



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES HORMONAS
NATURALES EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, EN EL RECINTO
ZHUCAY, EN LA PROVINCIA DEL CAÑAR**
TRABAJO EXPERIMENTAL

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

AUTOR
CRESPO PRADO FLAVIO ELÍAS

TUTOR
ING. MACÍAS HERNANDEZ DAVID JESÚS, M.Sc.

MILAGRO – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. MACÍAS HERNANDEZ DAVID JESÚS, M.Sc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES HORMONAS NATURALES EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, EN EL RECINTO ZHUCAI, EN LA PROVINCIA DEL CAÑAR**, realizado por el estudiante **CRESPO PRADO FLAVIO ELÍAS**; con cédula de identidad N° 0302665625 de la carrera **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. MACÍAS HERNANDEZ DAVID, M.Sc.
DIRECTOR DE TESIS

Milagro, agosto 03 del 2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES HORMONAS NATURALES EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, EN EL RECINTO ZHUCAY, EN LA PROVINCIA DEL CAÑAR”**, realizado por el estudiante **CRESPO PRADO FLAVIO ELÍAS**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. CRUZ ROMERO COLÓN, M.Sc.
PRESIDENTE

ING. MARTILLO JUAN JAVIER, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. MACÍAS HERNANDEZ DAVID, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, agosto 03 del 2021

Dedicatoria

Dedico este proyecto en primer lugar a Dios por brindarme salud, paciencia e inteligencia para poder culminar una de mis metas tan anheladas.

A mis padres los cuales me han brindado su apoyo, confianza y consejos durante mi estancia en calidad de estudiante en la Universidad.

A mis familiares que siempre han estado brindándome su apoyo y aliento para no persistir en mis sueños y metas, quienes siempre me brindaron sus sabios consejos, amor y apoyo incondicional.

A mis docentes por confiar en mí, por sus consejos tan valiosos que me han dado y por guiarme por el camino de la sabiduría y ser una persona más centrada y responsable profesionalmente,

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por la salud brindada durante toda mi vida, a mis padres por estar conmigo en todo momento apoyándome y dándome aliento para seguir adelante, superando los obstáculos que se me han presentado en el camino y poder así haber logrado cumplir mis metas.

Además, agradezco a:

Ing. David Macías Hernández, por su colaboración y apoyo como tutor para la culminación de mi tesis.

A los catedráticos de la Universidad Agraria del Ecuador sede en Milagro por su digna labor al brindarme sus enseñanzas y consejos durante mi estancia en las aulas de clase, los cuales serán mi base principal para mi desenvolvimiento en el campo laboral y profesional.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **CRESPO PRADO FLAVIO ELÍAS**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES HORMONAS NATURALES EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, EN EL RECINTO ZHUCAY, EN LA PROVINCIA DEL CAÑAR”** para optar el título de **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

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

Milagro, agosto 03 del 2021

CRESPO PRADO FLAVIO ELÍAS
C.I. 0302665625

Índice general

APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	10
Índice de figuras	11
Resumen.....	12
Abstract	13
1. Introducción	14
1.1 Antecedentes del problema.....	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema	14
1.2.1 Planteamiento del problema	14
1.2.2 Formulación del problema	15
1.3 Justificación de la investigación.....	15
1.4 Delimitación de la investigación	16
1.5 Objetivo general	16
1.6 Objetivos específicos	16
2. Marco teórico	18
2.1 Estado del arte	18
2.2.1 Cacao	21
2.2.1.1. Taxonomía y morfología.....	22
2.2.1.2 Requerimientos del cultivo de cacao	24

2.2.1.3. <i>Labores culturales</i>	25
2.2.1.4. <i>Principales enfermedades en el cultivo de cacao</i>	27
2.2.2 Fitohormonas	28
2.2.3 Vivero	29
2.2.3.1. <i>Características de la ubicación</i>	29
2.2.3.2. <i>Instalación del vivero</i>	30
2.2 Marco legal	30
3. Materiales y métodos	32
3.1 Enfoque de la investigación	32
3.1.1 Tipo de investigación	32
3.1.2 Diseño de investigación	32
3.2.1 Variables	32
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i>	32
3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i>	32
3.2.2 Tratamientos	33
3.2.3 Diseño experimental	34
3.2.4 Recolección de datos	34
3.2.4.1. <i>Recursos</i>	34
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i>	36
3.2.5 Análisis estadístico	39
4. Resultados	40
4.1 Efecto de las hormonas en estudio en el desarrollo de las ramas de cacao, utilizadas como medio de reproducción asexual, mediante los índices del número de brotes y la longitud de raíces; así como su característica cualitativa a través del vigor	40

4.1.1 Número de brotes	40
4.1.2 Longitud de raíces (cm).....	40
4.1.3 Vigor.....	41
4.2 Efecto de los tratamientos propuestos en el prendimiento de ramas y en la producción de materia fresca y seca.....	41
4.2.1 Prendimiento	41
4.2.2 Peso fresco parte aérea.....	42
4.2.3 Peso fresco de raíces	42
4.2.4 Peso seco de la parte aérea	43
4.2.5 Peso seco de las raíces	43
4.3 Costo de producción de las plántulas de cacao durante su proceso de reproducción y mantenimiento en vivero, previo a su venta.....	44
5. Discusión.....	46
6. Conclusiones	48
7. Recomendaciones	49
8. Bibliografía	50
9. Anexos.....	58
9.1 Análisis de varianza.....	67

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de los tratamientos	33
Tabla 2. Escala para determinar el vigor de la planta.....	38
Tabla 3. Análisis de varianza	39
Tabla 4. Promedios del número de brotes	40
Tabla 5. Promedios de longitud de raíces (cm)	41
Tabla 6. Promedios del vigor	41
Tabla 7. Promedios del prendimiento.....	42
Tabla 8. Promedios del peso fresco parte aérea.....	42
Tabla 9. Promedios del peso fresco de raíces	43
Tabla 10. Promedios del peso seco de la parte aérea	43
Tabla 11. Promedios del peso seco de las raíces	44
Tabla 12. Costo de producción de las plántulas de cacao	45
Tabla 13. Datos de número de brotes	67
Tabla 14. Datos de longitud de raíces.....	67
Tabla 15. Datos de vigor	68
Tabla 16. Datos de prendimiento	69
Tabla 17. Datos del peso fresco parte aérea.....	69
Tabla 18. Datos del peso fresco de raíces	70
Tabla 19. Datos del peso seco de la parte aérea	70
Tabla 20. Datos del peso seco de las raíces.....	71

Índice de figuras

Figura 1. Croquis de campo.....	58
Figura 2. Preparación de sustrato y llenado de las fundas	58
Figura 3. Llenado y armado de las fundas unidades experimentales	59
Figura 4. Desinfección del sustrato de las unidades experimentales con Vitavax 200	59
Figura 5. Corte y recolección de ramas de cacao para las varetas	60
Figura 6. Preparación de los enraizantes para los tratamientos	60
Figura 7. Sumergido de las varetas	61
Figura 8. Siembra e identificación de los tratamientos	61
Figura 9. Aplicación de los tratamientos después de 30 días	62
Figura 10. Aplicación de los enraizantes a los 40 días de iniciado el proyecto	62
Figura 11. Aplicación de los tratamientos a los 50 días de iniciado el proyecto	63
Figura 12. Toma de datos de las variables vigor y número de brotes	63
Figura 13. Medición de la longitud de raíces	64
Figura 14. Peso fresco de la parte aérea	64
Figura 15. Peso fresco de las raíces	65
Figura 16. Peso seco de la parte aérea	65
Figura 17. Peso seco de las raíces	66
Figura 18. Visita del tutor en el campo experimental.....	66

Resumen

El cacao posee un amplio mercado, principalmente en países europeos, los mismos que están interesados en productos orgánicos que no perjudiquen a los consumidores, por esa razón, es importante tanto la selección de las plántulas de cacao como el desarrollo de su cultivo en toda su etapa fenológica. El objetivo del presente estudio fue evaluar diferentes tipos de hormonas enraizantes naturales en vivero de cacao, como un posible reemplazo a hormonas sintéticas. Este ensayo se desarrolló bajo un diseño completamente al azar, en el cual se evaluaron los tratamientos: agua de lenteja, agua de coco y *Aloe vera* en dosis de 1L/30 varetas, utilizando cuatro repeticiones por cada uno de ellos. Las medias obtenidas por los tratamientos aplicados (agua de lenteja, agua de coco y *Aloe vera*) no presentaron diferencias significativas entre las características como el número de brotes, longitud de raíz y vigor de la planta. En el análisis de costo se pudo determinar que el tratamiento de agua de lenteja, el costo de producción unitario por planta de \$0.40 centavos. En el T2 (agua de coco) el costo por unidad fue de \$ 0.42 centavos, y para T3 (*Aloe vera*) un costo unitario de \$ 0.41. Se recomienda utilizar la sábila como hormona natural en el enraizamiento de estacas de cacao, debido a que tiene el mismo efecto que el resto de tratamientos, pero presenta costos de producción intermedio entre los tratamientos y mayor prendimiento que los mismos.

Palabras claves: *Aloe vera*, cacao, coco, hormona natural, lenteja.

Abstract

Cocoa has a large market, mainly in European countries, the same ones that are interested in organic products that do not harm consumers, for that reason, it is essential both the selection of cocoa seedlings and the development of its cultivation in all its phenological stages. The objective of the present study was to evaluate different types of natural rooting hormones in cocoa nurseries as a possible replacement for synthetic rooting hormones. This trial was developed under a completely randomized design, in which treatments evaluated were lentil water, coconut water, and Aloe vera in doses of 1L / 30 twigs using four repetitions for each one of them. The averages made, which have gotten by the applied treatments like lentil water, coconut water, and Aloe vera, did not show significant differences between the characteristics such as the number of shoots, root length, and vigor of the plant. The cost analysis result was the lentil water treatment, the unit production cost per plant of \$0.40. In T2 (coconut water). The price per unit was \$0.42 and, for T3 (Aloe Vera), a unit cost of \$ 0.41. It suggested using aloe vera as a natural hormone in the rooting of cocoa cuttings because it has the same effect as the rest of the treatments. But it has intermediate production costs between the treatments and a higher yield than the same.

Keywords: Aloe vera, cocoa, coconut, a natural hormone, lentil.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

En América, el cultivo de cacao se ha desarrollado desde México hasta Brasil; este último posee importantes hectáreas sembradas, que representa el 40 % del total de la región. Los países que le siguen están Ecuador (24 %), Colombia (9 %), República Dominicana (9%), Perú (6 %) y Venezuela (4 %). El Ecuador es el país que tiene mayor participación dentro del mercado mundial con un 63 % de acuerdo a los datos estadísticas de Preciador (Guerrero, 2014).

La producción de cacao en el Ecuador, se concentra principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos. En el país se cultivan dos variedades de cacao; el Cacao CCN-51 y el denominado Cacao Nacional, el mismo que es un Cacao fino de aroma conocido como 'Arriba', desde la época colonial. La propagación para el desarrollo de este cultivo puede ser de forma sexual mediante semillas y de forma asexual utilizando estacas, acodos e injertos (Paredes, 2003).

La propagación asexual no presenta cambios en la formación genética, sin embargo, la nueva planta que se desarrolla tiene las características de la madre. Por ello se requiere utilizar una parte de la rama, tallo o de la hoja de una planta madre, la misma debe colocarse en condiciones ambientales favorables, para permitir la formación de raíces y por ende producir una planta nueva. Se puede mencionar que este método es significativo para la propagación comercial de plantas de diversas especies (Chiqui y Verdugo, 2014).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

En Ecuador, la mayoría de productores obtienen las plántulas de cacao, de cultivos realizados en viveros no certificados, motivo por el cual se obtienen bajos rendimientos durante el cultivo. El manejo y cuidado que requiere la propagación

del cacao es incompleta, pese a que se utilizan una serie de sustratos, aunque existe una limitada selección de material vegetal para la propagación, no se conoce las hormonas enraizantes que se necesitan. Hay dos formas de propagación sexual y asexual, sin embargo, la reproducción asexual es más confiable y genéticamente permite obtener óptimos rendimientos en los cultivos (Campoverde, 2017).

La creciente demanda de las plantas de cacao y la utilización de productos sintéticos para la propagación acarrea consigo problemas económicos tanto por el alto costo del producto y la limitación de los pequeños productores en la cantidad a propagar para cubrir la tasa de mortalidad, sin embargo, al tratar de cubrir este déficit de producción se exenta el uso de cultivares en optimas características genéticas (INIAP, 2018).

1.2.2 Formulación del problema

¿La utilización de hormonas naturales permitirá obtener mayor porcentaje de prendimiento de las estacas de cacao en vivero?

1.3 Justificación de la investigación

El cacao posee un amplio mercado, principalmente en países europeos, los mismos que están interesados en productos orgánicos que no perjudiquen a los consumidores, por esa razón, es importante tanto la selección de las plántulas de cacao como el desarrollo de su cultivo en toda su etapa fenológica, además de contar con buenas condiciones debe regirse a excelentes características para garantizar la calidad de fruto y rendimiento (Chang et al., 2014).

La comercialización de plántulas de cacao se rige a los productores, en la cual siempre se considera en épocas de demandas de plantas, aunque no siempre cuentan con el mismo nivel de demanda, las plántulas se producen todos los años

y las siembras van desde productores pequeños hasta productores extensos (Piza, 2018).

Los beneficios que traerá esta investigación será para los pequeños viveristas, los cuales, tendrán una alternativa de como producir sus plantas en vivero de forma más económica, en el caso de que su presupuesto para el mismo se vea limitado, también podrán optar esta medida al ser más amigable con el medio ambiente.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El desarrollo del trabajo de titulación se realizó en el vivero Agrícola Crespo, en Zhucay, provincia de Cañar.
- **Tiempo:** El proyecto tuvo un tiempo de duración de seis meses, desde julio a diciembre del 2020.
- **Población:** El proyecto de investigación se realizó en el recinto Zhucay, del cantón Cañar en la provincia del Cañar con las respectivas coordenadas en X: 685927.6 y en Y: 9722657.7

1.5 Objetivo general

Evaluar diferentes tipos de hormonas enraizantes naturales en vivero de cacao (*Theobroma cacao* L.), como un posible reemplazo a hormonas enraizantes sintéticas, en el recinto Zhucay, en la Provincia del Cañar.

1.6 Objetivos específicos

- Valorar el efecto de las hormonas en estudio en el desarrollo de las ramas de cacao, utilizadas como medio de reproducción asexual, mediante los índices del número de brotes y la longitud de raíces; así como su característica cualitativa a través del vigor.
- Determinar el efecto de los tratamientos propuestos en el prendimiento de ramas y en la producción de materia fresca y seca.

- Establecer el costo de producción de las plántulas de cacao durante su proceso de reproducción y mantenimiento en vivero, previo a su venta

1.7 Hipótesis

La utilización de hormonas naturales logrará mayor porcentaje de prendimiento de las estacas de cacao.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Ballesteros y Peña (2012) utilizaron cuatro promotores de enraizamiento (Hormonagro® 1 (1,5g*L-1), Bifix-gro® (2,5ml*L-1), extracto de Aloe vera (80ml*L-1) y ácido salicílico (infusión de 150g*L-1 hojas de *Salix humboldtiana*) bajo tres metodologías de aplicación (inmersión por 1,5 horas, aspersión foliar y la combinación de las anteriores) para promover el prendimiento de *Sedum acre*, *S. luteoviride*, *S. reflexum* y *S. sediforme*, en los invernaderos de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Se utilizó un diseño factorial en bloques, con tres factores de variación (especies, promotores, metodologías) y siete variables de respuesta (prendimiento, longitud aérea, radical, número de tallos por esqueje, peso seco aéreo, radical y total). El análisis de varianza demostró que hubo diferencias significativas en las interacciones. Los mejores resultados se obtuvieron con el extracto de Aloe vera y con Bifix-gro®, la especie con mayor respuesta fue *S. reflexum* y dentro de las metodologías de aplicación sobresalieron la inmersión y la combinación inmersión/foliar.

Erazo (2018) evaluó tres sustancias naturales en tres dosis diferentes para el enraizamiento de estacas de babaco (*Carica pentagona hilb*), en la Universidad Técnica de Ambato, las sustancias enraizantes utilizadas fueron agua de coco, cristales de sábila y extracto de sauce, en dosis de 5 %, 10 % y 15 % cada una. Las variables evaluadas fueron número de días a la primera brotación, número de brotes, volumen radicular y porcentaje de supervivencia. El número de días a la primera brotación, número de brotes y % de supervivencia fueron medidos con observación directa mientras que para el volumen radicular se utilizó en método de Arquímedes. El agua de coco al 15 % fue la sustancia que mejor comportamiento

tuvo como enraizante en las estacas de babaco; los primeros brotes aparecieron a los 30, 13 días de instaurado el ensayo, el número promedio de brotes fue de 2,43, el volumen radicular fue 12,67 mm, y el porcentaje de supervivencia fue del 100 %.

Alvarado (2020) analizó el comportamiento de los efectos de diferentes enraizantes y sustratos en la reproducción asexual y desarrollo de plántulas de ficus (*Ficus benjamina*) en un vivero comercial, del cantón El Triunfo. Se midieron las variables de prendimiento, vigor de plantas, emisión de brotes, longitud de raíces y peso de raíces a los 60 días después de la siembra. El mejor tratamiento para enraizamiento y propagación fue tierra amarilla + cascarilla de arroz + gel de aloe, cuyo porcentaje de prendimiento alcanzó 54,17 % y 1,95 brotes, superando a la hormona comercial, que llegó a un prendimiento de 41,67% y 1,15 brotes. Para el efecto económico de los tratamientos, se utilizó como base el precio de vivero de una planta de ficus (\$1,25 USD) y 1000 esquejes propagados como referencia. El sustrato a base de tierra amarilla + cascarilla de arroz + gel de aloe obtuvo una utilidad de \$165,10 USD con una relación beneficio/costo igual a \$1,41; superando al uso de la hormona comercial en la que la utilidad fue \$-195,67 con una relación beneficio/costo de \$0,52. Los resultados indicaron que la combinación de tierra amarilla y cascarilla de arroz como sustratos y gel de sábila como enraizante natural, es una alternativa a la hormona comercial para la propagación de esquejes de ficus en viveros.

Guamán, Leython y Martínez (2019) emplearon enraizantes naturales en *Coffea canephora* var. *Robusta*. Para la propagación vegetativa se utilizaron enraizantes orgánicos como agua de lenteja, agua de coco y cristal de sábila, en Balao, provincia del Guayas. Las varetas se sumergieron cinco minutos en cada tratamiento y posteriormente sembradas. En distintos periodos de tiempo, se

cuantificaron las variables: porcentaje de enraizamiento, número de hojas, altura de las plantas, diámetro de esquejes, longitud radicular y número de plantas sobrevivientes. El cristal de sábila presentó valores superiores tanto a los 15, 25 como a los 60 días de observación, obteniendo un promedio estadístico del 17 a 33 % a diferencia del agua de lenteja y agua de coco. Se concluyó que los enraizantes naturales son tan beneficiosos como los enraizantes comerciales, sin embargo, los primeros son más económicos y ecológicamente amigables, por lo tanto, se recomienda su uso para la propagación de esquejes de café robusta.

Ramos et al., (2013) realizaron dos experimentos que tuvieron como tratamientos dos concentraciones de sacarosa (0 y 10 g L⁻¹), dos de la auxina AIB (0 y 2 mg L⁻¹) y cinco concentraciones de Pectimorf® (3, 5, 7, 9 y 12 mg L⁻¹) en Santa Clara, Cuba. Se emplearon como controles el medio de cultivo de enraizamiento compuesto por las sales MS al 50 %; 2 mg L⁻¹ de AIB; 0,4 mg L⁻¹ de tiamina; 40 g L⁻¹ de sacarosa; 7 g L⁻¹ de agar y el mismo medio de cultivo sin sacarosa, sin Pectimorf® pero con zeolita como soporte. Los resultados demostraron que el Pectimorf® tuvo un efecto positivo en el enraizamiento y la aclimatación *in vitro* de los brotes de papaya. La acción sinérgica del AIB con 9 mg L⁻¹ de Pectimorf® permitió obtener plantas *in vitro* con mayor área foliar, masa fresca, número de raíces, tasa fotosintética y conductancia estomática; lo cual unido a un alto porcentaje de enraizamiento y un menor porcentaje de estomas abiertos permitió alcanzar un 76,2 % de supervivencia en condiciones *ex vitro*.

