



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

Trabajo de Titulación – Modalidad Proyecto de Investigación

Título:

“Recuperación mediante la poda e implementación de un sistema de riego para el cultivo de cacao en la finca Tigrillo de la Uleam Extensión Chone”

Autores:

Morante Napa Ana Cristina

Vera Vera Leonela Esperanza

Unidad Académica:

Extensión Chone

Carrera:

Agropecuaria 2022 AC

Tutor:

Ing. Rubén Darío Rivera Fernández, Mg.

Chone-Manabí-Ecuador

2025

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Rubén Darío Rivera Fernández, Mg. docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión Chone, en calidad de Tutor.

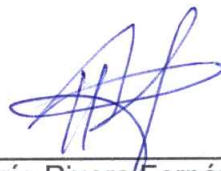
CERTIFICO:

Que el presente proyecto de investigación con el título: "Recuperación mediante la poda e implementación de un sistema de riego para el cultivo de cacao en la finca Tigrillo de la Uleam extensión Chone" ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de sus autoras: Morante Napa Ana Cristina & Vera Vera Leonela Esperanza.

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, septiembre del 2025



Ing. Rubén Darío Rivera Fernández, Mg.

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

Nosotras, Morante Napa Ana Cristina con cédula de ciudadanía 131373252 – 9 y Vera Vera Leonela Esperanza con cédula de ciudadanía 135064217 – 7.

Estudiantes de la Carrera de **Ingeniería Agropecuaria**, declaramos bajo juramento que el presente proyecto de investigación cuyo título: “Recuperación mediante la poda e implementación de un sistema de riego para el cultivo de cacao en la finca Tigrillo de la Uleam extensión Chone”, previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Chone, septiembre del 2025

Cristina N.

Morante Napa Ana Cristina

C.I. 131373252 – 9

Leonela Vera

Vera Vera Leonela Esperanza

C.I. 135064217 – 7



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto de investigación, titulado: **"Recuperación mediante la poda e implementación de un sistema de riego para el cultivo de cacao en la finca Tigrillo de la Uleam extensión Chone"** de sus autoras: **MORANTE NAPA ANA CRISTINA & VERA VERA LEONELA ESPERANZA** de la Carrera **"Ingeniería Agropecuaria"**, y como Tutor del Trabajo el **Ing. Rubén Darío Rivera Fernández, Mg.**

Chone, septiembre del 2025


Lcda. Rocio Bermúdez Cevallos,
Mg.

DECANA


Ing. Rubén Darío Rivera
Fernández, Mg.

TUTOR


Ing. Macario Jesús Figueroa
Vélez, Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL


Ing. Juan Ramón Moreira Saltos,
Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL


Lcda. Indira Zambrano Cedeño, Mg.
SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

Deseo manifestar mi más sincero agradecimiento a mis hijos, Erika y Christopher, por representar como mi mayor motivación. Su amor, cariño y felicidad han sido un estímulo constante que me impulsó a vencer los momentos más complicados y a continuar con tenacidad.

A mi pareja, por su apoyo constante, paciencia persistente y confianza en mis habilidades; su constante acompañamiento y su disposición para tomar responsabilidades familiares han sido esenciales para lograr este objetivo.

A mis progenitores, por haber sido el pilar ejemplar en mi educación y enseñarme que la constancia, la integridad y el empeño son las guías hacia cualquier objetivo. A mis abuelos, Dionicio y Aníta, por su cariño, orientación y principios que siguen iluminando mi trayecto, y a mis hermanos queridos, José, Bryan y Dayanna, por su respaldo, afecto y entrega en cada fase de mi educación.

A mis colegas Inés, Junior y Fabiola, por su ayuda, comprensión y cooperación, particularmente en las etapas más vulnerable de mi embarazo, dejando una marca indeleble en mi educación académica.

A todos ustedes, mi agradecimiento por su cariño, seguridad y apoyo; este logro también es el resultado de su respaldo y fortaleza conjunta.

Ana Cristina Morante Napa

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, Fátima Vera Minalla y Ramón Vera Vargas, por su amor incondicional, sus consejos y el ejemplo de esfuerzo y dedicación que me han brindado. Gracias por enseñarme a luchar por mis sueños y por estar siempre a mi lado en cada paso que doy.

También extendiendo mi gratitud a mi novio Anderson Alvarado Zambrano, por su apoyo constante, su comprensión y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Su compañía ha sido un pilar fundamental en mi vida y en la realización de mis metas.

A cada uno de ustedes, gracias por ser mi fuerza, mi inspiración y mi motivo para seguir adelante.

Leonela Esperanza Vera Vera

DEDICATORIA

Dedico esta meta con un amor inagotable a mis hijos, Erika y Christopher, quienes han sido mi inspiración para seguir en mi carrera universitaria, con su cariño y felicidad, son mi luz y fortaleza que me han mantenido en cada situación complicada. Este éxito es suyo, ya que cada empeño y desvelo se orientó por la intención de brindarles un futuro repleto de posibilidades y de mostrarles que, con esfuerzo, tenacidad y fe, los sueños pueden convertirse en realidad.

A mis progenitores, por su muestra de dedicación, responsabilidad y constancia, elementos que han definido mi existencia; a mi pareja, por su amor incondicional, su respaldo constante y su presencia en cada reto, siendo mi mayor apoyo en este trayecto; a mis hermanos, por su cariño y palabras de motivación; y a mis abuelos, Dionicio y Aníta, por sus lecciones de humildad, fortaleza y amor, ya que son mi mayor ejemplo a seguir.

Este logro académico no es exclusivamente individual: es el resultado de cada acto de amor, de cada palabra de aliento y de cada sacrificio de aquellos que han confiado en mí. A todos ustedes, les dedico este objetivo alcanzado, emblema de eterno agradecimiento y de un trayecto seguido con empeño, esperanza y fe.

Ana Cristina Morante Napa

DEDICATORIA

Dedico este logro con todo mi amor y gratitud a mis padres, Fátima Vera Minalla y Ramón Vera Vargas, quienes han sido mi ejemplo de esfuerzo, perseverancia y cariño. Gracias por enseñarme que con disciplina y fe todo es posible, y por ser mi guía en cada paso de mi vida.

También dedico este triunfo a mi novio Anderson Alvarado Zambrano, por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Tu compañía ha sido un motor para seguir adelante.

A ustedes, que forman parte esencial de mi historia, les ofrezco este logro como muestra de mi amor y agradecimiento eterno.

Leonela Esperanza Vera Vera

RESUMEN

La insuficiente producción del cultivo de cacao en la finca Tigrillo, causada por una gestión agronómica inadecuada, motivó este estudio cuyo objetivo fue recuperar el cultivo mediante la aplicación de poda de mantenimiento, así como la implementación de un sistema de riego localizado. El estudio se llevó a cabo en una superficie de 4 875 m², siguiendo las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Se implementó un sistema de riego por goteo diseñado con los programas CROPWAT e IRRIGATION, teniendo en cuenta las demandas de agua de 331 plantas, caudal, presión, cantidad y distribución de goteros, frecuencia y tiempo de riego. Simultáneamente, se llevó a cabo labores de poda de mantenimiento, removiendo plantas dañinas y ramas mal formadas o cruzadas, optimizando la estructura del árbol y permitiendo el ingreso de luz y aire. Se analizaron factores como la emisión y longitud de las flores y brotes laterales, además de los parámetros de riego. Los resultados indicaron que la poda promovió la brotación, con una emisión de cumbres que se incrementó del 30% al 80% en 50 días, así como el desarrollo de brotes laterales, lo que refleja un rejuvenecimiento y una mayor vitalidad del cultivo. El riego localizado mejoró la provisión de agua, favoreciendo la asimilación de nutrientes y garantizando un desarrollo constante. Se concluye que la poda estratégica junto con el riego técnico mejora la fisiología y productividad del cacao, constituyendo un modelo sostenible y replicable para su recuperación.

