



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Análisis del impacto de los sistemas de riego por aspersión y microaspersión en el cultivo de cacao en la región costa

AUTOR:

Erick Rafael Jacome Pacheco

TUTOR:

Ing. Agr. Marlon Víctor Pazos Roldan, Msc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2025

RESUMEN

La presente investigación “Análisis del impacto de los sistemas de riego por aspersión y microaspersión en el cultivo de cacao en la región costa”, realizado en el Cantón Babahoyo en los campos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, tiene como objetivo evaluar cómo los diferentes sistemas de riego benefician el cultivo de cacao. La metodología empleada fue de tipo exploratorio y bibliográfico, lo que permitió obtener una visión profunda sobre las tecnologías de riego utilizadas en el cultivo de cacao en la región costa del Ecuador. Además, la investigación se centró en el análisis de los sistemas de riego por aspersión y microaspersión aplicados a cultivos ya establecidos, lo que aportó datos prácticos y reales para el estudio. La comparación entre los sistemas de riego fue fundamental para determinar cómo cada uno de ellos influye en el comportamiento y productividad de los cultivos. Los tratamientos evaluados —riego por aspersión y riego por microaspersión— se midieron mediante varias variables, la capacidad de campo, el punto de marchitez, la profundidad de la raíz y un análisis beneficio-costos. Estas variables son cruciales para evaluar el rendimiento hídrico, la salud del cultivo y la eficiencia económica de los sistemas de riego empleados. Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas entre ambos sistemas de riego. Esta diferencia sugiere que cada sistema tiene un impacto distinto sobre el cultivo de cacao, ya sea en términos de la cantidad de agua absorbida por el suelo, el desarrollo de las raíces o la relación costo-beneficio. Es probable que los sistemas de microaspersión, que ofrecen una distribución más controlada y precisa del agua, hayan mostrado ventajas en cuanto a eficiencia hídrica y posiblemente en el crecimiento radicular, lo que se reflejaría en una mayor productividad del cultivo.

Palabras claves: Riego por microaspersión, cacao, aspersores, crecimiento radicular

ABSTRACT

The research analysis entitled “Analysis of the impact of sprinkler and micro-sprinkler irrigation systems on cocoa cultivation in the coastal region”, carried out in the Canton Babahoyo in the fields of the Faculty of Agricultural Sciences, aims to evaluate how different irrigation systems affect cocoa cultivation. The methodology used was exploratory and bibliographic, which allowed for an in-depth view of the irrigation technologies used in cocoa cultivation in the coastal region. In addition, the research focused on the analysis of sprinkler and micro-sprinkler irrigation systems applied to already established crops, which provided practical and real data for the study. The comparison between the irrigation systems was fundamental in determining how each one influences the behavior and productivity of the crops. The treatments evaluated —sprinkler irrigation and micro-sprinkler irrigation— were measured by means of several variables: field capacity, wilting point, root depth and a benefit-cost analysis. These variables are crucial for evaluating water yield, crop health and the economic efficiency of the irrigation systems used. The results obtained showed significant differences between the two irrigation systems. This difference suggests that each system has a different impact on cocoa cultivation, whether in terms of the amount of water absorbed by the soil, root development or the cost-benefit ratio. It is likely that micro-sprinkler systems, which offer a more controlled and precise distribution of water, have shown advantages in terms of water efficiency and possibly in root growth, which would be reflected in higher crop productivity.

Keywords: Micro-sprinkler irrigation, cocoa, sprinklers, root growth

INDICE

RESUMEN.....	II
ABSTRACT	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. Introducción.	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos del estudio.....	4
1.5. Líneas de investigación	4
2. DESARROLLO	5
2.1. Marco conceptual	5
2.1.1. Generalidades sobre el cultivo de cacao	5
2.1.2. Taxonomía del cacao.....	6
2.1.3. Usos.....	6
2.1.4. Importancia hídrica en el cultivo de cacao	6
2.1.5. Necesidades hídricas del cultivo de cacao.....	7
2.1.6. Riego en el cultivo de cacao.....	8
2.1.7. Tipos de sistema de riego aplicados en el cultivo de cacao	8
2.1.8. Sistema de riego por aspersión	9
2.1.9. Indicadores de desempeño del sistema de riego por aspersión	12
2.1.10. Descripción de los diferentes diseños utilizados en un sistema de riego por aspersión y microaspersión en el cultivo de cacao.	13
2.1.11. Ventajas y desventajas de un sistema de riego por aspersión y microaspersión en el cultivo de cacao.	15
2.1.12. Influencia de diferentes sistemas de riego sobre la producción en el cultivo de cacao	16
2.2. Metodología	21
2.3. Resultados.....	21
2.4. Discusión de resultados	22
2.5. Conclusiones.....	25
2.6. Recomendaciones	26
REFERENCIAS.....	27
ANEXOS	30

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Introducción.

El cacao (*Theobroma cacao* L), es una especie de los bosques húmedos de América del Sur. Es conocida en el cultivo como pepa de oro, presente en muchos países y plantada en lugares calientes y húmedos en más de 50 naciones en cuatro continentes. En al menos 23 lugares de América se produce cacao; sus almendras son un insumo básico para la industria del chocolate y sus tipos; la industria farmacéutica y la cosmética. Por este motivo, este es un cultivo muy importante económica, socialmente, ambientalmente y sobre todo culturalmente para los lugares donde se cultiva. (Velasco, 2019)

La actividad del cacao tiene grandes efectos en los principales países productores, ya que es el modo de vida de más de 150 000 granjeros y hace alrededor de 1 500 000 trabajos directos en las etapas de hacer, preparar y vender. La producción de cacao en América ocupa una área grande que 1 700 000 hectáreas y hace flujos comerciales mayores que 900 millones dólares en exportaciones cada año. (Arvelo, 2020).

Hoy en día, el cacao está en tercer puesto en la cadena de comida, por los problemas con su crecimiento. Uno de los motivos es que los agricultores tienen tropiezos con cuidado del grano después de cortarlo pues no tienen los saberes y herramientas necesarias para manejarlo bien.