Flores (2019) evaluó enraizadores en estacas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) con tres diferentes cortes de hoja tolerantes a la monilia aquí se analizó el proceso de enraizamiento y el comportamiento en tres diferentes cortes de hoja en estacas con cada enraizador y su análisis económico parcial en la producción de plantines

con los dos enraizadores. Como resultado presento que mayor desarrollo presentaron las estacas de cacao con el corte de media hoja y el uso de enraizador en polvo (ANA) y el clon III-13 con un 62% de prendimiento, donde obtuvo mejores resultados en todas las variables evaluadas. Respecto a la producción asexual de cacao mediante diferentes cortes de hoja, diferentes enraizadores y diferentes clones se pudo demostrar que es factible la producción de esta especie con los diferentes enraizadores como el enraizador ácido naftalenacético (ANA), debido a que se llega a ganar Bs 2,62 dando buenos resultados con respecto a longitud de raíz, número de hojas, número de brotes raíces. La aplicación del enraizador ácido indolbutírico (IBA) que la ganancia por cada 1 bs invertido fue de 1,80 bs, además con la aplicación de este enraizador se llegó a obtener buenos resultados en número de hojas, pero no así con longitud de raíz, ni número de brotes raíces.

Bases teóricas

2.2.1 Cacao

De acuerdo a Forbes (2018) el cacao es originario de América del Sur, del alto Amazonas, en este grupo están los países como Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, este último se ha encontrado la mayor variabilidad de la especie. Un reciente descubrimiento confirmó que el *Theobroma cacao*, fue domesticada por primera vez al norte del Amazonas en la región sudamericana hace más de 5,300 años.

Además, de representar una fuente de ingresos para las familias y los productores, lo utilizan para su consumo dado que forma parte de una gran diversidad alimentos y brinda un aporte significativo a la soberanía alimentaria, debido que presenta nutrientes esenciales para el desarrollo adecuado de las familias. No requiere de mayor inversión económica para su establecimiento y

manejo, siendo de esta manera una excelente alternativa productiva (Montes-Mosquera, 2016).

2.2.1.1. Taxonomía y morfología

“Se define al cacao como un frutal del reino plantae del tipo magnoliophyta de la clase *Magnoliopsida*, pertenece a la familia Sterculiaceae, su especie es *cacao* L, cuyo nombre científico es *Theobroma cacao* L” (Batista, 2009, pág.12).

Raíz y tallo

El sistema radicular es pivotante y de rápido crecimiento, posee seis series de raíces secundarias laterales que se desarrollan de forma horizontal durante los primeros 20 a 25 centímetros de tierra desde el cuello de la raíz. Con respecto al tallo, es ortotrófico y logra una altura de 1.20 a 1.50 metros. De 10 a 18 meses el tallo completa una fase de su desarrollo, en esta fase pierde la yema terminal y crea una horqueta o verticilo que sujeta entre 3 a 5 ramas de crecimiento (INTA, 2010).

Ramas y Hojas

“Una vez que la planta de cacao llega a su adultez, presenta hojas de color verde oscuro y delgadas, de tamaño mediano y firme, están unidas a la planta por medio del peciolo y tiene una yema que es la encargada del desarrollo de las ramas” (Quiroz y Mestanza, 2012, pág.3).

Existen de dos tipos, las de tipo vertical o chupón contiene el eje principal producido por las semillas, las hojas alternas son de forma espiral y su crecimiento se ve limitado cuando da origen a un abanico terminal mientras que las de tipo de abanico tienen hojas alternas, crecen indefinidamente y dan origen a ramas laterales de su mismo tipo (Torres, 2012).

Flores y frutos

García (2011) indica que las flores son caulinares, es decir, que pueden desarrollarse tanto en el tronco como en las ramas, los cojinetes florales, son hermafroditas y se presentan con 5 estambres verdaderos de color blanco, aquí se encuentra en polen y 5 falsos de color morado. El medio de polinización que utiliza son los insectos.

La mazorca o fruto, es una baya cubierta por una cascara externa, en la parte interna se encuentran granos en hileras y están alrededor de una placenta central. La placenta central está protegida por un mucilago, el mismo que al ser descompuestos por microorganismos, provocan cambios químicos durante la fermentación. La maduración del fruto requiere de un tiempo de 150 a 180 días, sin embargo, la variedad y clima influye en la maduración, con un promedio de 20 a 50 granos o semillas cada una (Cotto, 2019).

Semillas

Las semillas de este cultivo son polimorfas, es decir que pueden ser aplanadas, elipsoides, ovoides, triangulares con un tamaño entre 2 a 4 cm de largo, cubiertas por un mucílago. Después de ser fermentadas y secadas al sol desprenden una baba, luego de ser tostadas quedan aptas para extraer ingredientes, los mismos que son utilizados en la elaboración del chocolate y otros productos (Veliz, 2017).

Estacas o esquejes

La propagación por estacas o ramillas, se refiere al uso de ramillas sanas, sin presencia de flores, permitiendo a las yemas identificarse fácilmente. El corte de las estacas se realiza en forma de bisel y suelen sumergirse en soluciones preparadas con fitorreguladores, de esta manera se induce al desarrollo de raíces

y se obtienen nuevas plantas semejantes a la madre de donde se extrajeron las yemas (Mata, 2006).

2.2.1.2 Requerimientos del cultivo de cacao

Suelo

Cuanto mayor sea la estructura del suelo mejor será la penetración de las raíces y el volumen que puedan lograr las raíces. Un suelo arcilloso que presente una excelente estructura es beneficioso para el cacao. La arena, el limo y la arcilla originan extensos espacios porosos para la aireación y drenaje; a su vez son capaces de retener la humedad (FAO, 2012).

Precipitación

“El cacao requiere de una precipitación optima entre 1,600 a 2,500 mm, distribuidos durante todo el año. En caso de que existan precipitaciones por encima de los 2,600 mm, la producción de este cultivo se ve afectado” (Paredes, 2003, pág.17).

Temperatura

Este cultivo no resiste temperaturas menores a los 21 °C, debido que es dificultoso la siembra con temperaturas muy bajas. Cuando hay temperaturas altas causan alteraciones fisiológicas en el árbol, dado que cultivo necesita estar bajo sombra, con la finalidad de impedir el ingreso de los rayos solares y aumento de la temperatura (Quintero y Díaz, 2004).

La temperatura incide en la formación de flores, en temperaturas por debajo de los 21 °C la floración es menor mientras que a 25 °C la floración es normal y abundante. Por esta razón en determinadas zonas la producción y cosecha de mazorcas es estacional pero no se puede cosechar cuando las temperaturas son inferiores a 22 °C (Suárez, Bacallao, Soto y Caballero, 2013).

Luminosidad

El cacao, es una especie que puede tolerar la sombra, debido que su fisiología y metabolismo es capaz de adaptarse a condiciones con baja luminosidad. En Ecuador, aunque la mayor parte del año tiene alta densidad de nubes y baja demanda evaporativa, si hay la posibilidad de cultivar cacao sin sombra de otros árboles, gracias a las condiciones de nubosidad naturales (Duarte, 2019).

Viento

Cuando hay la presencia de vientos continuos puede haber desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras se recomienda utilizar cortavientos para evitar daños en el cacao. Los cortavientos por lo general están formados por diversas especies de árboles; pueden ser frutales o maderables y se siembran en torno a los árboles de cacao (Arévalo et al., 2017).

Fertilización y pH

Para lograr el éxito de la fertilización, se recomienda realizar un análisis de suelo, con el fin de conocer los nutrientes que están presentes en el suelo y poder cubrir los requerimientos según sean necesarios. Al inicio de la etapa productiva, la exigencia de nutrientes por parte del cacao es de 212 kg de Nitrógeno, 23 kg de Fósforo, 321 kg de Potasio, 140 kg de Calcio, 71 kg de Magnesio, 7.1 kg de Manganeso y 0.9 kg de Zinc por ha. Sin embargo, las dosis de los fertilizantes utilizados pueden variar y depende de diversos factores. El pH recomendado es de 6,5 a 6,8 (Paspuel, 2018).

2.2.1.3. Labores culturales

Siembra

Los métodos utilizados deben ser registrados por el productor, al igual que las condiciones y los parámetros técnicos de siembra aplicados. Es primordial

establecer una adecuada época de siembra, por ello lo recomendable es sembrar en invierno, de esta forma se logra la saturación de agua en el suelo. La forma de árboles puede ser en triángulo con un ángulo recto o en 90 grados, logrando de esta manera una alineación a escuadra (Sánchez, Zambrano y Iglesias, 2019).

Riego y drenaje

La planta de cacao, no tolera la escasez de agua ni el encharcamiento, por ello los suelos deben tener buen drenaje. Cuando hay anegamiento o estancamiento, se provoca la asfixia de las raíces y su muerte inmediata. Las necesidades de agua fluctúan entre 1500 y 2500 mm en las zonas bajas y cálidas mientras que entre 1200 y 1500 mm en zonas más frescas o valles altos (Sabando y Molina, 2013).

Poda

Es una de las prácticas culturales que elimina las partes vegetativas, inútiles o que presenten problemas fitosanitarios fuera de los niveles tolerables, permitiendo al árbol de cacao una adecuada formación y desarrollo de frutos. La poda se debe realizar desde su etapa de crecimiento, con el fin de obtener un árbol que de buena producción toda su vida (Carrillo, Ponce, Mendoza y Carvajal, 2014).

a) Poda de formación: se realiza a las plantas que están en desarrollo y consiste en dejar un número suficiente de ramas principales, con el fin de equilibrar la copa del árbol formando para lograr una estructura balanceada en donde se concentra la cosecha. Este tipo de poda varía según la procedencia del árbol, ya sea de semillas, estacas e injerto (Jaimes y Aránzazu, 2010).

b) Poda de mantenimiento: este tipo de poda se realiza varias veces al año después del segundo año de vida de la planta con la finalidad de mantener la estructura del árbol, lograr suficiente ingreso de luz y aireación para toda la planta. Los chupones que se desarrollan en el tronco, ramas muertas o mal colocadas

deben eliminarse, hasta un 30 % teniendo cuidado de no abrir espacios entre árboles (Barrios, 2015).

c) Poda fitosanitaria: se efectúan en plantaciones adultas y consiste en retirar las partes enfermas del follaje y frutos afectados por escoba de bruja, monilia e insectos. También se requiere eliminar aquellas plantas parásitas que crecen en la copa del árbol. Para logra que este tipo de poda sea exitoso, las escobas se deben eliminar verdes y no secas; mientras que, en la monilia, se elimina sus primeros estadios antes que se desarrolle el micelio o cuerpo frutífero del hongo (Márquez, 2019).

d) Poda de rehabilitación: El cultivo de cacao al pasar el tiempo se torna poco productiva debido a la falta de mantenimiento o abandono del cultivo. Esta poda elimina el abundante follaje y ramas, que están presente en los arboles de cacao, permitiendo rehabilitar el cultivo y obtener mejores producciones (Rivera, Valarezo y Guzmán, 2014).

Control de arvenses

Vayona (2015) menciona que el control de malezas es primordial, para evitar el exceso de humedad presente en el ambiente, de modo que facilita la circulación del aire y por ende reduce la presencia de enfermedades provocadas por hongos, capaces de afectar a las arboles cacaoteros (Fajardo, 2013).

2.2.1.4. Principales enfermedades en el cultivo de cacao

Moniliasis

Ataca solamente a los frutos del cacao (*Theobroma cacao*) provocando distintos síntomas en el fruto. En ocasiones aparecen frutos que simulan estar sanos sin embargo por dentro están dañados, la forma más fácil de reconocer esta enfermedad, es que están más pesados que las mazorcas sanas. La etapa

infecciosa de la moniliasis, es cuando el hongo produce sus esporas, por ello se deben eliminar los frutos antes de que se forme el micelio del hongo (Engracia, 2018).

Mazorca negra

Ataca a diferentes partes de la planta, pero los daños más notorios se presentan en los frutos, sobre todo en aquellos que están próximos a la madurez. Esta enfermedad produce una mancha café de borde regular y crece tan rápido, que llega a cubrir al fruto en pocos días, causando por dentro una pudrición café. La etapa de mayor contagio es cuando aparece el micelio, por lo que se requiere eliminar las mazorcas enfermas para evitar la producción de esporas (Quiroz, 2019).

Antracnosis

Esta enfermedad agrede a los brotes tiernos, hojas y tallos que estén expuestos al sol, especialmente las que están ubicadas en la copa del árbol, reduciendo la formación y producción de plantas. Además, presentan bordes amarillos que afectan a las hojas hasta dañarlas totalmente, quedando las ramas vacías (Ramos, 2021).

Cosecha

Se realiza cuando las mazorcas llegan a las condiciones óptimas, esto se puede conocer mediante la observación en las mazorcas. Además, su estado de madurez otorga un olor agradable y tiene un sonido hueco que se escucha al golpear el fruto con los dedos (Paredes, 2009).

2.2.2 Fitohormonas

La aplicación de hormonas en distintos niveles a las plantas y células, permite que desarrollen caminos morfogénicos, alternativos y diferentes. Al combinarse

distintos niveles de auxinas y citosinas se da origen a diversas respuestas, pues al tener un alto nivel alto de citocininas con auxinas, el tejido muestra el desarrollo de brotes nuevos; por el contrario, si hay niveles más altos de auxinas con citocininas, el tejido se modifica y da origen a las raíces (Jordán y Casaretto, 2006).

2.2.3 Vivero

Dentro del vivero se puede controlar las condiciones ambientales durante las etapas más críticas en las plantas de cacao, desde el inicio hasta cuando llega a la edad óptima para el trasplante. Por eso es importante tener los cuidados necesarios para que se desarrollen correctamente, además sean resistentes y fuertes al momento de ser transportadas al sitio donde serán sembradas (Cortés y Moreno, 2015).

2.2.3.1. Características de la ubicación

La ubicación es un factor predominante en la creación de un vivero, las condiciones climáticas deben ser óptimas y favorables. Debe contar con fuentes cercanas de agua limpia y segura para el riego, con respecto al terreno debe ser plano, con una ligera pendiente para evitar encharcamientos. La entrada debe ser fácil y el tamaño del vivero va a depender de la cantidad de plantas que se produzcan (Vera, Cabrera, Veliz, Segovia, Ramos y Jácome, 2016).

Se deben controlar los niveles de humedad en el vivero debido que puede ser fuente de desarrollo de enfermedades en las plantas de cacao. Cuando existan periodos de bajas temperaturas las plántulas pueden ser protegidas mediante la aplicación de fungicidas. Las plántulas muertas deben ser eliminadas cuidadosamente (Vera *et al.*, 2016).

2.2.3.2. Instalación del vivero

Se debe eliminar cualquier tipo de rastrojos del sitio, mantener la pendiente al nivelar el terreno de 3 % a 5 %. Es necesario proporcionar una sombra que puede ir de 60 % a 70 % en cada etapa de las plantas. La estructura varía de acuerdo a la altura siendo más común 2,20 m. Es importante controlar el ingreso de animales y disponer de protección contra el viento. Las fundas utilizadas son polietileno de 5 x 8" y las camas deben tener un mínimo de 1,2 m de ancho y máximo 15 m de largo (Ramírez y Álvarez, 2010).

2.2 Marco legal

Plan Nacional de Desarrollo Toda una vida (2017-2021)

Objetivo 3. Garantizar los derechos de la naturaleza para actuales y futuras generaciones

3.1 Conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano, continental, insular y marino-costero, que asegure y precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones.

3.2 Distribuir equitativamente el acceso al patrimonio natural, así como los beneficios y riqueza obtenidos por su aprovechamiento, y promover la gobernanza sostenible de los recursos naturales renovables y no renovables.

3.3 Precautelar el cuidado del patrimonio natural y la vida humana por sobre el uso y aprovechamiento de recursos naturales no renovables.

3.4 Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global.

3.5 Impulsar la economía urbana y rural, basada en el uso sostenible y agregador de valor de recursos renovables, propiciando la corresponsabilidad social y el desarrollo de la bioeconomía.

3.6 Impulsar la generación de bioconocimiento como alternativa a la producción primario-exportadora, así como el desarrollo de un sistema de bioseguridad que precautele las condiciones ambientales que pudieran afectar a las personas y otros seres vivos.

3.7 Incentivar la producción y consumo ambientalmente responsable, con base en los principios de la economía circular y bio-economía, fomentando el reciclaje y combatiendo la obsolescencia programada.

3.8 Promover un proceso regional de protección y cuidado de la Amazonía, como la mayor cuenca hidrográfica del mundo.

3.9 Liderar una diplomacia verde y una voz propositiva por la justicia ambiental, en defensa de los derechos de la naturaleza (Plan Nacional de Desarrollo, 2017,66).

Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria

Título I

Principios generales

Art 1. Finalidad. - Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente. El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agro biodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental. El Estado a través de los niveles de gobierno nacional y subnacionales implementará las políticas públicas referentes al régimen de soberanía alimentaria en función del Sistema Nacional de Competencias establecidas en la Constitución de la República y la Ley (Asamblea Nacional del Ecuador, 2011, p.1).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

En este trabajo experimental se evaluaron tres hormonas de enraizamiento de estacas de cacao en la que se consideró la mejor alternativa para los productores del recinto Zhucay.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación que se utilizó fue de carácter experimental, con el diseño completamente al azar (DCA).

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. *Variable independiente*

- Agua de lenteja (Auxinas)
- Agua de coco (Citoquininas)
- Sábila (Giberelinas)

3.2.1.2. *Variable dependiente*

- Prendimiento
- Peso fresco de la parte aérea
- Peso fresco de las raíces
- Longitud de raíces
- Peso seco de la parte aérea
- Peso seco de las raíces
- Vigor
- Número de brotes
- Evaluación del costo de producción de las plántulas

3.2.2 Tratamientos

Los tratamientos evaluados consistieron en alternativas orgánicas con contenidos de hormonas reguladoras de crecimiento a base auxinas, giberelinas y citoquininas que se encuentran presentes de manera natural en plantas, frutos, cactus, semillas, etc. de los cuales se puede extraer fácilmente.

El agua de coco es un líquido presenta diversos nutrientes, sales y hormonas como las citoquininas y giberelinas; el extracto de sábila, el agua de lentejas, se han utilizado como enraizadores en investigaciones para la propagación de diferentes especies como el eucalipto (Palacios y Vallejos, 2020).

Estas alternativas son las que se detallan en la Tabla 1, con fines de incrementar el rendimiento en la reproducción asexual del cacao.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

Nº	Descripción	Dosis	Aplicación	Tiempo de aplicación (días)
T1	Agua de lenteja (Auxinas)	1L/30varetas	Una sola antes de la siembra	30 - 40 - 50
T2	Agua de coco (Citoquininas)	1L/30varetas		30 - 40 - 50
T3	Sábila (Giberelinas)	1L/30varetas		30 - 40 - 50
T4	Testigo (Hormonagro 1)	500g/30varetas		

Crespo, 2021

Las hormonas naturales se aplicaron de acuerdo a los criterios de Guamán, Leython y Martínez, 2019.

Agua de lenteja

Para el agua de lenteja se remojaron las lentejas por 48 horas hasta que germinaron los 250 g de semillas en agua, posterior a eso se licuó y cernió, el resultado obtenido se empleó como enraizante.

Agua de coco

El agua de coco se obtuvo de cocos verdes, 1 L que fue empleado directamente

Sábila

Los cristales de sábila se obtuvieron al extraer 50 g de gel de las hojas verdes la sábila y se mezclaron en 1 L de agua.

Testigo absoluto (Hormonagro 1)

El testigo fue Hormonagro 1, se aplicó 500 g en su estado sólido, como viene presentado por la casa comercial.

3.2.3 Diseño experimental

Este ensayo se desarrolló bajo un diseño completamente al azar, en el cual se evaluaron los tratamientos indicados en la Tabla 1 utilizando cuatro repeticiones por cada uno de ellos, cuyo croquis de campo está señalado en Anexos.

La unidad experimental estuvo representada por un total de treinta estacas de cacao de 12 a 15 cm que se obtuvieron de ramas jóvenes y que fueron sembradas en fundas plásticas negras de 5 x 8 pulgadas, sobre las cuales se realizaron las distintas evaluaciones de las variables dependientes antes indicadas.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

Recursos bibliográficos

Revistas científicas

Artículos científicos

Libros

Sitios web

Tesis

Insumos y herramientas de campo

Las herramientas de campo que se utilizaron para el trabajo experimental se describen a continuación:

Tijera de podar

Estacas de cacao (CCN-51)

Navaja

Tijera de sastre

Hormonas enraizantes naturales

Sustrato (tierra)

Tamo de arroz

Arena de río

Pala

Espeque

Fundas plásticas negras 5 x 8 pulgadas

Plástico celeste claro 40x1x0.002

Recipientes

Equipos

Estufa eléctrica

Balanza digital

Libreta de apuntes

Cámara fotográfica

Cinta métrica

Láminas de cartulina para identificar los tratamientos

Recursos económicos

Los recursos económicos a ser utilizados en el presente trabajo serán adquiridos y se realizará la compra respectiva de los materiales y herramientas adecuadas a utilizar para las labores y toma de datos correspondientes.

3.2.4.2. Métodos y técnicas

Manejo del experimento

Preparación del sustrato y desinfección

El sustrato se preparó de forma manual con una pala, utilizando la relación tierra + tamo de arroz (2 de tierra y 1 de tamo de arroz), hasta que se obtuvo una mezcla homogénea. La desinfección de sustrato se realizó con Vitavax 200PM, con las recomendaciones de la casa comercial/fabricante.

Llenado y armado de las fundas

Se llenaron las fundas de vivero completamente con el sustrato mezclado anteriormente y se colocaron en guachos o bancales.

Con un espeque se realizó un hoyo en cada una de las fundas y se colocó arena de río, con el fin de generar un área del sustrato donde no se acumulará el agua y podrá filtrarse cuando haya exceso de la misma.

Recolección y preparación de las estacas de cacao

Identificadas las plantas madres por sus características de tolerancia a enfermedades y buena producción que se desean, se cortaron las estacas, esto se realizó en horas de la mañana y fueron llevadas al vivero en donde se las mantuvo sumergidas en agua para evitar que se deshidraten y mantenerlas lo más frescas posible.

En el vivero se les realizó un corte en bisel en su extremo, y dándoles un tamaño a cada estaca de 12 a 15 cm, procurando que tengan un promedio de 3 a 4 hojas. Con una tijera de sastre se cortaron las hojas dejándoles un 30 % de su tamaño.

Aplicación de los enraizantes

Los enraizantes fueron aplicados por remojo, sumergiendo las ramillas o estacas en el agua de lenteja, de igual manera para el agua de coco y en los cristales de sábila, por un tiempo de 5 minutos antes de la siembra.

Siembra

Para la siembra de las estacas, se remojaron los guachos o bancales de fundas para humedecer el sustrato. De manera manual se realizó un hoyo de unos 3 cm en cada funda y se colocaron las ramillas haciendo un poco de presión en el sustrato para que las estacas queden fijas.

Luego de eso se colocó un plástico celeste claro 40x1x0.002 sobre las estacas sembradas formando una especie de cámara, para mantener las ramillas protegidas de las adversidades del clima y de cualquier agente que interrumpa su proceso de enraizamiento.

Variables a medir

Prendimiento

Esta variable se evaluó en forma porcentual considerando el número de ramillas prendidas en cada unidad experimental a los 60 días de iniciado el experimento.

Peso fresco de la parte aérea

Se tomaron 10 plantas al azar y con un cuchillo se separó la parte aérea de la parte radicular y se la colocaron sobre una balanza para registrar su peso.

Peso fresco de las raíces

Se cortaron las raíces de 10 plantas seleccionadas aleatoriamente y con una balanza electrónica se determinó el peso fresco (g) de las raíces.

Longitud de raíces

En este caso, la evaluación de esta variable se realizó a los 60 días de iniciado el experimento, considerando 10 ramillas prendidas que se seleccionaron aleatoriamente dentro de la unidad experimental. Este dato se reportó en centímetros, utilizando para ello una cinta métrica.

Peso seco de la parte aérea

Se tomó la parte aérea de 10 plantas al azar, se cortaron en partes más manejables y se secaron en una estufa a 80 °C durante 5 días y luego se pesaron con una balanza en gramos.

Peso seco de las raíces

Se cortaron las raíces de 10 plantas tomadas al azar, se las adecuó en tamaño y se secaron en una estufa a 80 °C durante 5 días, luego con ayuda de una balanza se determinó su peso en gramos.

Vigor

Esta variable es de tipo cualitativa y su valoración se realizó visualmente a los 60 días de iniciado el proyecto, considerando en forma general, todas las plántulas prendidas en cada unidad experimental. Considerándose como vigor a el número de brotes nuevos, hojas aun presentes en la planta y estado fisiológico en general. Para ello se utilizó la escala estructurada que se indica a continuación.

Tabla 2. Escala para determinar el vigor de la planta

Valor	Calificación
1 – 2	Poco vigor
3 – 4	Medio vigor
5 – 6	Vigorosa

Fuente: Guilcaso adaptada por Crespo, 2020

Número de brotes

Se tomaron 10 plantas escogidas al azar y se contabilizaron los números de brotes presentes en las estacas a los 60 días, luego se sacó el promedio por tratamiento en cada una de las evaluaciones efectuadas.

Evaluación del costo de producción de las plántulas

Para la estimación de la rentabilidad de cada tratamiento del ensayo se lo obtuvo mediante una evaluación del costo de producción de las plántulas al terminar el experimento, con la finalidad de determinar la inversión y ganancia de las sustancias enraizantes y expresarlo en dólares.

3.2.5 Análisis estadístico

Los datos de las variables dependientes que se evaluaron en este ensayo, se sometieron al análisis de varianza (ANOVA) con el fin de detectar diferencias significativas entre los tratamientos indicados. Como prueba de comparación de medias, se utilizó el test de Duncan. Estos análisis se realizaron al 5 % de probabilidad de error tipo 1, utilizando la versión estudiantil del programa Infostat. El modelo de análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental utilizado, es el que se indica en la Tabla 3.

Tabla 3. Análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total (n-1)	15
Tratamiento (t-1)	3
Error experimental (n-t)	12

Crespo, 2021

4. Resultados

4.1 Efecto de las hormonas en estudio en el desarrollo de las ramas de cacao, utilizadas como medio de reproducción asexual, mediante los índices del número de brotes y la longitud de raíces; así como su característica cualitativa a través del vigor

4.1.1 Número de brotes

En la tabla 4 se observa que los promedios obtenidos del número de brotes, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, numéricamente el T3 (sábila) presentó mayor número de brotes mientras que el menor promedio lo tuvo el testigo. El coeficiente de variación fue de 17,6 %.

Tabla 4. Promedios del número de brotes

Nº	Tratamientos	Promedios
1	Agua de lenteja	1.4 a
2	Agua de coco	1.4 a
3	Sábila	1.6 a
4	Testigo	1.3 a
Coeficiente de variación (%)		17.6

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Crespo, 2021

4.1.2 Longitud de raíces (cm)

Los promedios de longitud de raíces (Tabla 5) muestra que no hubo diferencias estadísticas en los tratamientos, es decir que las dosis de las hormonas naturales presentaron efectos similares en esta variable. El T3 (sábila) presentó mayor longitud de raíces (19.7) mientras que los tratamientos 1 (17.5) y testigo (18.6) tuvieron menor valores de longitud de raíces. El valor del coeficiente de variación fue de 10.7 %.

Tabla 5. Promedios de longitud de raíces (cm)

Nº	Tratamientos	Promedios
1	Agua de lenteja	17.5 a
2	Agua de coco	19.5 a
3	Sábila	19.7 a
4	Testigo	18.6 a
Coefficiente de variación (%)		10.7

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Crespo, 2021

4.1.3 Vigor

En la tabla 6, el promedio de vigor expresado en forma cualitativa, teniendo en cuenta las características fisiológicas de acuerdo a una escala de 1 al 6. Los resultados arrojados indican que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, numéricamente el T3 (Sábila) presentó una media de 4.3 mientras el T1 (agua de lenteja) fue menor con una media de 3.0. Presentó un coeficiente de 20.4 %.

Tabla 6. Promedios del vigor

Nº	Tratamientos	Promedios
1	Agua de lenteja	3.0 a
2	Agua de coco	4.0 a
3	Sábila	4.3 a
4	Testigo	4.3 a
Coefficiente de Variación (%)		20.4

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Crespo, 2021

4.2 Efecto de los tratamientos propuestos en el prendimiento de ramas y en la producción de materia fresca y seca

4.2.1 Prendimiento

Los promedios de porcentaje prendimiento, que se observan en la Tabla 7, indican que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Según los resultados obtenidos las hormonas naturales utilizadas tienen efectos similares, sin embargo, el mayor valor de prendimiento lo tuvo el T3 (sábila) 21.3 mientras que el menor valor fue el T1 (agua de lenteja) 16. El valor del coeficiente fue de 20.2 %.

Tabla 7. Promedios del prendimiento

Nº	Tratamientos	Promedio
1	Agua de lenteja	16.0 a
2	Agua de coco	19.8 a
3	Sábila	21.3 a
4	Testigo	21.0 a
Coeficiente de variación (%)		20.2

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Crespo, 2021

4.2.2 Peso fresco parte aérea

Los resultados de los promedios del peso fresco parte aérea, demuestran que entre los tratamientos si hubo diferencias significativas. Siendo el testigo quien obtuvo media de 8.2, sin embargo, estadísticamente no difiere con los tratamientos 2 (7.9) y 3 (7.4) mientras que menor peso lo tuvo el T1 (agua de coco) con una media de 6.6. El valor del coeficiente fue de 12.8 %

Tabla 8. Promedios del peso fresco parte aérea

Nº	Tratamientos	Promedios
1	Agua de lenteja	6.6 b
2	Agua de coco	7.9 a b
3	Sábila	7.4 a b
4	Testigo	8.2 a
Coeficiente de variación (%)		12.8

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Crespo, 2021

4.2.3 Peso fresco de raíces

Los promedios de la variable peso fresco de las raíces (tabla 9), muestran que entre los tratamientos si hubo diferencias significativas. Los tratamientos con mayores promedios fueron el T3 (sábila) y T2 (agua de coco) con una media de 2.4 y 2.3 respectivamente, aunque estadísticamente no difiere con el T1 (1.9) pero si con el testigo (1.6), este tratamiento obtuvo el promedio más bajo. El valor del coeficiente fue de 21.1 %

Tabla 9. Promedios del peso fresco de raíces

Nº	Tratamientos	Promedios
1	Agua de lenteja	1.9 a b
2	Agua de coco	2.3 a
3	Sábila	2.4 a
4	Testigo	1.6 b
Coefficiente de variación (%)		21.1

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Crespo, 2021

4.2.4 Peso seco de la parte aérea

Los valores del peso seco de la parte aérea (tabla 10) indican que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos. Según los resultados obtenidos, las dosis de las hormonas naturales poseen efectos similares. Numéricamente el mayor promedio lo obtuvo el testigo (4.1) mientras que el T1 (agua de lenteja) obtuvo menor promedio (3.3). El valor del coeficiente fue de 12.8 %

Tabla 10. Promedios del peso seco de la parte aérea

Nº	Tratamientos	Promedios
1	Agua de lenteja	3.3 a
2	Agua de coco	3.9 a
3	Sábila	3.7 a
4	Testigo	4.1 a
Coefficiente de variación (%)		12.8

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Crespo, 2021

4.2.5 Peso seco de las raíces

En la tabla 11 se observan que promedios de la variable peso seco en las raíces, presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. El T2 (agua de coco) y T3 (sábila) tuvieron mayores con media de 1.2 y 1.1, estos tratamientos estadísticamente no difieren con el T1 (1.0) pero si con el testigo (0.8), siendo este tratamiento con menor promedio. El valor del coeficiente fue de 19.4 %

Tabla 11. Promedios del peso seco de las raíces

Nº	Tratamientos	Promedios
1	Agua de lenteja	1.0 a b
2	Agua de coco	1.1 a
3	Sábila	1.2 a
4	Testigo	0.8 b
Coefficiente de variación (%)		19.4

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Crespo, 2021

4.3 Costo de producción de las plántulas de cacao durante su proceso de reproducción y mantenimiento en vivero, previo a su venta

En la tabla 12 se detallan los costos de las diversas actividades que corresponden tanto al proceso de reproducción como al de mantenimiento de 480 plantas de cacao CCN-51. Cabe indicar que en estos costos se ha considerado también el tiempo de manutención de las plántulas durante un lapso de 120 días, que es lo común antes de su venta.

En el caso del T1, en el cual se aplicó el tratamiento de agua de lenteja, el costo de producción de las 120 plantas fue de \$48.40, lo cual ha permitido establecer un costo unitario por planta de \$0.40 centavos. En el T2, el cual fue aplicado el agua de coco, el costo de las 120 plantas fue de \$50.40, con un costo por unidad de \$ 0.42 centavos. En el caso presentado por el T3 la producción de las 120 plantas fue de un total de \$ 49.40, permitiendo establecer un costo unitario de \$ 0.41 centavos. Y finalmente la producción de 120 plantas con el T4 fue de \$ 57.80, lo cual permitió presentar un precio unitario de \$ 0.48 centavos.

Tabla 12. Costo de producción de las plántulas de cacao

Descripción	Tratamientos			
	T1 (\$)	T2 (\$)	T3 (\$)	T4 (\$)
Carretilla de arena	0.75	0.75	0.75	0.75
Carretilla de tierra	1.25	1.25	1.25	1.25
Saco tamo de arroz	2.5	2.5	2.5	2.5
Fundas plásticas negras 5x8"	1.75	1.75	1.75	1.75
Kg de plástico celeste claro 40x1x0.002	1.65	1.65	1.65	1.65
Vitavax 200 (500 ml)	5	5	5	5
Jornal (día)	15	15	15	15
Ramas de cacao	1	1	1	1
Transporte	2.5	2.5	2.5	2.5
Mantenimiento pre venta	15	15	15	15
Costo sin tratamientos	0.00	0.00	0.00	0.00
Lenteja (250 g)	2.00	0.00	0.00	0.00
Agua de coco	0.00	4.00	0.00	0.00
Sábila (pencas/50 g)	0.00	0.00	3.00	0.00
Hormonagro 1 (500 g)	0.00	0.00	0.00	11.40
TOTAL	48.40	50.40	49.40	57.80

Crespo, 2021

5. Discusión

En la evaluación del efecto de los tratamientos (agua de lenteja, agua de coco y sábila) utilizadas como medio de reproducción asexual en el desarrollo de las ramas de cacao se pudo apreciar que no hubo diferencias significativas en el número de brotes, ni en otros parámetros como longitud de raíces y vigor, mostrando respuesta efectiva en cualquiera de estos sustratos. De igual manera Ballesteros y Peña (2012) utilizaron cuatro promotores de enraizamiento (Hormonagro, Bifix-gro, extracto de *Aloe vera* y ácido salicílico, bajo tres metodologías de aplicación (inmersión por 1,5 horas, aspersión foliar y la combinación de las anteriores) para promover el prendimiento de *Sedum acre*, *S. luteoviride*, *S. reflexum* y *S. sediforme*. Los mejores resultados se obtuvieron con el extracto de *Aloe vera* y con Bifix-gro, la especie con mayor respuesta fue *S. reflexum* y dentro de las metodologías de aplicación sobresalieron la inmersión y la combinación inmersión/foliar.

En el trabajo realizado por Guamán, Leython y Martínez (2019) donde se emplearon enraizantes naturales en *Coffea canephora* var. Robusta, para la propagación vegetativa se utilizó enraizantes orgánicos: agua de lenteja, agua de coco y cristal de sábila, en Balao, provincia del Guayas. En los cuales el tratamiento de cristal de sábila arrojó valores superiores tanto a los 15, 25 como a los 60 días de observación, produciéndose resultados en la evaluación estadística un promedio de 17 a 33 % en comparación el agua de lenteja y el agua de coco, situación similar ocurrió en este ensayo realizado en estacas de cacao, en el cual el tratamiento a base de sábila presento mejores resultados en las variables como número de brotes, longitud de raíces, vigor, prendimiento, peso fresco de las raíces y peso seco de las raíces.

Por otro lado, Erazo (2018) evaluó tres sustancias naturales en tres dosis diferentes para el enraizamiento de estacas de babaco (*Carica pentagona hilb*), las sustancias enraizantes fueron agua de coco, cristales de sábila y extracto de sauce, en dosis de 5 %, 10 % y 15 % cada una. El agua de coco al 15 % fue la sustancia que mejor se comportó como enraizante en las estacas de babaco, el número promedio de brotes fue de 2,43 siendo mayor al presentado en esta investigación, incluso en la misma agua de coco, la cual no tuvo la misma efectividad medida en número de brotes.

En el análisis de costo se pudo determinar que el tratamiento de agua de lenteja, el costo de producción unitario por planta de \$0.40 centavos. En el T2 (agua de coco) el costo por unidad fue de \$ 0.42 centavos, y para T3 (*Aloe vera*) un costo unitario de \$ 0.41. Por su parte, Alvarado (2020) analizó el comportamiento de los efectos de diferentes enraizantes y sustratos en la reproducción asexual y desarrollo de plántulas de ficus (*Ficus benjamina*) en un vivero comercial, evidenciando que el sustrato a base de tierra amarilla con cascarilla de arroz y gel de aloe obtuvo una utilidad de \$165,10 USD con una relación beneficio/costo igual a \$1,41; superando al uso de la hormona comercial en la que la utilidad fue \$-195,67 con una relación beneficio/costo de \$0,52. Los resultados indicaron que la combinación de tierra amarilla y cascarilla de arroz como sustratos y gel de sábila como enraizante natural, es una alternativa a la hormona comercial para la propagación de esquejes de ficus en viveros. Comparando dichos resultados con los mostrados en esta investigación se evidencia que económicamente viable emplear agua de lenteja como sustrato, ya que entre todos los tratamientos no se evidenció diferencia estadística en el efecto causado por los enraizantes.

6. Conclusiones

Las medias obtenidas por los tratamientos aplicados (agua de lenteja, agua de coco y sábila) no presentaron diferencias significativas entre las características como el número de brotes, longitud de raíz y vigor de la planta.

Las hormonas naturales utilizadas tienen efectos similares en la valoración de prendimiento, sin embargo, el mayor valor lo tuvo el T3 (sábila) 21.3 mientras que el menor valor fue el T1 (agua de lenteja) 16.

En la evaluación del peso fresco en la parte aérea, el testigo obtuvo la mayor media (8.2 g), sin embargo, estadísticamente no difiere con los tratamientos 2 (7.9 g) y 3 (7.4 g) mientras que menor peso lo tuvo el T1 (agua de coco) con una media de 6.6 g.

El peso de la raíz mostró que T2 (agua de coco) y T3 (sábila) tuvieron mayores con media de 1.2 g y 1.1 g, respectivamente, estos tratamientos estadísticamente no difieren con el T1 (1.0 g) pero si con el testigo (0.8 g), siendo este tratamiento con menor promedio.

En el análisis de costo se pudo determinar que el tratamiento de agua de lenteja, el costo de producción unitario por planta de \$0.40 centavos. En el T2 (agua de coco) el costo por unidad fue de \$ 0.42 centavos, y para T3 (*Aloe vera*) un costo unitario de \$ 0.41.

7. Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda:

En lo que respecta a niveles de prendimiento en el ensayo realizado, se recomienda: Utilizar la sábila como hormona natural en el enraizamiento de estacas de cacao, debido a que tiene el mismo efecto que el resto de tratamientos, pero presenta costos de producción intermedio entre los tratamientos y mayor prendimiento que los mismos.

Investigar el efecto de la sábila como enraizador aplicándolo en otros cultivos con el fin de ampliar el uso de esta hormona natural de bajo costo.

Evaluar la efectividad otras dosis de las hormonas naturales aplicadas en el presente estudio.

Realizar ensayos con combinaciones de los diferentes tratamientos utilizados en este ensayo.

8. Bibliografía

- Alvarado, A. (2019). Evaluación de la efectividad de gel de sábila y agua de coco como enraizantes naturales en diferentes sustratos para propagación asexual de árboles de *Ficus benjamina*. *Agronomía Costarricense*, 44(1), 65-78. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/40002/40544>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2011). Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. Recuperado de: http://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/?page_id=132
- Arévalo, M. González, D. Maroto, S. Delgado, T y Montoya, P. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao. *Prácticas Latinoamericanas*, 3, 66-76. Recuperado de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/BVE17089191e.pdf
- Ballesteros, A. y Peña, R. (2012). Evaluación de cuatro enraizadores y tres métodos de aplicación en *Sedum acre* L, *Sedum luteoviride* R.T.Clausen, *Sedum reflexum* (L.) Grulich y *Sedum sediforme* (Jacq). (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/9746/1/715583.2012.pdf>
- Batista, L. (2009). *El cultivo de cacao*. Santo Domingo, República Dominicana: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal.
- Barrios, D. (2015). *Evaluación de podas en una plantación adulta de cacao (Theobroma cacao L.); finca Bethel, Malacatán, San Marcos*. (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Landívar. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/17/Barrios-Diego.pdf>
- Campoverde, A. (2017). *Efectos de dos hormonas enraizantes sobre estacas de cacao (Theobroma cacao L) de la variedad ccn 51 en la zona de Matilde Esther, en la provincia del Guayas* (Tesis de pregrado). Recuperado de

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25047/1/tesis%2021%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20%20Jefferson%20Campoverde%20-%20cd%202021.pdf>

Carrillo, R., Ponce, J., Mendoza, A. y Carvajal, T. (2014). Tipos de podas en cultivo de Cacao. *INIAP: Estación experimental Manabí*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1349>

Chiqui, R y Verdugo, D. (2014). *Determinación de la eficiencia de enraizadores naturales y sintético sobre estacas de la parte apical y media de mora (Rubus glaucus B.), en Sinincay, Cuenca* (Tesis de pregrado). Recuperado de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/tesis.pdf.pdf>

Chang, J. Vallejo, C. Párraga, D. Morales, R. Macías, J. Ramos, R. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 7 (2) 21-34. Recuperado de https://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_en%20construccion.pdf

Cotto, D. (2019). *Manejo de las podas en el cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.), en la parroquia Pimocha* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo.

Cortés, S. y Moreno. (2015). Sustratos inoculados con microorganismos para el desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa de vivero. *Bioagro*, 27(3), 151-158.

Duarte, D. Gutiérrez, E. Báez, N. Klammer, G. Pereira, M. Bettio, G y Belmonte, M. (2019). Poda y manejo de luz en el cultivo de cacao y otros frutales. Recuperado de

https://www.fedecacao.com.co/portal/images/Publicaciones_Investigaciones/Libro%20Manejo%20luz%20cultivo%20cacao.pdf

Erazo, V. (2018). *Propagación vegetativa de babaco (Carica pentagona hilb) mediante estacas inducidas en tres sustancias enraizantes* (Tesis de pregrado). Recuperado de

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28470/1/Tesis203%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20592.pdf>

Engracia, H. (2018). *Evaluación de cuatro tipos de poda de mantenimiento en el cultivo de cacao (Theobroma cacao) CCN-51 en la zona de Zapotal, provincia de Los Ríos*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.

FAO. (2012). Cacao: Operaciones Poscosecha (20). Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-au995s.pdf>

Fajardo, F. (2013, 18 de diciembre). Cultivo de cacao. *El Cacaotero*. Recuperado de www.elcacaotero.com: http://www.elcacaotero.com.ec/cacao_ccn51.htm

Flores, L. (2019). *Evaluación de enraizadores en estacas de cacao (Theobroma cacao L.) Con tres diferentes cortes de hoja tolerantes a la monilia en La estación experimental Sapecho - Alto Beni*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20630/T-2654.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Forbes. (2018). ¿El cacao se originó en México? Este estudio dice que no (12). Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/el-cacao-se-origino-en-mexico-este-estudio-dice-que-no/>

García, P. (2011). *Estudio Agromorfológico y fisicoquímico de ecotipos de cacao cultivados en los municipios de Usulután y California del Departamento de*

Usulután en El Salvador (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESES/04/AGI/ADTESGE0001266.pdf>

Guerrero, G. (2014, 9 de junio). El Cacao ecuatoriano Su historia empezó antes del siglo XV. *Revista líderes*. Recuperado de <https://www.revistalideres.ec/lideres/cacao-ecuadoriano-historia-empezo-siglo.html#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20cacao%20se,%2C%20desde%20la%20%C3%A9poca%20colonial>.

Guamán, R. Leython, S. y Martínez, T. (2019). Enraizantes naturales en *Coffea canephora* var. *Robusta* (L. Linden) A. Chev. *Investigatio*, (12), 93-102. doi: 10.31095.

Guilcaso, C. (2012). *Evaluación y selección agronómica de 18 genotipos de papa (Solanum tuberosum) para tolerancia al déficit hídrico* (Tesis pregrado). Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3692/6/UPS-YT00128.pdf>

INIAP. (2018, 19 de julio). Vivero Cacao. *INIAP*. Recuperado de <http://eva.iniap.gob.ec/web/cacao/vivero-cacao>

INTA. (2010, 07 de diciembre). Guía tecnológica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria*. Recuperado de <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/12/Guia-CACAO-2010.pdf>

Jordán, M y Casaretto, J. (2006). Fisiología Vegetal. Chile. Ediciones Universidad de La Serena. Recuperado de <http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocininas.pdf>

- Jaimes, Y. y Aranzazu, F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao*) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). *Corpoica*, 90. Recuperado de http://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacaopub-doc_04A.pdf
- Mata, A. (2006). *Establecimiento de un sistema de propagación vegetativa de genotipos superiores de cacao (Theobroma cacao L.) por medio de ramillas en el catie*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/60988749.pdf>
- Márquez, V. (2019). *Poda en el Cultivo de Cacao (Theobroma Cacao) en la Finca María Isabel, ubicada en el Recinto San Antonio del Cantón Catarama* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6018>
- Montes, M. (2016). *Efectos del fosforo y azufre sobre el Rendimiento de mazorcas, en una plantación de Cacao (Theobroma cacao L.) CCN-51, en la zona de Babahoyo* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Palacios, I y Vallejos, J. (2020). *Evaluación del enraizamiento de esquejes de bambú (Guadua angustifolia Kunth) utilizando tres dosis de agua de coco (Cocus nucifera L.)* (Tesis de pregrado). Recuperado de http://repositorio.unj.edu.pe/jspui/bitstream/UNJ/265/1/Palacios_OIG_Vallejos_DJH.pdf
- Paredes, M. (2003, 12 de abril). Manual de cultivo del cacao. *Minagri*. Recuperado de

http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manualesboletines/cacao/manual_cultivo_cacao_2003.pdf

Paredes, N. (2009, 01 de julio). Manual de cultivo de cacao para la Amazonía ecuatoriana. *INIAP*. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4786/7/iniapeecam76.pdf>

Piza, P. (2018). *Producción, comercialización y rentabilidad de un vivero de cacao en la parroquia San Carlos del cantón Quevedo* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3336/1/T-UTEQ-0037.pdf>

Plan Nacional de Desarrollo. (2017). *Ecuador Plan Nacional toda una vida*, (1). Recuperado de <https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/EcuadorPlanNacionalTodaUnaVida20172021.pdf>

Paspuel, M. (2018). *Respuesta del cacao a la aplicación del fertilizante “full cacao” en comparación con la fertilización convencional en Pangua* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15195/1/T- UCE-0004-A82-2018.pdf>

Quintero, M y Díaz, K. (2004). El mercado mundial del cacao. *Agroalimentaria*, 9(18), 47-59. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542004000100004&lng=es&tlng=es.

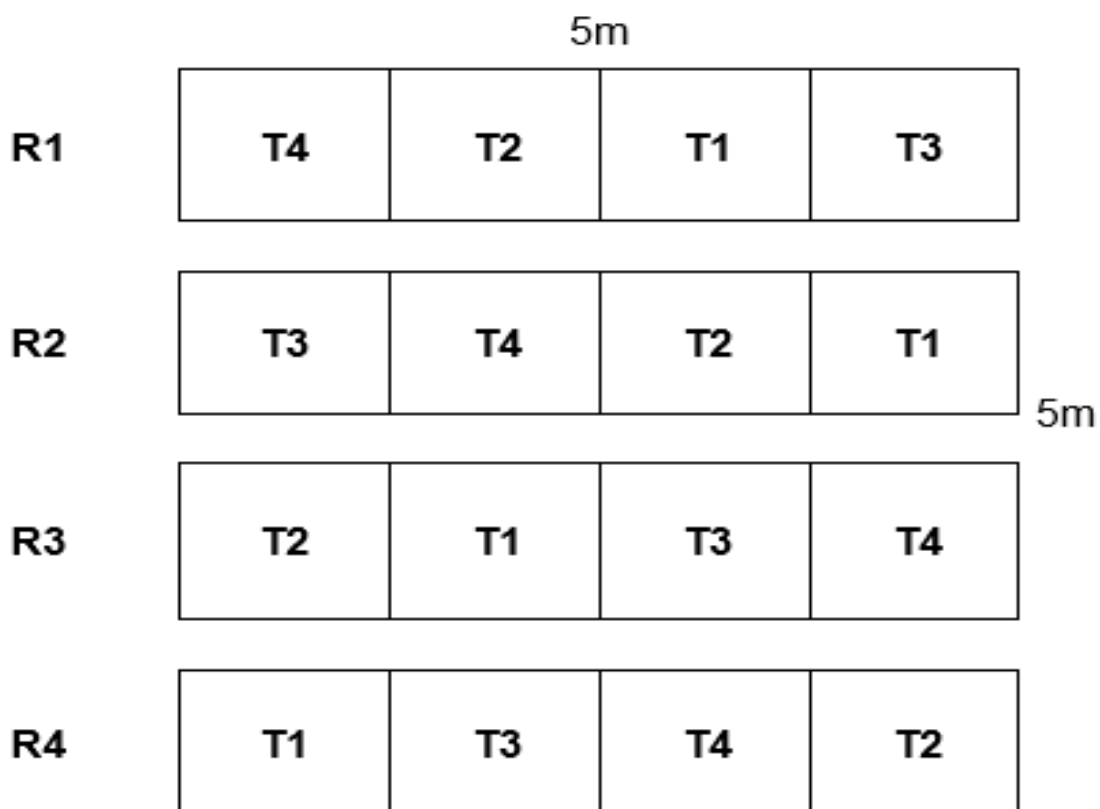
Quiroz, J. y Mestanza, S. (2012). *Establecimiento y manejo de una plantación de cacao*. Quito, Ecuador: INIAP Archivo Historico.

Quiroz, J. (29 de Septiembre del 2016). Manejo de la poda y su impacto en la producción. *Anecacao*. Recuperado de www.anecacao.com/quevedo//ecuado/iniap

- Ramírez, R y Álvarez, A. (2010). *Establecimiento de un vivero de cacao (Theobroma cacao L.) en la Zona del Cantón Ventanas Provincia de Los Ríos* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2957/1/Tesina%20en%20Cacao%20Ren%c3%a9%20Garc%c3%ada%2c%20%c3%81ngel%20Astudillo.pdf>
- Ramos, L., Arozarena, J., Lescaille, J., García, F., Tamayo, Y., Castañeda, E. y Rodríguez, G. (2013). Dosis de pectimorf® para enraizamiento de esquejes de guayaba var. Enana Roja Cubana. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(6), 1093-1105.
- Ramos, A. (2021). *La poda y su efecto sobre la incidencia de enfermedades en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) producido en el Ecuador*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9296>
- Rivera, R., Valarezo, O y Guzmán, M. (2014). Efecto de la poda fitosanitaria sobre la enfermedad escoba de bruja en el cultivo de cacao. *Intropica*, 129-136.
- Torres, L. (2012). *Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3250/1/TESIS.pdf>
- Sabando, L y Molina, R. (2013). *Diseño e instalación de un sistema de riego por aspersión en el área de clones del cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.)*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/28/1/Sabando%20Lucas%20Leonardo%20Alejandro-Molina%20Aquino%20Richard%20Robinson.pdf>

- Sánchez, V., Zambrano, J., y Iglesias, C. (2019). *La cadena de valor del cacao en América Latina y el Caribe*. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina.
- Suárez, G., Bacallao, F., Soto, F. y Caballero, A. (2013). Bases para la zonificación agroecológica en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao*, Lin) por medio del criterio de expertos. *Cultivos Tropicales*, 34(2), 30-37.
- Vayona, D. (2015, 20 septiembre). Control de malezas en el cultivo de cacao. *Infocacao*. Recuperado de <https://cadenacacao.hn/infocacao-control-de-malezas-en-el-cultivo-de-cacao/>
- Vera, J. Cabrera, R. Véliz, D. Segovia, G. Ramos, R y Jácome, G. (2016). Guía para el establecimiento y manejo de un vivero de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Guía para el mejoramiento de la calidad del cacao nacional*, 2(2), 1-25. Recuperado de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/GuaparaelestablecimientodeunviverodecacaoTheobromaCacaoL.pdf>
- Veliz, D. (2017). *Conservación y viabilidad de varetas en la multiplicación clonal de cacao (Theobroma cacao L.) CCN-51* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2728/1/T-UTEQ-0094.pdf>

9. Anexos

**Figura 1. Croquis de campo**

Crespo, 2021

Nota: Cada recuadro representa una unidad experimental de 30 plantas.**Figura 2. Preparación de sustrato y llenado de las fundas**

Crespo, 2021



Figura 3. Llenado y armado de las fundas unidades experimentales
Crespo, 2021



Figura 4. Desinfección del sustrato de las unidades experimentales con Vitavax 200
Crespo, 2021



Figura 5. Corte y recolección de ramas de cacao para las varetas Crespo, 2021



Figura 6. Preparación de los enraizantes para los tratamientos Crespo, 2021



Figura 7. Sumergido de las varetas
Crespo, 2021



Figura 8. Siembra e identificación de los tratamientos
Crespo, 2021



Figura 9. Aplicación de los tratamientos después de 30 días



Figura 10. Aplicación de los enraizantes a los 40 días de iniciado el proyecto Crespo, 2021



Figura 11. Aplicación de los tratamientos a los 50 días de iniciado el proyecto Crespo, 2021



Figura 12. Toma de datos de las variables vigor y número de brotes Crespo, 2021



Figura 13. Medición de la longitud de raíces
Crespo, 2021



Figura 14. Peso fresco de la parte aérea
Crespo, 2021



Figura 15. Peso fresco de las raíces
Crespo, 2021



Figura 16. Peso seco de la parte aérea
Crespo, 2021



Figura 17. Peso seco de las raíces Crespo, 2021



Figura 18. Visita del tutor en el campo experimental Crespo, 2021

9.1 Análisis de varianza

1A. Datos de número de brotes

Tabla 13. Datos de número de brotes

Nº	Tratamientos	Repeticiones				Promedio
		I	II	III	IV	
1	Agua de lenteja	1.6	1.2	1.7	1.2	1.4
2	Agua de coco	1.5	1.6	1.1	1.4	1.4
3	Sábila	1.3	1.8	2	1.3	1.6
4	Testigo	1.3	1.4	1.2	1.2	1.3

Crespo, 2021

1B. Análisis estadístico de número de brotes

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº Brote/Planta	16	0.22	0.03	17.60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.22	3	0.07	1.14	0.3727
Tratamientos	0.22	3	0.07	1.14	0.3727
Error	0.76	12	0.06		
Total	0.97	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0629 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Sábila	1.60	4	0.13 A
T1: Agua lenteja	1.43	4	0.13 A
T2: Agua coco	1.40	4	0.13 A
T4: Testigo	1.28	4	0.13 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

2A. Datos de la longitud de raíces

Tabla 14. Datos de longitud de raíces

N	Tratamientos	Repeticiones				Promedio
		I	II	III	IV	
1	Agua de lenteja	18.6	17.4	17.1	17.0	17.5
2	Agua de coco	18.0	18.5	20.6	20.8	19.5
3	Sábila	19.2	18.5	22.9	18.2	19.7
4	Testigo	16.6	20.4	21.8	15.6	18.6

Crespo, 2021

2B. Análisis estadístico de longitud de raíces

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Long raíz (cm)	16	0.19	0.00	10.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11.72	3	3.91	0.97	0.4399
Tratamientos	11.72	3	3.91	0.97	0.4399
Error	48.44	12	4.04		
Total	60.15	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 4.0362 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Sábila	19.70	4	1.00 A
T2: Agua coco	19.48	4	1.00 A
T4: Testigo	18.60	4	1.00 A
T1: Agua lenteja	17.53	4	1.00 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

3A. Datos de vigor

Tabla 15. Datos de vigor

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1	3	2	3	4	3.0
T2	4	4	4	4	4.0
T3	3	5	4	5	4.3
T4	4	5	3	5	4.3

Crespo, 2021

3B. Análisis estadístico de vigor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vigor	16	0.36	0.20	20.40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.25	3	1.42	2.27	0.1330
Tratamientos	4.25	3	1.42	2.27	0.1330
Error	7.50	12	0.63		
Total	11.75	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.6250 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4: Testigo	4.25	4	0.40 A
T3: Sábila	4.25	4	0.40 A
T2: Agua coco	4.00	4	0.40 A
T1: Agua lenteja	3.00	4	0.40 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4A. Datos de prendimiento

Tabla 16. Datos de prendimiento

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1	15	11	16	22	16.0
T2	19	18	20	22	19.8
T3	17	25	19	24	21.3
T4	19	25	15	25	21.0

Crespo, 2021

4B. Análisis estadístico de prendimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Prendimiento (%)	16	0.27	0.09	20.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	70.50	3	23.50	1.50	0.2636
Tratamientos	70.50	3	23.50	1.50	0.2636
Error	187.50	12	15.63		
Total	258.00	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 15.6250 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Sábila	21.25	4	1.98 A
T4: Testigo	21.00	4	1.98 A
T2: Agua coco	19.75	4	1.98 A
T1: Agua lenteja	16.00	4	1.98 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5A. Peso fresco parte aérea

Tabla 17. Datos del peso fresco parte aérea

N	Tratamientos	Repeticiones				Promedio
		I	II	III	IV	
1	Agua de lenteja	7.1	7	5.6	6.7	6.6
2	Agua de coco	6.3	7.1	8.7	9.3	7.9
3	Sábila	7	7.4	8.5	6.5	7.4
4	Testigo	7.1	8.9	8.4	8.4	8.2

Crespo, 2021

5B. Análisis estadístico de peso fresco de la parte aérea

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PFPA (g)	16	0.34	0.18	12.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.78	3	1.93	2.07	0.1575
Tratamientos	5.78	3	1.93	2.07	0.1575
Error	11.16	12	0.93		
Total	16.94	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.9300 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4: Testigo	8.20	4	0.48	A
T2: Agua coco	7.85	4	0.48	A B
T3: Sábila	7.35	4	0.48	A B
T1: Agua lenteja	6.60	4	0.48	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

6A. Datos del peso fresco de raíces

Tabla 18. Datos del peso fresco de raíces

N	Tratamientos	Repeticiones				Promedio
		I	II	III	IV	
1	Agua de lenteja	2.2	1.8	1.7	1.9	1.9
2	Agua de coco	2.0	2.6	2.4	2.1	2.3
3	Sábila	3.0	2.0	3.0	1.7	2.4
4	Testigo	1.4	2.0	1.8	1.1	1.6

Crespo, 2021

6B. Análisis estadístico de peso fresco de las raíces

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PFR (g)	16	0.44	0.30	21.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.76	3	0.59	3.16	0.0641
Tratamientos	1.76	3	0.59	3.16	0.0641
Error	2.22	12	0.19		
Total	3.98	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1852 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3: Sábila	2.43	4	0.22	A
T2: Agua coco	2.28	4	0.22	A
T1: Agua lenteja	1.90	4	0.22	A B
T4: Testigo	1.58	4	0.22	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

7A. Datos del peso seco de la parte aérea

Tabla 19. Datos del peso seco de la parte aérea

N	Tratamientos	Repeticiones				Promedio
		I	II	III	IV	
1	Agua de lenteja	3.6	3.5	2.8	3.4	3.3
2	Agua de coco	3.2	3.6	4.4	4.7	3.9
3	Sábila	3.5	3.7	4.3	3.3	3.7
4	Testigo	3.6	4.5	4.2	4.2	4.1

Crespo, 2021

7B. Análisis estadístico de peso seco de la parte aérea

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PSPA (g)	16	0.34	0.18	12.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.48	3	0.49	2.10	0.1537
Tratamientos	1.48	3	0.49	2.10	0.1537
Error	2.82	12	0.24		
Total	4.30	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2352 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4: Testigo	4.13	4	0.24 A
T2: Agua coco	3.98	4	0.24 A
T3: Sábila	3.70	4	0.24 A
T1: Agua lenteja	3.33	4	0.24 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

8A. Peso seco de las raíces

Tabla 20. Datos del peso seco de las raíces

N	Tratamientos	Repeticiones				Promedio
		I	II	III	IV	
1	Agua de lenteja	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0
2	Agua de coco	1.0	1.3	1.2	1.1	1.1
3	Sábila	1.5	1.0	1.5	0.9	1.2
4	Testigo	0.7	1.0	0.9	0.6	0.8

Crespo, 2021

8B. Análisis estadístico de peso seco de las raíces

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PSR (g)	16	0.47	0.34	19.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.43	3	0.14	3.57	0.0472
Tratamientos	0.43	3	0.14	3.57	0.0472
Error	0.49	12	0.04		
Total	0.92	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0404 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Sábila	1.23	4	0.10 A
T2: Agua coco	1.15	4	0.10 A
T1: Agua lenteja	0.98	4	0.10 A B
T4: Testigo	0.80	4	0.10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)