PALABRAS CLAVES

Brotes, Chupones, Buenas Prácticas Agropecuarias, productividad.

ABSTRACT

The insufficient cocoa production at the Tigrillo farm, caused by inadequate agronomic management, prompted this study, which aimed to restore the crop thru maintenance pruning and the implementation of a localized irrigation system. The study was conducted on an area of 4,875 m², following Good Agricultural Practices (GAP). A drip irrigation system designed using the CROPWAT and IRRIGATION programs was implemented, taking into account the water demands of 331 plants, flow rate, pressure, number and distribution of emitters, irrigation frequency, and duration. Simultaneously, maintenance pruning was carried out, removing harmful plants and malformed or crossing branches, optimizing the tree's structure, and allowing light and air to penetrate. Factors such as flower and lateral shoot production and length, as well as irrigation parameters, were analyzed. The results indicated that pruning promoted sprouting, with apex emergence increasing from 30% to 80% in 50 days, as well as the development of lateral shoots, reflecting rejuvenation and greater vitality of the crop. Localized irrigation improved water supply, promoting nutrient uptake and ensuring consistent development. It is concluded that strategic pruning combined with technical irrigation improves the physiology and productivity of cocoa, constituting a sustainable and replicable model for its recovery.

KEYWORDS

Sprouts, suckers, Good Agricultural Practices, productivity.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
ÍNDICE	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1 El cacao en el Ecuador.....	3
1.2 Importancia económica del cacao en el Ecuador.....	3
1.3 La poda en el cultivo de cacao	4
1.3.1 Tipos de poda	4
1.3.2 Beneficios de la poda para la salud del árbol y la producción	6
1.4 Sistemas de riego en la agricultura.....	7
1.4.1 Tipos de sistemas de riego	7
1.4.2 Importancia del riego en el cultivo de cacao.....	10
1.4.3 Factores que influyen en la elección del sistema de riego.....	10
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	12
2.....	12
2.1 Ubicación	12
2.2 Manejo del ensayo	12
2.3 Variables a medir	13
2.4 Sistema de riego localizado.....	14
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO.....	15
3.....	15

3.1	Poda de mantenimiento.....	15
3.2	Sistema de riego	15
3.2.1	Diseño agronómico	15
3.2.2	Diseño hidráulico	19
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		21
4		21
4.1	Conclusiones.....	21
4.2	Recomendaciones.....	22
BIBLIOGRAFÍAS		23
ANEXOS		28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Levantamiento planimétrico del área experimental.	12
Figura 2. Esquema de la distribución del sistema hidráulico.	19
Figura 3. Esquema de riego por goteo para cultivo de cacao.	20
Figura 4. Esquema de la estación de bombeo.	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados del mantenimiento de poda de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	15
Tabla 2. Necesidades brutas de riego para el cultivo de cacao.....	16
Tabla 3. Datos de análisis de suelo agrícola.	17
Tabla 4. Cálculo correspondiente al diseño agronómico.	17
Tabla 5. Cálculo del tiempo y frecuencia de riego aproximado.....	18

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Detección de patología en el cultivo de cacao.	29
Anexo 2. Realización de poda de mantenimiento en el cultivo de cacao	29
Anexo 3. Sicatrisación de cortes tras la poda del cacao.	30
Anexo 4. Medición de variables experimentales en campo.....	30
Anexo 5. Ejecución de softwares para diseño agronómico e hidráulico.	31
Anexo 6. Resultados de producción tras la aplicación de BPA.	32

INTRODUCCIÓN

El cacao es uno de los principales productos agrícolas del Ecuador y una de las principales fuentes de exportación del país. Según el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA), en el año 2023, Ecuador destinó una superficie de 609 750 hectáreas para el cultivo de cacao, de las cuales se cosecharon 516 634 hectáreas, obteniendo una producción total de 375 719 toneladas, con un rendimiento productivo de 0,73 t/ha. En la provincia de Manabí, se registró una superficie plantada de 117 080 hectáreas, de las cuales 97 630 hectáreas fueron cosechadas, alcanzando una producción de 65 504 toneladas, con un rendimiento de 0,67 t/ha (INEC, 2024).

Dentro de las exportaciones no petroleras, el sector agrícola y agroindustrial ha mostrado un crecimiento significativo del 21%, impulsado en gran medida por el aumento en la exportación de cacao tanto en valor como en volumen. Entre los primeros cinco meses del año 2024, Ecuador generó 1 031 millones de dólares en exportaciones de cacao y sus derivados, lo que representa un incremento del 180% en comparación con el mismo período del año 2023, cuando las ventas alcanzaron los 369 millones de dólares. En términos de volumen, la exportación de cacao también creció en un 21% respecto al año anterior, consolidando a la Unión Europea como su principal mercado de destino (Vásquez, 2024).

Pese a su importancia económica, la producción de cacao enfrenta diversas dificultades. Una de las principales limitantes es el bajo conocimiento sobre Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) por parte de los productores, lo que dificulta la implementación de técnicas adecuadas de manejo. Asimismo, la falta de inversión en investigación para el desarrollo de variedades más resistentes y el uso de prácticas de cultivo sostenibles afectan negativamente el rendimiento del cultivo.

Además, los cambios climáticos han tenido un impacto significativo en la productividad del cacao. Variaciones extremas en temperatura y precipitación pueden debilitar las plantas, reduciendo su rendimiento y calidad. Factores como sequías prolongadas o lluvias excesivas pueden incrementar la vulnerabilidad del cultivo a enfermedades como la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), la mancha

negra (*Phytophthora spp.*) y la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), las cuales son altamente destructivas para las plantaciones de cacao (Sánchez *et al.*, 2015).

Para mitigar estos problemas, es fundamental implementar estrategias integradas que incluyan prácticas de manejo sostenible del cultivo, investigaciones para el desarrollo de variedades resistentes y políticas de apoyo que permitan mejorar la productividad de los agricultores. Dentro de estas estrategias, la poda de recuperación y la implementación de un sistema de riego eficiente han demostrado ser herramientas clave para mejorar el rendimiento del cacao.

La producción de cacao se topa con restricciones debido al empleo de técnicas convencionales que disminuyen la eficiencia y impactan en los rendimientos. En este escenario, el estudio adquiere relevancia al sugerir la implementación de métodos agronómicos como el riego por goteo y la correcta gestión de la poda, acciones que favorecen un cultivo más sustentable y productivo. Los descubrimientos evidencian que la irrigación por goteo maximiza la utilización del agua, potencia el crecimiento vegetal y incrementa la productividad (Bernal, 2024), mientras que la poda técnica facilita la preservación de la salud del cultivo, potencia la entrada de luz y aire, y asegura un crecimiento más balanceado (López, 2012). Incorporar estas técnicas no solo favorece el desempeño del cacao, sino que también robustece la sostenibilidad del sistema de producción y produce un efecto positivo en la economía de las comunidades agrícolas.

La aplicación de la poda de recuperación y producción en el cultivo de cacao en la finca Tigrillo de la Uleam, Extensión Chone, facilitará la mejora de la estructura y salud de las plantas, promoviendo su crecimiento y desarrollo. Igualmente, estas acciones ayudarán a maximizar la utilización del agua y la asimilación de nutrientes, lo que elevará la productividad y la calidad del cacao. Además, la creación de un manual de poda y riego brindará a los productores recursos técnicos para emular estas tácticas de gestión en plantaciones futuras. Así, se promoverá la sustentabilidad del cultivo y se robustecerá la producción de cacao en la zona.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 El cacao en el Ecuador

Según Uvillús (2023), el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) se caracteriza por producir un fruto que contiene las semillas, que son la materia prima del chocolate. basados en evidencias arqueológicas encontradas, que el cacao se domesticó por primera vez, en el sureste del Ecuador, hace 5 300 años en la provincia de Zamora-Chinchipe.

La planta de cacao crece como un árbol de sotobosque en clima cálido y húmedo con una temperatura promedio anual de 26°C y humedad relativa óptima de 80%. Las plantas hasta los 3 años necesitan de alrededor de 70% de sombra y en los años posteriores de 850 a 1 000 horas de luz por año, para tener un rendimiento y una vida productiva adecuada. A partir del segundo año de vida, se da la cosecha y desde el cuarto año se recolectan los frutos cada 30 días en época seca, y cada 15 días en época lluviosa durante todo el año. La madurez del fruto se identifica con el cambio de coloración de la mazorca, lo que depende de la variedad de cacao (Uvillús, 2023).

1.2 Importancia económica del cacao en el Ecuador

El cacao (*Theobroma cacao*) es una fuente de ingresos económicos importante para Ecuador, el cual es el tercer país exportador del grano, con un aporte del 9% de cacao a nivel mundial. Este contribuye con el 6,9% del valor agregado bruto (VAB) agropecuario del país y en cuanto a exportaciones no petroleras representa el 6,2% (SIPA, 2023).

Además, su cultivo es una importante fuente de empleos para familias ecuatorianas. De la producción a nivel nacional de cacao, alrededor del 70% representa exportación en grano, 25% se destina a la producción de semielaborados (licor o pasta, torta, polvo, manteca de cacao) y el 5% va a la elaboración artesanal de chocolates (Guilcapi, 2018). En el país las principales provincias, de acuerdo con la superficie en hectáreas producidas de cacao son: Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas y Orellana (SIPA, 2023).

1.3 La poda en el cultivo de cacao

La poda es una práctica de manejo que consiste en quitar las ramas inservibles del árbol de cacao para dar a la planta una mejor formación de la copa y estimular la aparición de brotes, flores y frutos. Esta presenta objetivos como estimular el desarrollo de las ramas primarias para equilibrar la copa del árbol, formar un tronco recto y de mediana altura, regular la entrada de luz y aire para que el árbol cumpla sus funciones, incrementar la producción, reducir la presencia de enfermedades y facilitar otras labores culturales (Quiroz & Mestanza, 2012).

1.3.1 Tipos de poda

Para Quiroz & Mestanza (2012), los tipos de podas que se realizan en el cultivo de cacao son: la poda de formación, poda fitosanitaria, poda de mantenimiento y poda de rehabilitación.

1.3.1.1 Poda de formación

Este tipo de poda se realiza desde el primer mes de establecimiento del cultivo hasta los dos años. Durante el primer año la plantación cruza por una etapa crítica donde las plantas forman su follaje. Mediante este tipo de poda se trata de corregir errores de formación de las ramas, como aquellas que salen hacia abajo. Esta actividad se debe de realizar con herramientas especiales como tijera podadora, guillotina podadora o serrucho de podar. En esta etapa de poda no es necesario aplicar una pasta protectora al corte (Rodríguez, 2012).

Loor (2023) dice que la poda de formación es una práctica esencial en el cultivo de cacao para establecer la estructura adecuada de los árboles desde las primeras etapas de su desarrollo. Esta técnica se lleva a cabo durante los primeros años del cultivo, cuando los árboles son jóvenes y flexibles. El objetivo principal de la poda de formación es establecer una arquitectura equilibrada y resistente que facilite el manejo futuro, la cosecha y la entrada de luz al dosel. Durante la poda de formación, se eliminan las ramas inferiores y laterales más débiles, permitiendo que el tronco central se fortalezca y se forme una estructura en forma de "V" invertida.

1.3.1.2 Poda fitosanitaria

Esta poda consta de la erradicación de secciones del follaje y ramas que hayan sido incididas por enfermedades como escoba de bruja, insectos, entre otros. Asimismo, se suprimen las mazorcas enfermas y parásitos que se desarrollan en la copa del árbol, esto se debe realizar en toda cosecha. Esta clase de poda permite a que el cultivo se preserve aireado con el objetivo de impedir la proliferación de varias afecciones. Se efectúa erradicando ramas secas y deterioradas y se extrae la parte del follaje del árbol. Esto se realiza para reducir la influencia de plagas y enfermedades (Vera, 2024).

Para Pérez (2019), este tipo de poda se realiza en plantaciones adultas y consiste en eliminar las partes enfermas del follaje y frutos afectados por escoba de bruja, monilia e insectos. Además, deben eliminarse plantas parásitas que crecen en la copa del árbol. Para que la poda fitosanitaria sea provechosa se deben eliminar las escobas cuando están verdes, y no cuando están secas, como se indica en la figura. En el caso de monilia, se deben eliminar en sus primeros estadios antes que presente el micelio o cuerpo frutífero del hongo.

1.3.1.3 Poda de mantenimiento

Esta clase de poda consta de erradicar las ramas deterioradas, rotas y esos chupones que no se encuentren de manera adecuada en el tronco. Debe ralearse la copa retirando las ramas sombreadas para que el árbol pueda preservar su apariencia. Esta poda tiene que efectuarse una o dos veces al año una vez se haya realizado la cosecha (Márquez, 2019).

La poda comienza con la erradicación de tallos y ramas que hayan otorgado algún fruto, por lo que debe efectuarse posterior al proceso de cosecha, se suprime las ramas látigos y aquellas que ya se encuentren en mal estado. Se despunta las ramas vegetativas lo que genera que la planta sea capaz de producir nuevas ramas (Mazabanda, 2023).

1.3.1.4 Poda de rehabilitación

Esta poda se lleva a cabo en cacaotales antiguos por lo que su fin es rehabilitar los árboles que estén por dañarse, preservando las ramas que sigan vivas o

podar todo el tronco para potenciar el desarrollo de chupones, escogiendo el más robusto y que se encuentre en una ubicación adecuada (Cotto, 2019).

Las huertas cacaoteras, con el pasar del tiempo, se vuelven poco productivas por efecto de manejo o por abandono de la misma. Aquí es cuando se recomienda realizar la poda de rehabilitación, llamada también poda fuerte. Consiste en la eliminación de abundante follaje y ramas más del 70% del área foliar, para que la planta estimule el crecimiento de chupones basales y después proceder a la selección de los mejores chupones para reemplazar al árbol viejo. Se justifica esta clase de poda si la plantación que se desea regenerar es de árboles de buena producción. De no ser así, es conveniente renovar el huerto con material mejorado (Pérez, 2019).

1.3.2 Beneficios de la poda para la salud del árbol y la producción

La poda es una práctica fundamental para mantener la salud del árbol, ya que ayuda a eliminar ramas muertas, enfermas o dañadas que podrían afectar su crecimiento y desarrollo. Al reducir el riesgo de enfermedades y plagas, la poda permite una mejor circulación de aire y luz dentro del follaje, lo que favorece la fotosíntesis y la absorción de nutrientes. Además, eliminar las partes no productivas permite que la planta concentre sus recursos en las áreas saludables, promoviendo un crecimiento más fuerte y robusto, lo cual contribuye a la longevidad y resistencia del árbol frente a condiciones adversas (Ruiz *et al.*, 2021).

La poda también tiene un impacto positivo en la producción de mazorcas, ya que al eliminar ramas innecesarias y reducir la competencia por nutrientes y espacio, se optimiza la capacidad de la planta para concentrar su energía en la producción de frutos. En cultivos como el maíz, la poda puede fomentar un mejor desarrollo de las mazorcas al mejorar el acceso a la luz solar y asegurar que los nutrientes se distribuyan eficientemente hacia las partes productivas de la planta. Esta práctica también ayuda a controlar la densidad del follaje, lo que reduce el riesgo de enfermedades y mejora la calidad de las mazorcas (Engracia, 2018).

1.4 Sistemas de riego en la agricultura

El agua es un insumo fundamental para la producción agrícola y desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria. La agricultura de regadío representa el 20 % del total de la superficie cultivada y aporta el 40 % de la producción total de alimentos en todo el mundo. Es, en promedio, al menos el doble de productiva por unidad de tierra que la agricultura de secano, lo que permite una mayor intensificación de la producción y diversificación de los cultivos (Lara, 2022).

Un sistema de riego es un conjunto de elementos que interactúan colectivamente con el propósito único de llevar agua a los cultivos. Gracias a estos se ha hecho posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas (Salazar *et al.*, 2021).

1.4.1 Tipos de sistemas de riego

En la actualidad se utilizan principalmente tres métodos de riego en la agricultura: superficie, localizado y aspersión.

1.4.1.1 Riego superficial

El riego por superficie incluye una variedad de tipos de riego que tienen la característica común de que el agua se aplica en la superficie del suelo y se distribuye en el campo por gravedad, de modo que el caudal de riego disminuye a lo largo del campo debido a la infiltración del terreno. El objetivo primordial del riego es suministrar al cultivo el agua adicional a la precipitación para su crecimiento óptimo y cubrir las necesidades de lavado de sales para evitar su acumulación en el perfil del suelo, asegurando la sostenibilidad del regadío (Faci & Playan, 2018).

Según Salazar *et al.* (2021), estima que el 95% de las tierras regadas en el mundo se realiza por superficie, aunque en los últimos años aumento el método de riego localizado. Las ventajas y desventajas de los sistemas de riego superficial son:

Ventajas

- ✓ Bajo coste de inversión, si no se precisa una explanación previa, y de mantenimiento de las instalaciones.
- ✓ Son riegos que no están afectados por las condiciones climáticas como viento, humedad ambiental, etc. Como ocurre con el riego por aspersión.
- ✓ La calidad del agua no influye (a excepción de las sales) y es posible regar con aguas de baja calidad, no aptas para otros métodos de riego como localizado.
- ✓ No requieren consumo de energía, al menos desde que el agua llega a parcela. Se consume energía cuando es preciso elevarla desde el lugar de origen a menor nivel que la parcela.
- ✓ Por el movimiento del agua esencialmente vertical cuando se infiltra, son muy aptos para lavar sales
- ✓ Las estructuras usadas para controlar el agua y distribuirla suelen estar fabricadas con materiales de bajo coste e incluso realizadas con el propio suelo

Desventajas

- ✓ Estos sistemas suelen lograr menor eficiencia en el uso del agua que los de otros métodos.
- ✓ La cantidad de agua infiltrada depende de las características del suelo y varía dentro de una misma parcela.
- ✓ Las parcelas deben tener nula o escasa pendiente. Requieren una explanación precisa.
- ✓ Muchas actividades de campo como son el aclarado, abonado, aplicación de herbicida o fitosanitarios, desmalezado, etc. se deben programar, para no interferir con el riego.
- ✓ Es necesario disponer de un caudal importante de agua.
- ✓ Es probable que genere alteraciones en la estructura del suelo, dando resultado negativo al desarrollo de raíces.

1.4.1.2 Riego localizado

El riego localizado consiste en la aplicación de agua sobre la superficie del suelo o bajo éste, utilizando para ello tuberías a presión y emisores de diversas formas,

de manera que sólo se moja una parte del suelo, la más próxima a la planta. El agua aplicada por cada emisor moja un volumen de suelo que se denomina bulbo húmedo. En este método de riego, la importancia del suelo como reserva de humedad para las plantas es muy pequeña en contra de lo que sucede en el riego por superficie o en el riego por aspersión. Su función principal es la de ser soporte físico de las plantas, así como proporcionar el agua y los nutrientes, pero en un volumen reducido (Fernández *et al.*, 2010).

El riego localizado es la aplicación del agua al suelo en una zona más o menos restringida del volumen de raíces. Se caracteriza porque, en general, no humedece la totalidad del suelo, aplicando el agua sobre o bajo su superficie (Salazar *et al.* 2021). Las ventajas y desventajas del sistema de riego localizado son:

Ventajas

- ✓ Mejor aprovechamiento del agua. Se ahorra entre un 40-60 % de agua con respecto a otros sistemas de riego.
- ✓ Facilidad para realizar fertirrigación Disminución del riesgo de enfermedades
- ✓ Reducción de la mano de obra, sobre todo porque disminuyen las malas hierbas al no humedecer la totalidad del suelo
- ✓ Disminución de la utilización de abonos y fitosanitarios
- ✓ Incremento de la productividad y de la calidad de los cultivos.
- ✓ Riegos de alta frecuencia.
- ✓ Facilita la automatización. Se puede utilizar en terrenos de mucha pendiente.

Desventajas

- ✓ Alto coste de instalación
- ✓ Alto coste de mantenimiento
- ✓ Dificultad de dar lavados en profundidad
- ✓ Posibilidad de salinización del suelo
- ✓ Necesidad de mayor preparación técnica del agricultor

- ✓ Necesidad de fertilizantes totalmente solubles en agua
- ✓ Necesidad de alto grado de filtración

1.4.2 Importancia del riego en el cultivo de cacao

El riego en el cultivo de cacao es fundamental para asegurar el crecimiento saludable de las plantas, especialmente en regiones donde las precipitaciones no son constantes o suficientes. El cacao es una planta que requiere de un ambiente húmedo y de suelos bien hidratados para un desarrollo óptimo. Un riego adecuado garantiza que las plantas reciban la cantidad de agua necesaria para la absorción de nutrientes, lo cual es crucial para la formación de frutos de calidad. Además, el riego también ayuda a mantener la temperatura del suelo estable, lo que favorece la germinación de las semillas y la actividad biológica del suelo (Arboleda, 2019).

El riego controlado permite optimizar el uso del agua, reduciendo el riesgo de enfermedades relacionadas con el exceso de humedad, como la podredumbre de raíces. Un sistema de riego eficiente puede mejorar los rendimientos del cultivo, permitiendo una producción constante a lo largo del año, incluso en temporadas de sequía. Además, un manejo adecuado del agua contribuye a la sostenibilidad del cultivo, evitando el desperdicio y asegurando que los recursos hídricos se utilicen de manera responsable, lo que es esencial para la agricultura a largo plazo (Velasco, 2019).

1.4.3 Factores que influyen en la elección del sistema de riego

Según Adeoye (2017), para cultivar un campo requiere un sistema de riego fiable y eficaz que ayude a maximizar el rendimiento y minimizar el consumo de agua (eficiencia de riego). Con varios sistemas de riego entre los que elegir, seleccionar e invertir en uno adecuado es algo fundamental. La correcta selección de un sistema de riego garantiza el suministro eficaz de agua a los cultivos, al tiempo que mejora la calidad del suelo y reduce el consumo de agua. Elegir el sistema de riego adecuado para su explotación requiere tener en cuenta varios factores. Entre ellos figuran los siguientes:

- ✓ Tipo de suelo y características del campo

- ✓ Tipo de cultivo y densidad de la plantación
- ✓ Clima – condiciones ambientales
- ✓ Fuente de agua, disponibilidad y calidad
- ✓ Disponibilidad de fondo y mano de obra

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Ubicación

El proyecto de investigación se llevó a cabo en la finca experimental Tigrillo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, donde se tomó la parcela del cultivo existente de cacao con el fin de aplicar Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA) como la poda y la implementación de un sistema de riego. El área de intervención de nuestro proyecto tiene una dimensión de 65m de ancho y 75m de largo (4 875 m²) siendo esta un área plana, el cultivo de cacao no se encuentra sembrado de forma homogénea por lo cual llevamos un manejo ordenado para poder aplicar de la mejor manera nuestras BPA.

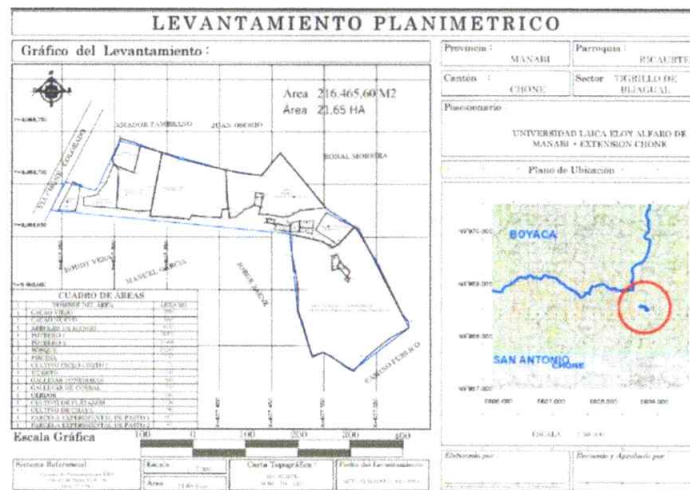


Figura 1. Levantamiento planimétrico del área experimental.

2.2 Manejo del ensayo

El desarrollo del ensayo se realizó por fases. En primer lugar, se diseñó un sistema de riego localizado por goteo, diseñado en dos etapas:

- **Diseño agronómico:** mediante el uso del software **CROPWAT**, se determinó el requerimiento hídrico los cuales fueron: lamina de riego, frecuencia y tiempo de riego del cultivo según las condiciones agroclimáticas locales y el tipo de suelo.

- **Diseño hidráulico:** con el programa **IRRIGATION**, se dimensionó el sistema de riego en función del número de plantas (331), caudal necesario, presión operativa, número y distribución de goteros por planta.

Posterior a la instalación del sistema de riego, se ejecutaron dos tipos de poda:

- **Poda fitosanitaria:** enfocada en la eliminación de frutos y ramas afectadas por enfermedades o plagas, así como de material vegetal seco o malformado.
- **Poda de mantenimiento:** consistió en la supresión de ramas cruzadas, exceso de brotes, y chupones ubicados en el tronco o ramas principales. Esta intervención permitió mejorar la estructura del árbol y facilitar la entrada de luz y aire.

2.3 Variables a medir

Las variables evaluadas se dividieron en dos bloques principales, de acuerdo con las prácticas aplicadas:

Poda

Para la determinación de las variables relacionadas con la poda, se trabajó únicamente con las hileras establecidas en el ensayo. En cada hilera se seleccionó una planta al azar y se procedió a la medición de las siguientes variables:

- **Emisión de chupones:** se efectuó un conteo directo del número de chupones emitidos por cada planta seleccionada.
- **Número de chupones por planta:** siguiendo la misma metodología, se realizó el conteo total de chupones presentes en la planta escogida.
- **Número de brotes laterales por planta:** se aplicó el mismo procedimiento de conteo directo.
- **Largo del chupón (en cm):** mediante el uso de una cinta métrica se midió la longitud en centímetros de cada chupón presente en la planta seleccionada.
- **Largo del brote lateral (en cm):** igualmente, se utilizó la cinta métrica para medir en centímetros la longitud de los brotes laterales.

2.4 Sistema de riego localizado

- **Parámetros del diseño agronómico:** mediante el uso del software CROPWAT se determinó el requerimiento hídrico del cultivo. Se calcularon la lámina de riego, la frecuencia y el tiempo de aplicación en función de las condiciones agroclimáticas locales y del tipo de suelo del ensayo.
- **Parámetros del diseño hidráulico:** con el software IRRIGATION se dimensionó el sistema de riego en función del número de plantas (331), caudal requerido, presión de operación, número de goteros por planta y su respectiva distribución.

Una vez instalado el sistema de riego, se ejecutó la poda de mantenimiento. Consistió en la eliminación de frutos y ramas afectadas por plagas, enfermedades o daños fisiológicos, supresión de ramas cruzadas, exceso de brotes y chupones en el tronco o ramas principales, con el objetivo de mejorar la estructura de la planta y facilitar la entrada de luz y aire.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO

3.1 Poda de mantenimiento

Tabla 1 muestra los datos conseguidos después de la poda de mantenimiento en plantas de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.). A partir del día 15, se registró la emisión de cupones en el 30% de las instalaciones, logrando un aumento gradual hasta llegar al 80% al día 50. La cantidad de chupones por planta varió entre 1 y 5, permaneciendo constante a través del tiempo.

Los brotes laterales también evidenciaron una tendencia ascendente, desde una planta que presentó un brote al día 15 hasta tres plantas al día 50. Además, se registró un aumento en la longitud de los chupones (de 11,31 cm a 21,53 cm) y en la de los brotes (de 2,15 cm a 5,88 cm), lo que demuestra una reacción positiva al tratamiento efectuado.

Tabla 1. Resultados del mantenimiento de poda de cacao (*Theobroma cacao* L.).

Días después de la poda	Emisión de chupones	Nº chupón / planta	Brote lateral	Largo del chupón (cm)	Largo del brote (cm)
15	3/10	1 – 4	1/10	11,31	2,15
25	3/10	1 – 5	1/10	22,06	5,1
30	5/10	1 – 5	2/10	10,38	2,51
38	6/10	1 – 5	3/10	19,37	2,51
50	8/10	1 – 5	3/10	21,53	5,88

Estos resultados indican que la poda de mantenimiento fomentó la brotación y la producción de estructuras vegetales, promoviendo el rejuvenecimiento del tejido productivo de las plantas. Además, se nota un aumento en la vitalidad del cultivo, elemento crucial para optimizar la estructura de la planta y su capacidad productiva.

3.2 Sistema de riego

3.2.1 Diseño agronómico

Tabla 2 muestra las demandas de agua bruta para el cultivo de cacao en la finca Tigrillo, estimadas basándose en información climática, clase de terreno y necesidades del cultivo. Estos valores son esenciales para determinar la

eficiencia de un sistema de riego. Es evidente que, en función del mes y del crecimiento fenológico del cacao, la necesidad de agua cambia, lo que subraya la importancia de implementar un sistema de riego por goteo localizado para proporcionar agua de manera exacta y a tiempo.

Este estudio posibilitó definir una programación apropiada del riego, previniendo la falta de agua en fases cruciales del cultivo y asegurando un crecimiento continuo de la planta. La información se utilizó como fundamento para las posteriores estimaciones en el diseño agronómico e hidráulico.

Tabla 2. Necesidades brutas de riego para el cultivo de cacao.

NECESIDADES BRUTAS DE RIEGO													
Parámetro	Símbolo (Unidad)	Meses											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Evapotranspiración potencial	Eto (mm/día)	3.30	2.89	3.41	3.42	3.41	2.79	3.28	3.77	3.67	4.04	3.48	3.82
Precipitación efectiva	Pe (mm/día)	2.53	3.40	2.95	1.81	0.98	0.71	0.10	0.06	0.17	0.10	0.13	0.50
CACAO													
Coefficiente de cultivo	Kc	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Evapotranspiración del cultivo	Etc (mm/día)	2.97	2.60	3.07	3.08	3.07	2.51	2.95	3.39	3.30	3.64	3.13	3.44
Necesidad neta	Nn (mm/día)	0.44	-	0.12	1.27	2.09	1.80	2.86	3.33	3.14	3.54	3.00	2.93
Necesidad bruta	Nb (mm/día)	0.51	-	0.15	1.50	2.46	2.12	3.36	3.92	3.69	4.16	3.53	3.45
Dotación bruta	Dotación (l/s/ha)	0.06	-	0.02	0.17	0.28	0.25	0.39	0.45	0.43	0.48	0.41	0.40

Tabla 3 expone los análisis del estudio físico-químico del terreno de la finca Tigrillo. Los factores analizados comprenden la textura, el pH, la conductividad eléctrica, el contenido de materia orgánica, el fósforo y el potasio, entre otros. Esta información es crucial para el diseño del riego y la fertilización.

Se nota que el terreno tiene propiedades adecuadas para el cultivo del cacao, aunque requiere de acciones técnicas para mejorar su fertilidad y retención de humedad. Por ejemplo, un pH apropiado promueve la asimilación de nutrientes, mientras que un contenido moderado de materia orgánica mejora la estructura del suelo, aumentando su habilidad para retener agua, lo que favorece de manera positiva el uso de riego por goteo.

Tabla 3. Datos de análisis de suelo agrícola.

Datos del Suelo				
Datos de análisis de suelo agrícola				
Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad	
Textura		Franco arcilloso		
Velocidad de infiltración básica		8.50	mm/h	
Densidad aparente		1.10		
Capacidadde campo	CC	28.00%	%	
Punto de marchitez permanente	PMP	13.00%	%	
Nota: Los valores presentados proceden de análisis de suelo de la zona de estudio.				
Datos del Cultivo				
Cultivo	Profundidad de raíces (P) (mm)	% de agotamiento		
CACAO	1000	30%		

Tabla 4 presenta las estimaciones obtenidas del diseño agronómico del sistema de riego, en la que se definen factores como la evapotranspiración, la eficiencia del sistema, la capa de riego y el volumen de agua necesario por planta. Estos datos resultaron esenciales para establecer la cantidad precisa de agua que se debe proporcionar en cada riego, garantizando que el cultivo obtenga lo requerido sin generar residuos. El estudio posibilita una administración eficaz del recurso acuático, acorde a los principios de sostenibilidad en la agricultura. El diseño considera la densidad de plantación (331 plantas), asegurando así una repartición justa del riego.

Tabla 4. Cálculo correspondiente al diseño agronómico.

Cálculos				
Lamina aprovechable		La	165.00	mm
		Ln	49.50	mm
Lamina neta	calculada		13.18	días
	Asumida	F		
Frecuencia de riego máxima			3.00	días
Lamina bruta de riego		Lb	12.42	mm
Pluviometría del goteo		Pasp	4.1	mm/horas
Tiempo de riego real		TRr	3.00	horas
Nro. Posiciones		Np	1.00	l/s
Caudal necesario del gotero		Qnasp	0.012	l/s
Caudal necesario por ha		Qha	11.50	l/s
Caudal de diseño		Qd	2.00	l/s
Area total de riego		Atr	0.44	ha
Caudal nominal por ha		Qn	2.26	l/s/ha

Tabla 5 determina el tiempo y la regularidad del riego requeridos para satisfacer las demandas de agua del cultivo. Según el flujo del sistema y la demanda de agua, se estableció que el riego debía llevarse a cabo en periodos establecidos, con una duración que maximice la absorción del suelo sin causar escorrentía ni lixiviación.

Esta información posibilita una programación eficaz, simplificando al fabricante la toma de decisiones técnicas para el funcionamiento del sistema. Por lo tanto, se garantiza un uso lógico del agua, en consonancia con las prácticas agrícolas adecuadas y la sostenibilidad del cultivo.

Tabla 5. Cálculo del tiempo y frecuencia de riego aproximado.

Cálculo del tiempo y frecuencia de riego aproximado				
Parámetro	Ecuación	Símbolo	Valor	Unidad
Tipode riego			GOTERO	
Cultivo			CACAO	
Capacidad de Campo		CC	28,00%	%
Punto de marchitez		PMP	13,00%	%
Densidad aparente		D	1.10	g/cm
Profundidad radicular		P	1000	mm
Factor de agotamiento		f	30,00%	mm/días
Necesidad neta		Nn	3.54	mm/días
Necesidad bruta		Nb	4.14	
Eficiencia de aplicación		E	0.90	
Eficiencia de aplicación por viento		E	0.90	
Tiempo de riego supuesto		Trs	3.00	
Horas de riego al día		Hr	3.00	
Marco de riego supuesto	L1	Mr	3.00	m
	L2		3.00	m
Area regable efectiva		Arf	0.33	ha

3.2.2 Diseño hidráulico

Figura 2, presenta la representación global del sistema de riego proyectado e implementado en la planta de cacao. Se nota una disposición estructurada de las tuberías principales, secundarias y laterales, asegurando así una cobertura homogénea del riego. Este diseño cumple con criterios técnicos de eficiencia y funcionamiento, reduciendo las pérdidas por presión o flujo y garantizando que cada planta obtenga el volumen de agua requerido. Adicionalmente, la configuración simplifica el mantenimiento y las futuras ampliaciones del sistema.

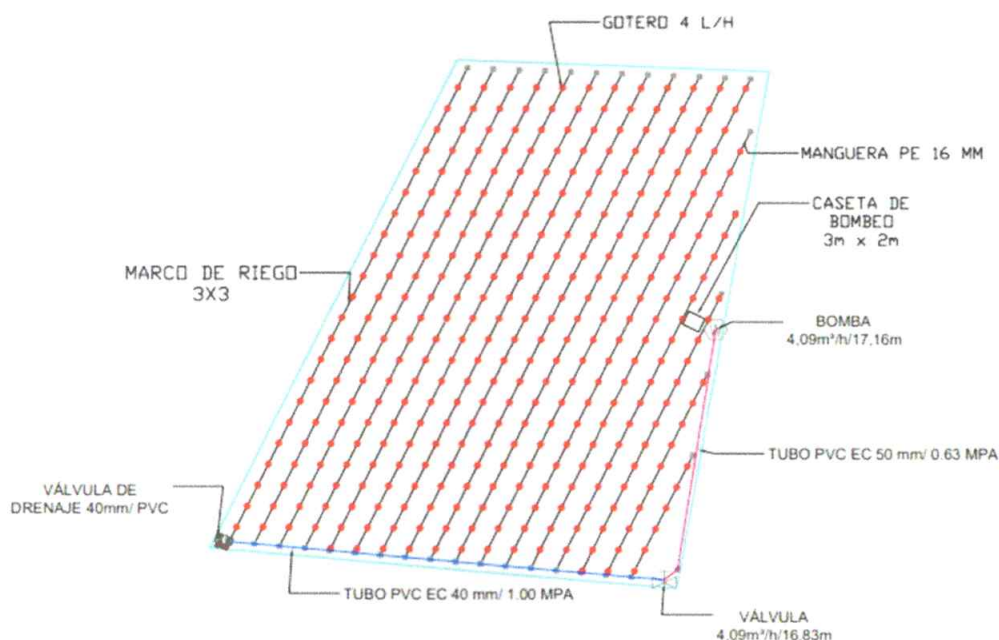


Figura 2. Esquema de la distribución del sistema hidráulico.

Figura 3 muestra el método de riego por goteo utilizado en el nivel de planta. Los goteros y su disposición alrededor del tallo son claramente reconocidos, lo que facilita la distribución directa de agua a la región radicular activa del cultivo. Este sistema disminuye la evaporación, optimiza la eficacia del riego y disminuye el crecimiento de las plantas. Además, promueve la fertirrigación, método que

puede aplicarse para optimizar la nutrición del cacao al mismo tiempo que se realiza el riego.

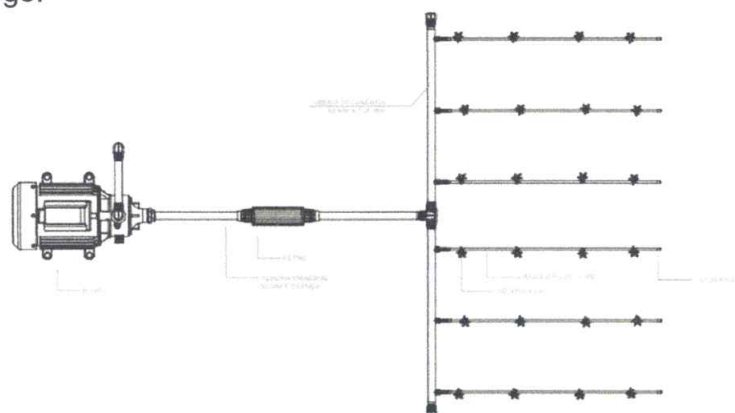


Figura 3. Esquema de riego por goteo para cultivo de cacao.

Figura 4 muestra la configuración de la estación de bombeo empleada para conducir el agua a alta presión hacia el sistema de riego. Incorpora componentes como la bomba, los filtros, las válvulas y el tanque de almacenaje, que aseguran el funcionamiento constante del sistema. La estación de bombeo se diseñó teniendo en cuenta el terreno plano y la distancia hasta el lugar de recolección de agua. La instalación adecuada garantiza la presión requerida para un funcionamiento eficaz del sistema de goteo, sin variaciones que puedan poner en riesgo la distribución del agua.

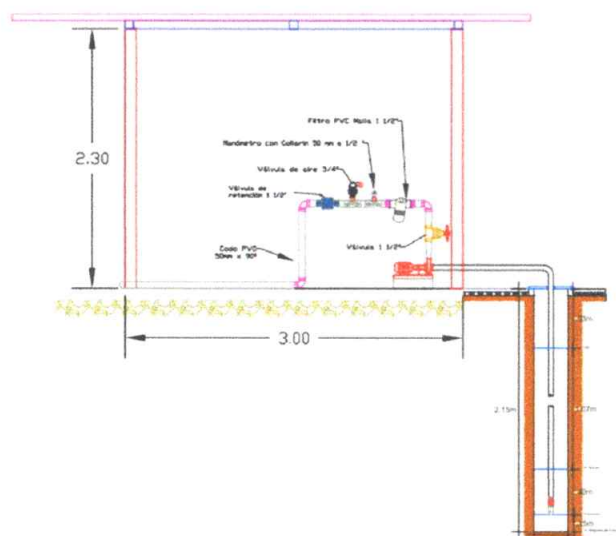


Figura 4. Esquema de la estación de bombeo.

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

La poda de mantenimiento facilitó la restauración de la vitalidad de las plantas de cacao, promoviendo la producción de chupones y brotes laterales. Estas acciones potenciaron el ingreso de luz y aire en la copa, mejorando la fisiología del cultivo. Los resultados indican un proceso natural de rejuvenecimiento de las plantas. Asimismo, fortalecen la base de producción del cacao para el futuro.

El uso de la poda demostró que optimiza tanto la estructura como la administración del cultivo, simplificando tareas subsiguientes como la recolección. El aumento de potencia en las instalaciones permitió reorientar la energía hacia sectores más productivos. Esto resultó en un equilibrio más eficaz en la utilización de nutrientes. Por lo tanto, se asegura una mayor sostenibilidad y eficiencia a largo plazo.

El sistema de riego por goteo garantizó un abastecimiento de agua eficaz y personalizado para las demandas del cacao. La planificación técnica previó carencias de agua en fases cruciales del cultivo. Adicionalmente, se disminuyeron las pérdidas debido a la evaporación y la escorrentía. Esto promovió un desarrollo homogéneo y sano en todas las plantas.

El estudio del terreno junto al riego demostró un uso lógico y sostenible del agua. El sistema permitió una retención de humedad superior y una absorción de nutrientes más elevada. Por lo tanto, las plantas exhibieron un mayor vigor y resistencia ante restricciones de producción. Esta práctica corrobora la relevancia de la tecnificación del agua para el cultivo del cacao.

4.2 Recomendaciones

Se aconseja seguir implementando las podas de mantenimiento en las etapas correctas del ciclo de producción. Esto contribuye a preservar la estructura de la planta, manejar enfermedades y fomentar el desarrollo. Las podas deben realizarse con utensilios limpios y personal debidamente formado. La regularidad se basará en la reacción de las plantas. Una adecuada gestión de la copa incrementa la producción y simplifica otras tareas.

Es crucial llevar a cabo revisiones regulares al sistema de riego por goteo para prevenir interrupciones y pérdidas. Es necesario verificar la condición de los tubos, la presión y el flujo, así como limpiar los filtros y válvulas. Un sistema eficaz garantiza una repartición uniforme del agua. Esto favorece el crecimiento homogéneo del cultivo. La vigilancia debe mantenerse constante para evitar errores operativos.

Se recomienda llevar a cabo evaluaciones del terreno al menos dos veces al año, previo al comienzo de cada temporada agrícola. Esto facilitará el entendimiento de la presencia de nutrientes, el pH y otros indicadores esenciales. Esta información permite modificar los planes de fertilización y riego. Un suelo correctamente evaluado previene gastos excesivos y carencias nutricionales. Por lo tanto, se asegura un crecimiento saludable y duradero del cultivo.

Se recomienda a las entidades y entidades de agricultura promover seminarios y consultas acerca de la poda y el riego tecnológico en cacao. La formación práctica en campo debe ser parte de estas actividades. Además, resultaría provechoso crear herramientas educativas que estén al alcance de los agricultores. La impartición de conocimientos fomenta el uso de tecnologías apropiadas. Esto potencia tanto la eficacia como la factibilidad del sistema de cacao.

BIBLIOGRAFÍAS

- Adeoye, D. (2017). *Factores a tener en cuenta a la hora de elegir un sistema de riego*. Obtenido de <https://wikifarmer.com/library/es/article/factores-a-tener-en-cuenta-a-la-hora-de-elegir-un-sistema-de-riego>
- Arboleda, A. (Julio de 2019). *Influencia en cuatro métodos de riego en el cuajo del fruto de cacao (Theobroma cacao L.) en la zona de Milagro, provincia del Guayas*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9089226.pdf>
- Barragán, B. (2020). *Análisis de las fases lunares en relación al prendimiento de ramillas de cacao CCN-51*. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8329/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000238.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bernal, I. (2024). *Diseño de un sistema de riego por goteo para la producción de cacao CCN-51 en la parroquia Simón Bolívar Santa Elena*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10886/1/UPSE-TIA-2024-0004.pdf>
- Cornejo, M., & Barahona, A. (Agosto de 2021). *Fases lunares y su efecto sobre el crecimiento y desarrollo de cultivos orgánicos de frijol, lechuga y remolacha*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/f44b7816-1ba8-4ef7-89ff-8e577f2ed424/content>
- Cotto, J. (2019). *Manejo de las podas en el cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.), en la parroquia Pimocha*. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6683>
- Engracia, J. (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*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/79a3fedf-9529-4a23-be93-b89244e3e487/content>

- Faci, J., & Playan, E. (2018). *Principios básicos del riego por superficie*. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_10-11.pdf
- Fernández, D. (2020). *Estudios de las fases lunares y sus aplicaciones en la agricultura*. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8426/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000273.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández, R., Yruela, M. d., Milla, M., García, J., & Oyonarte, N. (2010). *Manual de riego para agricultores. Módulo 9, riego localizado*. Obtenido de https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941RIEGO_BAJA.pdf
- Guilcapi, M. (2018). *Análisis del estado actual de las cadenas de café y cacao*. Obtenido de Ministerio del Ambiente y Ministerio de Agricultura y Ganadería
- Higuera, A., Camacho, M., & Guerra, J. (2002). *Efecto de las fases lunares sobre la incidencia de insectos y componentes de rendimiento en el cultivo de frijol (Vigna unguiculata (L.) Walp)*. Obtenido de <https://utoronto.scholaris.ca/server/api/core/bitstreams/cd3d3da5-d6a8-4eaf-b42d-7646fe74676a/content>
- INEC. (2024). *Instituto Nacional de Estadística y Censo*. Obtenido de <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Lara, L. (2022 de Octubre de 2022). *Riego resiliente frente al clima*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/climate-resilient-irrigation>
- Loor, S. (2023). *Incidencia de poda de mantenimiento en la producción en el cultivo de cacao (Theobroma cacao) en Milagro, Guayas*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LOOR%20FAJARDO%20SAMUEL%20MOISES.pdf>

- López, A. (2012). *Asistencia técnica dirigida en manejo de poda y fertilización en el cultivo de cacao*. Obtenido de https://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Manejo_poda_en_el_cultivo_cacao-guia_tecnica.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Machuca, N. (2020). *Poda alta de Coffea arabica L. variedad Catimor en diferentes fases lunares – Perené*. Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6550/T010_73149792_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Márquez, A. (2019). *“Poda en el Cultivo de Cacao (Theobroma Cacao) en la Finca María Isabel, ubicada en el Recinto San Antonio del Cantón Catarama”*. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6018>
- Mazabanda, E. (Marzo de 2023). *Evaluación de la productividad en el cultivo de mora (Rubus glaucus Benth) mediante la aplicación de abonos orgánicos en Santa Rosa-Tungurahua*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/items/7424afb1-d3ee-4100-9282-60ddf6995e21>
- Mera, R., Rojas, J., Muñoz, M., & Romero, K. (2017). *Influencia lunar en cultivos, animales y ser humano*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/5646/564677243005.pdf>
- Molina, V., Chávez, R., & Dueñas, D. (2016). Obtenido de Fases lunares en la reproducción vegetativa de cacao (Theobroma cacao L.), Babahoyo, Ecuador: <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/7757/7478>
- Molina, V., Chávez, R., & Dueñas, D. (Julio de 2016). *Fases lunares en la reproducción vegetativa de cacao (Theobroma cacao L.), Babahoyo, Ecuador*. Obtenido de <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/7757/7478>
- Peralta, J., & Simpfendörfer, C. (Febrero de 2001). *Riego por aspersión*. Obtenido de

<https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/0340e3be-f94f-4fc1-92d2-e143055740ba/content>

Pérez, M. (2019). *Podas en cacao*. Obtenido de https://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Podas_en_cacao.pdf

Quiroz, J., & Mestanza, S. (Enero de 2012). *La poda del cacao*. Obtenido de https://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/La_poda_en_cacao.pdf

Rodríguez, C. (2012). *Poda de formación en cacao injertado 1. Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, Costa Rica*. Obtenido de Hoja Divulgativa No.

Ruiz, R., Pérez, A., Landeros, C., Valdes, O., & Figueroa, K. (7 de Marzo de 2021). *Efecto de la poda en la producción de biomasa y proteína en Moringa oleifera Lam. en la zona centro de Veracruz*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v23n2/1665-1456-biotecnia-23-02-161.pdf>

Salazar, A., Severiche, A., & Vela, M. (Septiembre de 2021). Obtenido de <https://zabalketa.org/archivos/publicaciones/2-Sistemas-de%20Riego.pdf>

Sánchez, M., Jaramillo, E., & Ramírez, I. (2015). *Enfermedades del cacao*. Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/6921/1/124%20ENFERMEDADES%20DEL%20CACAO.pdf>

SIPA. (2023). *Sistema de Información Pública Agropecuaria*. Obtenido de <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>

Uvillús, G. (Marzo de 2023). *Análisis de la cadena de valor de cacao (Theobroma cacao) en el Ecuador y oportunidades de mejora para alcanzar la sostenibilidad*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/23699/1/CD%2013009.pdf>

Vásconez, L. (24 de Julio de 2024). *Venta de cacao sostuvo a las exportaciones de Ecuador en primeros meses de 2024*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/venta-de-cacao-sostuvo-a-las-exportaciones-de-ecuador-en-primeros-meses-de-2024.html>

Velasco, O. (2019). *Descripción del sistema de riego en la finca cacaotera Botón de Oro de la parroquia La Unión cantón Babahoyo*. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6906/E-UTB-FACIAGING%20AGRON-000206.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

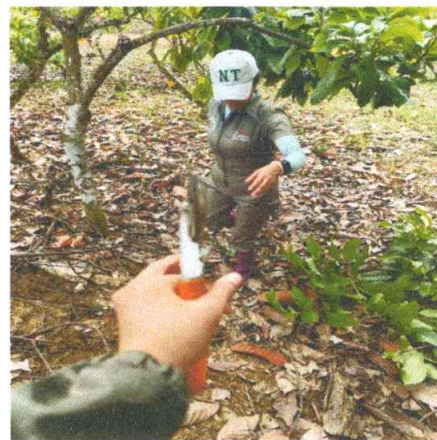
Vera, Y. (2024). *Efecto de la poda de fertilización orgánica y convencional en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en el cantón Naranjal*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VERA%20VELASQUEZ%20YVANN A%20MAYTE.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Detección de patología en el cultivo de cacao.



Anexo 2. Realización de poda de mantenimiento en el cultivo de cacao



Anexo 3. Sicatrisación de cortes tras la poda del cacao.



Anexo 4. Medición de variables experimentales en campo.



Anexo 5. Ejecución de softwares para diseño agronómico e hidráulico.

ETo Penman-Monteith Mensual - untitled

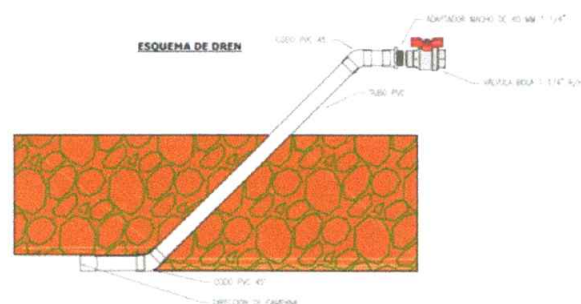
País: Estación:

Altitud: m. Latitud: °S Longitud: °W

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	22.0	31.0	78	194	1.7	11.7	3.30
Febrero	22.0	31.0	83	82	1.9	12.4	2.89
Marzo	22.0	32.0	82	160	2.7	13.7	3.41
Abril	22.0	32.0	79	102	3.5	14.5	3.42
Mayo	22.0	31.0	79	202	2.9	12.8	3.41
Junio	21.0	30.0	79	142	1.7	10.6	2.79
Julio	21.0	30.0	78	243	2.2	11.5	3.28
Agosto	21.0	31.0	76	269	2.6	12.7	3.77
Septiembre	20.0	31.0	75	183	2.9	13.8	3.67
Octubre	21.0	31.0	76	338	2.2	12.8	4.04
Noviembre	21.0	31.0	74	196	1.7	11.8	3.48
Diciembre	22.0	31.0	74	272	2.0	12.0	3.82
Promedio	21.4	31.0	78	199	2.3	12.5	3.44

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	22	31	78	194	11.7	3.3
Febrero	22	31	83	82	12.4	2.89
Marzo	22	32	82	160	13.7	3.41
Abril	22	32	79	102	14.5	3.42
Mayo	22	31	79	202	12.8	3.41
Junio	21	30	79	142	10.6	2.79
Julio	21	30	78	243	11.5	3.28
Agosto	21	31	76	269	12.7	3.77
Septiembre	20	31	75	183	13.8	3.67
Octubre	21	31	76	338	12.8	4.04
Noviembre	21	31	74	198	11.8	3.48
Diciembre	22	31	74	272	12	3.82

	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROM
ETo (mm/día)	3.3	2.89	3.41	3.42	3.41	2.79	3.28	3.77	3.67	4.04	3.48	3.82	4.04
ETo (mm/mes)	102.3	80.92	105.7	102.6	105.7	83.7	101.7	116.9	110.1	125.2	104.4	118.4	
Pp (mm/mes)	92.0	117.0	111.0	60.0	32.0	22.0	3.0	2.0	5.0	3.0	4.0	16.0	
Pe (mm/día)	2.53	3.40	2.95	1.81	0.98	0.71	0.10	0.06	0.17	0.10	0.13	0.50	
Pe (mm/mes)	78.5	95.1	91.3	54.2	30.4	21.2	3	2	5	3	4	15.6	USDA



Anexo 6. *Resutados de producción tras la aplicación de BPA.*