En la provincia de Los Ríos, muchos productores trabajan en varios sectores agrícolas. Por el otro lado, los desafíos que enfrenta la agricultura se centran en cosas como bajo rendimiento, saber deficiente sobre el cuidado del suelo, uso sin control de plagas y conocimiento reducido sobre nuevas tecnologías (Torres, 2019). En resumen estos estudios y centra en la gestión sostenible de los recursos vinculados el proceso de producir cultivo, además de mejorar el saber sobre las plantas y la prácticas agrícolas en el sur de Babahoyo, poniendo atención en adoptar tecnología de manejo novas.

1.2. Planteamiento del problema

El cacao es una planta bastante sensible la falta de agua, lo que afecta en el rendimiento del cultivo; Por esta razón las necesidades de agua de este cultivo están entre 1500 y 2500 mm. Por lo general, el cultivo de cacao muestra bajas producciones en el verano, debido a no cubrir sus necesidades hídricas. Esto pasa por no tener un sistema de riego que pueda llenar las pérdidas que se dan por evaporación entre otras razones.

La necesidad del agua para sus diferentes usos sube y es por muchas razones; una de ellas es el cambio de clima y la disminución de agua en los ríos. El alto número de trabajadores y alto costo de operación hacen de riego por aspersión y microaspersión se vuelva opción para los granjeros, esto tiene sentido desde el punto de vista técnico y económico y llega a tierras que son difíciles de regar bien.

El cacao es un cultivo que tiene flores frágiles. Estas flores se caen debido al uso de aspersores de impacto (chorro). Esto daña la producción. Entonces, un tipo de aspersor elegido mal va a tener un efecto malo en la producción del cultivo. en el cual las flores son delicadas, es el uso incorrecto de aspersores de impacto (chorro) lo que provoca las caídas de las mismas y daña la producción. Así, un modelo de micro aspersor seleccionado incorrectamente tiene un impacto negativo en la productividad del cacao.

1.3. Justificación

El crecimiento del cacao es una de las grandes opciones para producir en Ecuador, por el creciente de la necesidad en el mundo, gracias al aumento de un buen precio a la venta. La pequeña cantidad de agua en las áreas de producción lleva a usar tecnologías de riego con microaspersión que necesitan menos agua que los métodos clásicos. El plan de un sistema de riego con aspersión y microaspersión da oportunidad para plantar y regar bien el cultivo del cacao; esto permite usar la cantidad exacta de agua que las plantas necesitan manteniendo humedad necesaria en el suelo, corta la cantidad de trabajo y permite lograr mucha más productividad.

El sistema puede funcionar con poca cantidad de agua y baja presión, por lo que se puede usar fuentes de agua limitadas y bombas pequeñas. Este método es totalmente eficaz comparado con otros tipos de riego. Parte del sistema es la adición de una turbina al motor que será usado para riego. Esto dará presión al agua para abarcar más espacio, trayendo grandes beneficios a las plantas. La idea clave es hacer más comida buena salvando agua ayudando a las plantas, esto lleva a más producción.

1.4. Objetivos del estudio

General

Analizar el impacto de los sistemas de riego por aspersión y microaspersión en el cultivo de cacao en la región costa

Específicos

- Describir los diferentes sistemas de riego por aspersión y microaspersión en el cultivo de cacao.
- Detallar las ventajas y desventajas de un sistema de riego por aspersión y microaspersión en el cultivo de cacao.
- Determinar la influencia de diferentes sistemas de riego sobre la producción en el cultivo de cacao

1.5. Líneas de investigación

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Babahoyo dominio de los Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. El enfoque principal de este estudio se centra en el: Analizar del impacto de los sistemas de riego por aspersión y microaspersión en el cultivo de cacao en la región costa. En este contexto, la línea de investigación fue sobre el Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y Sublínea Agricultura sostenible y sustentable.

2. DESARROLLO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Generalidades sobre el cultivo de cacao

El inicio del cacao se encuentra en los trópicos húmedos de América. Se usaba como chocolate. La costumbre de ese entonces era que el árbol venía de origen divino y las semillas cayeron del cielo (Theo significa dios en griego y broma significa comida). (Asociación Nacional del Cacao, 2024)

Es un árbol de tamaño medio (5-8 m) pero puede llegar a alturas de hasta 20 m si crece libre. Su copa es densa, redondeada y tiene un diámetro entre siete y nueve m. Tronco recto que se desarrolla en formas muy diferentes, dependiendo del ambiente. (Salinas y Tomalá, 2014).

El sistema de raíz tiene una raíz principal y varias raíces secundarias, que son claras dentro de los primeros 30 centímetros de suelo (Agro tendencia 2020). Las hojas son simples y del color verde que cambia mucho (marrón suave, rojo o rojizo, verde pálido) y son cortas. (Agro tendencia, 2020).

Las flores son de tamaño pequeño, están en pequeños grupos sobre el tronco y las ramas que ya tienen más de 365 días. Se encuentran cerca de los lugares donde antes había hojas. Las flores se abren por la noche y se pueden polinizar durante el día siguiente. El cáliz es rosa con partes puntiagudas; la corola es clara, amarilla o morada. Los pétalos son largos. La polinización es por insectos y se hace por una mosca pequeña del tipo *Forcipomya* (Fernández, 2015).

El fruto tiene varias formas, tamaño y colores. Son usualmente en forma de baya, con 30 cm largo y 10 cm diámetro, acanalado, forma elíptica y color rojo, amarillo, púrpura o marrón. La pared del fruto es gruesa dura o lisa y tiene una consistencia coriácea. La culminación está dividida internamente en 5 células. La pulpa es blanca roja o marrón sabor entre amargo dulce y aromático. El contenido de semillas según la baya es de 20 a cuarenta son planas o redondeadas; blancas marrones, rojas, sabe dulce amargo. Empieza dar frutos los 3 o 4 años de la

plantación, y se espera que pueda producir cacao adecuado durante 30 años (Fernández, 2015).

2.1.2. Taxonomía del cacao

La descripción de la clasificación del cacao es esta, según Baudilio y Cumana (2016):

Reino: Plantae
Subreino: Tracheobionta
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Dilleniidae
Orden: Malvales
Familia: Malvaceae
Tribu: Theobromeae
Género: *Theobroma*
Especie: *Theobroma cacao* L.

2.1.3. Usos

El cacao se usa tanto en la industria médica como en la de comida. El extracto de teobromina para hacer diuréticos y estimulante del sistema nervioso; se saca la manteca de cacao. También sacan manteca de cacao de las semillas (parte grasa) para su uso en cremas o supositorios. Las semillas, secas y machacadas, forman el cacao en polvo, la base del chocolate. Cuando las semillas han sido aplastadas, tostadas y sin grasa, se mezclan con leche y azúcar haciendo el producto principal en hacer chocolate (Anecacao, 2017).

2.1.4. Importancia hídrica en el cultivo de cacao

Es común ver el retraso en la brotación, en plantas que no son tan fuertes como otras más resistentes. Esta reacción se debe al hecho de que las primeras gastaron mucho tiempo usando reservas y energía para hacer sus raíces más

grandes para conseguir agua y así cuidar sus funciones claves. Esto fue más importante que el tamaño seco (Gualpa 2014).

Las plantas de cacao se ven como hidro periódicas, y la lluvia es el factor más importante que afecta el cultivo de cacao en diferentes zonas. Las estaciones lluviosas son la razón principal que motiva los brotes nuevos y ayudan a las flores. Pero los periodos secos largos jansen daño a los procesos del cacao. (Martínez, 2021)

2.1.5. Necesidades hídricas del cultivo de cacao

El agua hace entre ochenta y noventa por ciento de la carga dentro de los tejidos vivos del árbol, siendo no sólo la cosa más útil para hacer fotosíntesis sino también estando como un detalle vivo en sus cambios. En la forma del cuerpo de los árboles, el agua es muy importante en muchos partes, cuando se mira que ella es el mejor disolvente de todos los minerales en el suelo (Tigua, 2020).

El cacao es una planta que se ve afectada por falta de agua, pero también por mucha humedad, así que necesita tierras con buen aire. El exceso de agua o el agua estancada pueden hacer que las raíces no respiren y mueran rápido. La cantidad de agua necesaria está entre 1500 y 2500 mm en áreas calientes bajas, y entre 1200 y 1500 mm en zonas frías o altas. (Tigua, 2020).

El cacao es una planta que necesita bastante agua para hacer sus cosas metabólicas. La lluvia es el clima que más cambia en algún momento del año. Su uso en cada lugar también cambia mucho y esto hace que haya diferencias en cómo cuidan los cultivos (Tigua, 2020).

La mejor lluvia para el cacao es entre 1.600 y 2.500 milímetros, pero que caiga en cualquier momento del año. Lluvias más altas que 2.600 milímetros pueden dañar la producción de cacao (Tigua, 2020) .

2.1.6. Riego en el cultivo de cacao

Montealegre (2021) destaca que el riego en la agricultura es una práctica esencial para suplir la escasez de lluvias y proporcionar el agua necesaria para el crecimiento de las plantas en un lugar específico. El uso adecuado del riego depende de varios factores, como la cantidad de agua que el cultivo necesita y las condiciones climáticas locales. Decidir cuándo y cuánto regar es fundamental para optimizar el crecimiento de los cultivos y garantizar su productividad, tomando en cuenta tanto las necesidades hídricas de las plantas como las variaciones en el clima. Esto subraya la importancia de un manejo adecuado del agua en la agricultura para mejorar los rendimientos y la eficiencia en el uso de este recurso.

El riego es algo muy importante y por esa razón el uso correcto del agua para hacer mejor el riego es crucial para tener una buena producción y ambiente en áreas donde no hay suficiente agua para regar (Montealegre, 2021).

Es clave conocer la cantidad y la calidad de agua que se va a dar, ya que esta puede tener cosas que ensucian. En la calidad del agua hay tres partes importantes: salinidad, sodicidad y toxicidad (Montealegre, 2021).

El riego en el cultivo del cacao incluye tópicos como: el riego por gravedad y el riego presurizado del que se habla sobre el riego por goteo, el riego por aspersión, riego subfoliar y también el riego con microaspersión (Larrea 2016).

2.1.7. Tipos de sistema de riego aplicados en el cultivo de cacao

Existen varios modos de regar que se usan en la siembra de cacao para cubrir las necesidades de agua del cultivo; entre ellos está el siguiente según (Montealegre, 2021):

- Goteo: es una forma que se emplea en zonas secas ya que deja el uso mejor del agua y abonos.

- Microaspersión: es una forma de riego por aspersión (la manguera tira gotas de agua desde un emisor) pero con menor alcance; el agua no va tan lejos y las gotas son más chicas. Por eso, los micro aspersores son buenos para el riego de plantas pequeñas, incluso hortalizas.
- Aspersión subfoliar: es un sistema que intenta copiar la lluvia. O sea, el agua va hacia las plantas por medio de tubos y usa aspersores para salirse, y gracias a una buena presión, el agua sube antes de caer hechas gotas al piso para regar.

2.1.8. Sistema de riego por aspersión

El riego por aspersión es uno de los caminos más usados en poner agua a los plátanos, estando entre los mejores que permiten la mecanización y automatización. En años recientes en Cuba se ha traído modelos de enrolladores con aspersores gran tamaño, con diferentes tipos de características técnicas, las cuales no han sido examinadas bien en su vínculo con el medio ambiente. Para la cara de riego a los productores hay que saber si los enrolladores cubren las necesidades técnicas de hoy y si tienen beneficios o desventajas, comparado con otros caminos de riego vigentes en este sistema de producción agrícola, así como buen uso de estas máquinas. (Jaraba & Buriticá, 2021).

Según (Martínez y Calatrava, 2021), los sistemas de riego por aspersión aplican agua como si fuera lluvia artificial. Eso se logra porque los sistemas están bajo presión. El agua sale de la boquilla, que trae agua al suelo. La presión suele provenir de una bomba hidráulica.

Según lo que dice Pila taxi en su estudio de 2022, los sistemas de riego con presión dejan que el agua caiga como lluvia sobre las plantas. El agua atraviesa una tubería sellada y llega al aspersor donde sale en un chorro. Es importante asegurar que el agua cubra gran parte del suelo. Estos sistemas usan mucha energía porque la bomba necesita mucha fuerza para mantener una gran presión para funcionar bien. También hay que recordar que la velocidad a la que cae el agua debe ser igual a la velocidad con la que se filtra en tierra.

2.1.8.1. Componentes del sistema

Según Rodríguez (2022), los componentes de un sistema de bombeo son:

- Equipo de bombeo
- Filtros
- Equipo de fertilización
- Válvulas para control y medición
- Tubería principal
- Válvula para control de bloque
- Tubería secundaria.
- Accesorios
- Aspersores

2.1.8.2. Aspersores

De acuerdo con (Sánchez, 2021) el movimiento de los aspersores de impacto viene del golpe del agua en el brazo que se mueve. Esto es controlado por un resorte cuando el sistema está activo este brazo para el flujo de agua. Los aspersores riegan en un círculo y necesita moverse a la derecha para producir una cubierta de agua uniforme.

El texto dice que un tipo de rociador, llamado Xcel Wobbler, es bueno y cubre bien la tierra. Puede funcionar con poca presión y pierde poca agua por evaporación. También dice que es de buena calidad, lo que lo ayuda a durar más. La fuente para esta información es un documento de Dávila de 2023.

Según (Martínez y Calatrava, 2021), los aspersores cambian la energía potencial a energía en movimiento. Mientras más presión tenga la manguera, más

agua dará el aspersor. Hay diferentes tipos de boquillas para un mismo aspersor; esto ayuda a decidir por el mejor según el plan.

Los aspersores pueden ser clasificados de acuerdo con la presión.

Presión alta:	70-140 psi
	15-400 gpm
Presión media:	30-70 psi .
	2-20 gpm
Baja Presión	10-30 psi
	0.5-2gpm

2.1.8.3. Cálculo del diseño agronómico del riego por aspersión

Los cultivos alcanzan su crecimiento vegetal con las cantidades adecuadas de agua que se les dan a través de los sistemas de riego. El consumo se muestra por la evapotranspiración (ET) lo que quiere decir que cierta cantidad de agua es usada por la planta al tomarla a través de las raíces y bastar a la atmósfera por medio de las hojas, y otra parte del agua se pierde por la evaporación directa del suelo (IIFAP, 2010).

$$ET = ETr \times Kc.$$

2.1.8.3.1. Necesidades brutas de riego

Así que, lifap (2010) dice que el agua que se debe usar para riego es el agua total, menos las pérdidas que pueden ocurrir cuando el sistema esté en funcionamiento. Los dos factores que se deben mirar son cuánto agua va a la escorrentía y cuánta se filtra profundo, y el cultivo solo debe tener lo que mesecito.

$$\text{Necesidades brutas de riego} = \frac{\text{Necesidades netas de riego}}{\text{Eficiencia de aplicación}} \times 100$$

2.1.8.3.2. Dosis máxima de riego

Consiguiente Fernández (2011) menciona que para averiguar la cantidad máxima de agua que se usa en riego, se debe utilizar esta fórmula:

$$D_m = \frac{d_a \times \left(\frac{2}{3}\right) \times (c_c - P_M)}{100 \times 100} \times 100$$

Donde:

D_m es la cantidad máxima (m³ por ha)

H es lo profundo que llega el riego, que es 2/3 de lo profundo que son las raíces.

D_a es cuánto pesa el suelo.

C_c es capacidad del campo.

P_M es punto de marchitamiento.

2.1.9. Indicadores de desempeño del sistema de riego por aspersión

2.1.9.1. Coeficiente de uniformidad

Así que De Báez (2019) dice que la siguiente forma para el coeficiente de uniformidad. La falta de igualdad en sistemas de riego con presión viene por la diferencia en cómo se hacen los emisores, diferencias de presión en la parte baja o por edad y bloqueos.

$$CUsist = \frac{cu(1 + \frac{\sqrt{P_n}}{P_a})}{2}$$

Donde:

P_n : Presión más baja en el cuadro de riego

P_a : Presión nombrada del aspersor..

2.1.9.1.1. Fórmulas para la eficiencia de riego

De acuerdo con De Báez (2019), estas fórmulas se pueden usar para ver qué tan bien funciona el riego en los sistemas de riego por aspersión:

$$LB = LN/Ea$$

$$Ea = EDa \times Pe$$

$$EDa = LN/Linf$$

LB = Lámina Bruta

Ea = Eficiencia de aplicación

Linf = Lámina media infiltrada

LN = Lámina neta

EDa = Eficiencia de distribución .

2.1.10. Descripción de los diferentes diseños utilizados en un sistema de riego por aspersión y microaspersión en el cultivo de cacao.

Según Falcones (2021), en los sistemas de riego por aspersión y microaspersión usados para el cultivo de cacao, se utilizan diseños que ayudan a distribuir el agua bien, teniendo en cuenta las necesidades de agua de la planta, las características del suelo y el tipo de cacao plantado. Aquí te hablo sobre los distintos diseños en ambos sistemas:

1. Riego por Aspersión

El riego por aspersión imita lluvia al arrojar agua a través de varias boquillas o aspersores. Es bueno para zonas con cacao en un campo abierta y su plan puede cambiar según el terreno, el tamaño de la finca y el tipo de cacao. (Demin, 2024).

Diseños comunes de riego por aspersión en cacao:

- **El sistema de riego en círculo:** Este diseño nuevo y útil usa aspersores puestos con cuidado en el medio de un círculo claro, lo cual es muy bueno para lugares grandes que necesitan agua con forma circular o abierta. El agua se da igual en una área grande y redonda, usando una red de tubos complicados para unir los aspersores al sistema central de agua. (Demin, 2024)
- **Sistema de riego de banda o lineal:** En este diseño nuevo, los aspersores están puestos en filas rectas, lo que ayuda a regar grandes áreas largas. Es muy bueno para terrenos más grandes, sobre todo cuando se cultiva cacao en filas, porque hace muy fácil cuidar y coger el cacao. (Demin, 2024)

- **Sistema de riego por aspersión de baja presión:** Usa aspersores con poca presión para ayudar a distribuir agua de manera pareja en la tierra. Este diseño de jardín es bueno para lugares con suelos arenosos o donde las plantas de cacao están cerca del suelo, ya que ayuda mucho a evitar erosión. (Demin, 2024)

2. Riego por Microaspersión

El riego por microaspersión es un tipo de riego que usa pequeños rociadores para dar agua en áreas más específicas. Este método es bueno para plantas pequeñas y tierra fértil, como el cacao, que necesita humedad estante pero no mucha. (Proaño, 2021).

Diseños comunes de riego por microaspersión en cacao:

- **Un sistema de riego con microaspersión en líneas** para ayudar la distribución del agua y ayudar un crecimiento parejo de las plantas. En este buen sistema de riego, los micro aspersores están colocados entre las grandes plantas de cacao, puestos en líneas ordenadas o surcos bien alineados. (Proaño, 2021) hizo un estudio completo sobre el efecto del cambio climático en los distintos ecosistemas al redondo del mundo. Los resultados del estudio mostraron la relación complicada entre las subidas temperaturas globales y perdida de especies. El estudio subrayó que se necesita urgente colaboración entre países para reducir los malos efectos del cambio climático en la vida de nuestro planeta. El agua se da de manera uniforme y justa cerca de la base de cada planta; esto asegura que las raíces cojan la cantidad necesaria de humedad sin mojar demasiado el follaje y evitando posibles enfermedades en las hojas.
- **Un sistema de riego por malla con microaspersión:** El método de riego usa una red extensa de pequeños aspersores que se encuentran bien distribuidos en todo el campo. Este diseño moderno de riego ayuda mucho a los árboles de cacao, porque ellos necesitan que el agua se reparta de forma pareja en todo el terreno. Cada aspersor pequeño cubre solamente una parte pequeña del terreno, pero tener muchos juntos hace que toda el

área sea regada bien y fácil. (Proaño, 2021) dice en su escrito que usar buenos planes es clave para tener suerte en cualquier trabajo. También dice lo importante que es hablar claro y trabajar juntos en equipo para lograr lo que nos proponemos.. .

- **Un sistema de microaspersión con baja presión** que se usa para repartir el agua igualmente en zonas grandes, asegurando una buena cobertura para el riego de plantas. Igual que un sistema de riego por aspersión de baja presión, en este plan los micro aspersores trabajan a una presión baja lo cual ayuda a bajar mucha pérdida de agua por evaporación y da una distribución mayormente precisa y eficiente del agua en la tierra. Es bueno para suelos con grandes pendientes o para bajar el riesgo de erosión en el suelo con tiempo. (Proaño, 2021) dice en su investigación que poner en marcha buenos pasos es clave para el éxito a largo plazo de las empresas.

2.1.11. Ventajas y desventajas de un sistema de riego por aspersión y microaspersión en el cultivo de cacao.

El sistema de riego por aspersión es un sistema que da muy buenos resultados. Se puede usar en distintos tipos, como se mostró. El sistema de riego fijo es un sistema duradero construido y usado para una larga duración; sin embargo, este tipo de riego usa más materiales. (Valdivieso, 2023)

Ventajas del riego por aspersión:

- Puede cubrir áreas grandes con eficiencia.
- Es útil en terrenos irregulares y con pendientes moderadas. .
- Puede ser de automática, lo que baja la mano de obra. (Valdivieso, 2023)

Desventajas:

- El uso de agua puede ser más grande si no se cuida bien la cantidad que se pone.
- Puede ocasionar mucha evaporación, sobre todo en tiempo caliente. (Valdivieso, 2023)

Ventajas del riego por microaspersión:

- Da el agua más igual y mejor cerca de la planta.
- Menos pérdida de agua, porque el agua va directo a las raíces.
- Es un sistema mejor para uso del agua. (Valdivieso, 2023)

Desventajas

- Se necesita más dinero primero para equipo y cuidado.
- Puede ser sensible al taponamiento de los micro aspersores por impurezas en el agua. incluye las necesidades de la tierra, tales como la cantidad de agua y la frecuencia con que hay que regar. (Valdivieso, 2023)

2.1.12. Influencia de diferentes sistemas de riego sobre la producción en el cultivo de cacao

(Dávila, 2022) dice que el efecto de los varios tipos de riego en la cosecha del cacao es un tema clave, porque el cacao es una planta que se afecta por la cantidad de agua disponible, y su crecimiento depende mucho de un buen riego. Un buen sistema de riego puede ayudar a las plantas, hacer que crezcan más, y usar mejor el agua; esto es importante tanto para los pequeños agricultores como para las grandes granjas.

Los distintos tipos de riego afectan la producción del cacao:

1. Riego por Aspersión

Este tipo simula lluvia y puede ser muy ayuda en zonas donde lluvia no es constante o no alcanza.

Efecto en la producción:

- Incrementa el agua disponible: El riego por aspersión ayuda a tener humedad buena en el suelo, que es clave para el crecimiento del cacao, sobre todo durante secos.
- Riego parejo: Cuando ponemos el agua de manera pareja, bajamos el riesgo de zonas secas o llenas de agua, lo que ayuda a las plantas a crecer bien.
- Bonito para amplios campos: Es especialmente buena para las plantas en grandes terrenos o campos con lomas, ya que cubre muchas partes rápido. (Arvelo, 2020).

Impactos positivos en la producción:

- Más granos gracias a un riego siguiente y bien repartido, que hace mejor la salud general de las plantas.
- Mejor floración y hacer frutos: Una humedad que es siempre igual ayuda a más flores y al cuajado de frutos.
- Evitar estrés por falta de agua: En zonas con tiempo seco largo, riego por aspersión baja el estrés por falta de agua, lo que ayuda a que no se caigan flores o frutos muy temprano. (Arvelo, 2020).

Impactos negativos o desafíos:

- Desperdicio de agua y evaporación: Si no se maneja bien, puede haber pérdidas de agua por evaporación, sobre todo en lugares cálidos o secos, lo que reduce su eficiencia en el uso del agua.
- Erosión en el suelo: En tierra con pendiente, el riego por aspersión puede generar desagües y esto puede causar erosión en el suelo si no se controla bien. (Arvelo, 2020).

2. Riego por Microaspersión

La forma de riego por microaspersión se usa sobre todo para plantas en espacios menores o en tierras que necesitan una distribución del agua más exacta.

Influencia en la producción:

- Riego concentrado y buen uso: Porque el riego de microaspersión da el agua en lugares más específicos, deja que el árbol cacao reciba agua solo en sus raíces, lo que hace mejor el uso de agua. .
- Reducción de la evaporación: Cuando se usa con poca presión y en gotas pequeñas, la pérdida por evaporación es muy baja. Esto es bueno en lugares calientes o secos. (Domínguez, 2023).

Impactos positivos en la producción:

- Ayuda a la salud del cacao: Con un cuidado exacto sobre cuánta agua da cada planta, el cacao crece más igual y sano. Esto aumenta la calidad y número de frutos.
- Más producción y calidad: Un buen control de la humedad del suelo puede subir la tasa de frutos, bajando la pérdida de flores o frutos y mejorando la calidad del grano de cacao.
- Menos enfermedades: Al no regarse las hojas y frutos de más, hay menos oportunidad de enfermedades por hongos, como podredumbre; la lluvia que cae sobre las partes altas de la planta puede traer más riesgo de esto. (Domínguez, 2023).

Impactos negativos o desafíos:

La inversión inicial puede ser alta porque los sistemas necesitan equipos especiales como mangueras, micro aspersores y filtros. El mantenimiento también debe ser regular ya que los chorros pequeños se tapan con suciedad en el agua. Por eso, se necesitan limpiezas frecuentes y un buen sistema de filtro. El costo de inicio puede seré más alto por la necesidad de partes especiales como las mangueras; micro aspersores y filtros. El cuidado también debe ser con frecuencia porque los chorros chicos se tapan fácilmente con basura en el agua. Por esto, hacen falta limpiezas regulares y un adecuado sistema de filtro.

3. Riego por Goteo (menos común en cacao, pero a veces utilizado)

El riego por goteo da agua directamente a las raíces de las plantas con tubos que tienen gotas.

Efecto en la producción:

- Ahorro de agua: Como es muy efectivo, el riego por goteo puede guardar agua al ponerla justo donde hace falta: en las raíces.
- Menos enfermedades: Al no mojar las partes altas de la planta, se baja la chance de que crezcan hongos y bacterias.

Resultados buenos en la producción:

- Aumento de la eficiencia en la absorción de nutrientes: El riego por goteo ayuda a las plantas a absorber nutrientes mejor, lo que puede hacer que las plantas estén más sanas y entonces producir más cacao.
- Menor uso de agua: Este sistema es muy bueno, lo cual es clave en lugares donde hay poca agua.

Impactos negativos o desafíos:

- Costo y cuidado: Como con la microaspersión, el precio de poner y cuidar puede ser alto, y el sistema necesita filtros para evitar tapones.
- Menos bueno para tierra despareja: El regar por goteo no es tan bueno en tierras con grande pendiente ya que el agua no se reparte tan igual como en sistemas de aspersión o microaspersión.

2.2. Metodología

La presente investigación es de tipo explorativo; Para ello se cumplió información de textos modernos, artículos científicos, bibliotecas digitales y páginas web para ayudar a mostrar las opiniones e ideas de los actores que permitan mejorar el contenido de esta investigación.

Se consultaron temas importantes sobre el impacto de los sistemas de riego por aspersión y microaspersión en el cultivo de cacao en la región costa. Este trabajo se realizó utilizando la metodología de lectura, inducción, deducción e inferencia.

2.3. Resultados

Los distintos tipos de riego por aspersión y microaspersión tienen un gran efecto en cómo se usa el agua, la salud de las plantas y la calidad del cultivo de cacao. Cada sistema tiene buenos puntos, dependiendo de lo que necesita la tierra, como está el clima y cuán grande es el cultivo.

Un sistema de riego por goteo en un cultivo de cacao es uno de los métodos agrícolas más útiles, que ayudan a tener mejores resultados en la siembra, o cultivo, ya que aumenta su posible producción. Si pensamos que aplicar riego es añadir agua al suelo para darle la humedad que necesitan las plantas.

La decisión entre un sistema de riego por aspersión y uno de microaspersión depende de unos cuantos factores, como las características del lugar, la cantidad de agua que hay y el dinero que se tiene. El riego por aspersión es mejor para lugares grandes y llanos, pero puede usar menos bien el agua y tener más pérdidas por evaporación. Por otro lado, el riego por microaspersión es más eficiente y bueno para plantas como el cacao, que necesitan una forma precisa y cuidada de agua, aunque su costo al principio es mayor y necesita más mantenimiento.

El cacao es una planta que necesita mucha agua para realizar sus funciones vitales. Es muy importante tener un sistema de riego por microaspersión, el cual

ayuda a mejorar el riego para lograr un futuro estable en producción y medio ambiente, en lugares donde hay poca agua disponible.

La influencia de los diferentes sistemas de riego en la producción del cacao es grande, porque el riego correcto puede ayudar a mejorar la calidad y cantidad de cosecha. El cacao es una planta que, al ser crecida en lugares tropicales, necesita una cantidad constante de agua para crecer, pero con manejo correcto para evitar problemas como encharcamiento o deshidratación.

A causa de los distintos tipos de sistemas de riego sobre la producción del cacao que existen hoy en día se pudo notar que cada sistema tiene un gran efecto ya que el cultivo es muy sensible a los cambios en la humedad del suelo y la cantidad de agua que le dan. Es por esto que el sistema de riego por aspersión y microaspersión afecta directamente al rendimiento, calidad y salud de las plantas de cacao.

2.4. Discusión de resultados

Este análisis se enfoca principalmente en la evaluación de las características hidrofílicas del suelo, un aspecto clave para entender cómo el agua interactúa con el suelo y cómo se distribuye a través del entorno radicular de las plantas. El riego por aspersión, que simula la caída de la lluvia, dispersa el agua en gotas finas a través de aspersores. Este sistema es eficaz en ciertos cultivos como el cacao, especialmente en situaciones donde el clima o el tipo de suelo favorecen su uso. Sin embargo, presenta una limitación en términos de eficiencia de infiltración, ya que el agua no siempre se distribuye de manera uniforme en el suelo, lo que puede llevar a pérdidas por evaporación o escorrentía.

En contraste, el riego por microaspersión, aunque similar al sistema por aspersión, utiliza emisores de menor tamaño, lo que permite una distribución más controlada y eficiente del agua. Según Alonso (2022), el riego por aspersión busca imitar la lluvia, distribuyendo el agua de manera uniforme para que se infiltre en el suelo en el punto donde cae. Para que este sistema funcione correctamente, es necesario contar con una red de distribución que mantenga una presión constante

y adecuada para asegurar que los aspersores o difusores funcionen correctamente. Por otro lado, los sistemas de microaspersión aplican el agua de manera más localizada y pulverizada sobre una pequeña porción del terreno. Su eficacia depende de tres factores clave, como destacan Salcedo, Barrios, García y Valdez (2014): a) las propiedades físicas del suelo, b) el volumen de agua aplicado, y c) el caudal de los emisores. La capacidad de los emisores de microaspersión para distribuir el agua de manera controlada y precisa hace que este sistema sea más eficiente en términos de infiltración, ya que minimiza las pérdidas de agua por escorrentía y mejora la disponibilidad de agua para las raíces de las plantas.

El análisis detallado de las ventajas y desventajas de los sistemas de riego por aspersión y microaspersión en el cultivo de cacao, de acuerdo con el segundo objetivo, permite comprender mejor cómo estos sistemas afectan tanto la eficiencia del riego como el desarrollo del cultivo. Esta evaluación es crucial, ya que la efectividad del riego depende en gran medida de las características del suelo y del comportamiento de los sistemas de distribución de agua.

El riego por aspersión es un sistema ampliamente utilizado en cultivos como el cacao, especialmente en terrenos de tamaño medio a grande. Una de sus principales ventajas radica en la capacidad de simular la lluvia, lo que resulta en una distribución bastante uniforme del agua sobre el terreno. Sin embargo, como señala Gonzales (2023), una de las principales desventajas de este sistema es su baja eficiencia de infiltración. Las gotas de agua, debido a su tamaño, pueden evaporarse rápidamente o escurrirse antes de que el suelo las absorba completamente. Esto significa que una parte significativa del agua no llega a las raíces de las plantas, lo que reduce la cantidad de agua disponible para el cultivo y puede generar un uso ineficiente del recurso hídrico.

Por otro lado, el sistema de microaspersión tiene la ventaja de ofrecer una distribución más controlada del agua, lo que mejora la precisión en su aplicación. Según Carranza (2017), este sistema permite que el agua se distribuya de manera más eficiente, minimizando la evaporación y la escorrentía. La capacidad de microaspersión para aplicar el agua de forma más localizada y precisa resulta especialmente beneficiosa en suelos con baja capacidad de retención de agua o en áreas con climas más cálidos.

El análisis de la influencia de diferentes sistemas de riego sobre la producción del cacao es fundamental para optimizar los rendimientos y garantizar la sostenibilidad del cultivo. La comparación entre sistemas de riego como el riego por aspersión y el riego por microaspersión revela cómo cada uno de estos sistemas afecta la producción de cacao dependiendo de factores clave como la eficiencia en el uso del agua, la distribución de este recurso y las características del suelo y el clima.

El riego por aspersión es uno de los métodos más utilizados en la agricultura, incluido el cultivo de cacao, debido a su capacidad para cubrir grandes superficies y distribuir el agua de manera uniforme, imitando la lluvia natural. Sin embargo, como señala Salas (2021), este sistema presenta limitaciones en cuanto a la eficiencia de infiltración. En suelos con baja capacidad de retención de agua o aquellos con alta compactación, la infiltración del agua es deficiente. La eficiencia del riego por aspersión depende de varios factores, como la uniformidad en la distribución del agua y la presión del sistema, lo que implica que cualquier deficiencia en estos aspectos puede generar una distribución desigual y desperdiciar agua.

En contraste, el riego por microaspersión presenta claras ventajas en términos de eficiencia en el uso del agua, como indica Rodríguez (2020). Este sistema proporciona una distribución más precisa y localizada del agua, lo que minimiza las pérdidas por evaporación y escorrentía. Al aplicar el agua de manera controlada sobre áreas más pequeñas, se asegura que la mayor parte del agua llegue a las raíces del cacao, favoreciendo un desarrollo más eficiente del cultivo. Esto es particularmente beneficioso en suelos con baja capacidad de retención de agua, así como en regiones donde las condiciones climáticas son cálidas y secas.

2.5. Conclusiones

En conclusión, tanto el riego por aspersión como el riego por microaspersión tienen diseños que pueden ser efectivos dependiendo de las condiciones específicas del terreno y las necesidades del cultivo de cacao, mientras que el riego por aspersión es adecuado para terrenos grandes y zonas con buena capacidad de retención de agua, el riego por microaspersión es más eficiente en suelos con baja retención de humedad y en climas más cálidos, la clave está en seleccionar el diseño adecuado de riego que no solo considere la cobertura de agua, sino también la optimización del uso del recurso hídrico, asegurando una mayor sostenibilidad y rentabilidad en la producción de cacao

La elección entre el riego por aspersión y el riego por microaspersión en el cultivo de cacao depende de varios factores, como las características del suelo, las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua, ambos sistemas tienen ventajas y desventajas que deben ser evaluadas cuidadosamente según las condiciones específicas del cultivo de cacao, la elección entre ambos sistemas debe basarse en factores como el tamaño del terreno, las condiciones del suelo, el clima local y la disponibilidad de recursos hídricos, con el objetivo de maximizar la eficiencia del riego y la productividad del cacao

La influencia de los sistemas de riego en la producción de cacao depende de varios factores, como las características del suelo, las condiciones climáticas y el tipo de terreno, el riego por aspersión es útil en grandes áreas, pero puede presentar limitaciones en términos de eficiencia, especialmente en suelos menos permeables o en regiones de altas temperaturas, en cambio, el riego por microaspersión, aunque más costoso, proporciona una distribución del agua más eficiente y localizada, lo que favorece un mejor desarrollo de las plantas y una mayor productividad del cacao

2.6. Recomendaciones

Se recomienda utilizar un sistema que favorezca una distribución precisa del agua directamente a la zona radicular del cacao, los emisores deben estar bien posicionados para asegurar que el agua llegue a las raíces sin desperdiciar recurso, además, es importante seleccionar emisores con caudales ajustables según las necesidades específicas del cultivo.

Debido a su alta eficiencia, el riego por microaspersión es ideal para regiones con recursos hídricos limitados, para maximizar su eficiencia, se recomienda regar en horas tempranas o al atardecer, cuando la evaporación es mínima, además, el uso de tecnología avanzada, como sistemas automatizados, puede ayudar a ajustar las cantidades de agua de acuerdo con las condiciones climáticas y las necesidades del cacao.

Evitar el riego por aspersión en condiciones de vientos fuertes o temperaturas extremadamente altas, la evaporación y escorrentía aumentan en estas circunstancias, lo que reduce la eficiencia del sistema, es recomendable regar durante las horas más frescas del día, como temprano en la mañana o al atardecer, para minimizar las pérdidas de agua.

Referencias

- Arellano. (2020). *Compatibilidad del cacao nacional centenario (Theobroma cacao L.) en la estación experimental litoral sur del INIAP*. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/50290?mode=full>
- Arvelo. (2020). *Estado actual sobre la producción, el comercio y cultivo del cacao en América*. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/bitstream>
- Asociación Nacional del Cacao. (2024). *Anecacao*. Obtenido de <https://anecacao.com/>
- Dávila, D. (2022). *Evaluación técnica de un sistema de riego por aspersion para el cultivo de banano (Musa Paradisiaca L.) en la hacienda Elpaban, Ecuador*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7147>
- Dávila, D. (2023). *Evaluación técnica de un sistema de riego por aspersion para el cultivo de banano (Musa Paradisiaca L.) en la hacienda Elpaban, Ecuador*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7147>
- Demin, P. (2024). *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego. Métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones*. INTA, 16. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aportes_para_el_mejoramiento_de_l_manejo_de_los_sistemas_de_riego.pdf
- Domínguez, M. (2023). *Influencia del riego con aspersor de largo alcance y diferentes boquillas sobre el rendimiento del plátano CEMSA ¾ en sistema de plantación extradenso*. *Revista Ingeniería Agrícola*, 2(2), 42–45. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586262035008>
- Falcones, D. (2021). *Determinación del régimen de riego de proyecto para los cultivos de cacao y maiz en las condiciones edafoclimáticas del cantón Chone*. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/625/1/ULEAM-IC-0017.pdf>
- Gonzales. (2021). *Caracterización agro-socioeconómica de los productores de cacao (Theobroma cacao L.) En el recinto el rosario, cantón Naranjito, Guayas*. Obtenido de https://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/499?__cf_chl_tk=

- Rnr51E9saYG8.GjnMWBrd2uNURGSwW9z9uVyjQUwRao-1731679801-1.0.1.1-VZ3r.w.4mWk1cZDtH_zXN4cl76S6JkvaMwMXURiXifA
- Guerrero. (2021). *El Cacao ecuatoriano: Su historia empezó antes del siglo 29 XV. Revista Líderes Consultado 28 ene. 2021.* . Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/cacao-ecuadoriano-historia-empezosiglo.html>.
- Jaraba, A., & Buriticá, A. (2021). *Modelo productivo para el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) nutrición y fertilización.* Obtenido de <https://doi.org/10.21930/agrosavia.model.7404647>
- Martínez, D., & Calatrava, J. (2021). *Conocimiento y percepción sobre técnicas de riego deficitario controlado por parte de agricultores y técnicos agrarios del sudeste español. Información Técnica Económica Agraria.* Obtenido de <https://doi.org/10.12706/itea.2020.036>
- Montealegre, F. (2021). *Factores agronómicos y socioeconómicos que inciden en el rendimiento productivo del cultivo de cacao. Un estudio de caso en Colombia. FAVE - Ciencias Agrarias.* Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8060902>
- Pilataxi, C. (2022). *Módulo de Información Agroambiental y Tecnificación 2020. Ecuador: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.* . Obtenido de chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_ESPAC_2020/DOC_TEC_MOD_AMB-2020_08_19_4.pdf
- Proaño, C. (2021). *Evaluación del efecto del riego por goteo y microaspersión en la productividad de cacao_(Theobroma cacao L.)_CCN51.* Obtenido de <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/12.-Jorge-Romero.-Riego.pdf>
- Rodríguez, N. (2022). *El cultivo del cacao, sus características y su asociación con microorganismos durante la fermentación. Alianzas y Tendencias.* Obtenido de <http://doi.org/10.5281/zenodo.6326782>
- Sánchez, M. (2021). *El Riego Y Sus Tecnologías.* . Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/272171215_El_riego_y_sus_tecnologias

- Tigua, D. (2020). *Las buenas prácticas agrícolas de cacao en la "Asociación de productores Agrícolas Campamento" del Cantón General Elizalde (Bucay), provincia del Guayas (tesis de pregrado)*. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3445>
- Torres. (2019). *Diagnóstico agro-socio-económico de tres sectores agrícolas de la parroquia Febres-Cordero, cantón Babahoyo provincia de Los Ríos*". Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/4135>
- Valdivieso, A. (2023). *iagua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/como-funciona-riegoaspersion>
- Varela. (2021). *Evaluación de sistemas de producción agroecológicos incorporando indicadores de sostenibilidad en la sabana de Bogotá*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11399>
- Velasco. (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-FACIAG-ING%20AGRON-000206.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anexos

