones/Fertilizaci%C3%B3n%20en%20cacao%20%20A.MORA.pdf>.
- MORGAN, R.P.c. (1997). *Erosión y conservación de suelos*. Mundi Prensa. Madrid, España. 343p.
- NUÑEZ, J. (2001). *Manejo y conservación de suelos*. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 288p.
- Ordoñez M., y Palma, M. (1993). *Evaluación de modalidades de fertilización al suelo y foliar en la producción de vivero de café en bolsas de polietileno*.
- Ormeño, D. (2009). *Evaluación de diferentes abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de plantas de cacao (Theobroma cacao)*. En: Reunión Anual de La Sociedad Interamericana Para La Horticultura Tropical, 1-4.
- Rojas, J. (2013). *Evaluación del crecimiento de "café" y "cacao", tratado con tres aplicaciones de biol, enriquecido con sustancias orgánicas en la producción de plántones en Lamas*.
- Sánchez, J (2005). *Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas*. Fertilidad del suelo. FERTITEC S.A.19 p.
- Sánchez, H. y Reyes, C. (2006). *Metodología y diseño de la investigación científica*. Lima: Editorial Visión Universitaria.

Serrano, P. Lucena, J. Ruano, S. Nogales, M. (2010). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, España. (En línea). Consultado 20 ene. 2016. Disponible en:

[http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION%20N\(BAJA\)_tcm7-207769.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION%20N(BAJA)_tcm7-207769.pdf).

Vargas, D. (2015). *Requerimientos de suelos en el cultivo de cacao*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200778582019000200155

Linkografía.

<http://www.codiagroperu.com/galeria/liquidos/folleto%20CODI%20VERDE%20N.pdf>.

https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_clasificaci%C3%B3n_de_zonas_de_vida_de_Holdridge

<https://www.oroverde.com.pe/>

ANEXOS



Figura 7.
Preparación de bolsas almacigueras para cacao



Figura 8.
Preparación del diseño experimental en el almacigo
Fuente: Foto propia (2016)



Figura 9.

Plantones de cacao por tratamientos

Fuente: Foto propia (2015)



Figura 10.

Preparación de fertilizante orgánico

Fuente: Foto propia (2015)



Figura 11.
Peso de la hoja de cacao
Fuente: Foto propia (2015)



Figura 12.
Peso de la raíz de cacao
Fuente: Foto propia (2015)

Efecto de diferentes frecuencias de aplicación de fertilizantes orgánicos, en el desarrollo de plántones de cacao (Theobroma cacao L.) Sacanche - Huallaga

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	2%
4	repositorio.unia.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	1%
8	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%

9	infoagronomo.net Fuente de Internet	1 %
10	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	1 %
11	bdigital.zamorano.edu Fuente de Internet	1 %
12	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
14	www.inveraceroperu.com Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
16	humagro.com Fuente de Internet	<1 %
17	www.repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	www.coursehero.com Fuente de Internet	

<1 %

21

Submitted to Ana G. Méndez University

Trabajo del estudiante

<1 %

22

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

23

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

24

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

25

Submitted to Infile

Trabajo del estudiante

<1 %

26

www.hortomallas.com

Fuente de Internet

<1 %

27

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

28

"Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derechos Humanos, Volume 23 (2007)", Brill, 2012

Publicación

<1 %

29

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

30

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

31	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
32	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	www.aprende-fotografia.com.ar Fuente de Internet	<1 %
34	Revista Temas Agrarios. "Proceedings - 2nd International and 3rd National Symposium in Agronomic Sciences", Temas Agrarios, 2022 Publicación	<1 %
35	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	<1 %
36	americanae.aecid.es Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	repositorio.upec.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo