

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

TEMA:

**Evaluación de los sistemas de riego por inundación y
aspersión en cultivos de cacao CCN - 51 en la provincia de
Los Ríos, Ecuador**

AUTOR:

Ayala Jiménez Omar Francisco

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
Ingeniero Agropecuario**

TUTOR

Ing. Triana Tomalá Ángel Antonio, M. sc.

Guayaquil, Ecuador

24 de febrero del 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente **Trabajo de Integración Curricular**, fue realizado en su totalidad por **Ayala Jiménez Omar Francisco**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Agropecuaria**.

TUTOR

f. _____

Ing. Ángel Antonio Triana Tomalá, M.sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.

Guayaquil, a los 24 días del mes de febrero del año 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ayala Jiménez Omar Francisco

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, Evaluación de los sistemas de riego por inundación y aspersión en cultivos de cacao CCN - 51 en la provincia de Los Ríos, Ecuador, previo a la obtención del título de Ingeniero en Agropecuaria, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 24 días del mes de febrero del año 2022

EL AUTOR

f. _____

Ayala Jiménez Omar Francisco



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Ayala Jiménez Omar Francisco**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el **Trabajo de Integración Curricular Evaluación de los sistemas de riego por inundación y aspersión en cultivos de cacao CCN - 51 en la provincia de Los Ríos, Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 24 días del mes de febrero del año 2022

EL AUTOR:

f. _____

Ayala Jiménez Omar Francisco



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

CERTIFICADO URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación de los sistemas de riego por inundación y aspersión en cultivos de cacao CCN - 51 en la provincia de Los Ríos, Ecuador**, presentado por el estudiante **Ayala Jiménez Omar Francisco**, de la carrera de **Carrera de Ingeniería Agropecuaria**, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.



Document Information

Analyzed document	AYALA OMAR Trabajo de Integracion Curricular.docx (D128080821)
Submitted	2022-02-16T23:39:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	omarayala2000@gmail.com
Similarity	0%
Analysis address	noelia.caicedo.ucsg@analysis.urkund.com

Fuente: URKUND - Usuario Caicedo Coello, 2021

Certifican,

Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.
Director Carreras Agropecuarias
UCSG – FETD

Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.
Revisora - URKUND

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a Dios, por permitirme culminar la carrera de manera positiva, por darme las fuerzas en momentos de adversidad, agradezco a mis padres y abuelos que me han apoyado en todo este proceso, a Belén mi Hermana que siempre está al pendiente de como estoy y me va en esta etapa de mi vida, también a mi compañero Jorge que siempre me apoyo en este largo recorrido, finalmente a Martha que siempre estuvo conmigo en momentos que necesite apoyo y me daba las palabras precisas.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi amor y agradecimiento a mis abuelos Patricia y Francisco, que sin ellos no lo hubiese podido lograr.

A mi tía Anel que siempre estuvo pendiente y me apoyo.

A mis padres y hermana por apoyarme y enseñarme el camino hacia la superación.

Mi enamorada y amigos que día a día me enseñaron de la vida a su lado.

Esto es gracias a todos ustedes.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Ángel Triana Tomalá, M. Sc.

TUTOR

Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.

COORDINADOR DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

CALIFICACIÓN

Ing. Ángel Antonio Triana Tomalá, M. Sc.

TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN.....	2
1.1	Objetivos.....	4
1.1.1	Objetivo general	4
1.1.2	Objetivos específicos.....	4
1.2	Justificación	4
1.3	Preguntas de investigación.	5
2	MARCO TEORICO.....	6
2.1	El cacao	6
2.2	Generalidades del sistema de producción del cacao.....	8
2.2.1	El cultivo	8
2.2.2	Plagas y enfermedades comunes en el cacao.....	11
2.3	El riego en la producción de cacao	13
2.4	Sistema de riego	14
2.4.1	Tipos de riego.....	14
2.4.2	Riego por aspersión y riego por inundación en cultivo de cacao.....	18
3	MARCO METODOLÓGICO.....	19
3.1	Unidad de Análisis	19
3.2	Enfoque de la investigación	20
3.3	Tipo de investigación	20
3.4	Alcance de la investigación	20
3.5	Métodos	21
3.6	Técnicas	21
3.7	Instrumentos	21
3.8	Población	23
3.9	Materiales y métodos	23
3.10	Procesamiento de los datos.....	25
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1	Resultados de la encuesta a productores	26
4.2	Resultados del experimento.....	31
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38

7.1 Conclusiones	38
7.2 Recomendaciones	39
BIBLIOGRAFÍA.....	40
ANEXOS.....	45
Anexo 1: Cuestionario de la encuesta.....	45
Anexo 2: Ficha de observación.....	47
Anexo 3: Validación del cuestionario	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características Cacao CCN 51 y Cacao Nacional	8
Tabla 2: Tipo de riego empleado.....	27
Tabla 3: Jornales por hectárea.....	30
Tabla 4: Resultados del experimento	31
Tabla 5: Parámetros estadísticos	32
Tabla 6: Tabla de distribución de frecuencias - Tratamiento Inundación	33
Tabla 7: Cálculo Kolmogorov Smirnov - Datos Inundación.....	33
Tabla 8: Tabla de distribución de frecuencias - Tratamiento Aspersión.....	34
Tabla 9: Cálculo Kolmogorov Smirnov - Datos Inundación.....	34
Tabla 10: Datos para el cálculo de la t Student	35
Tabla 11: Cálculos para determinar el valor crítico y el p-valor	35
Tabla 12: Rentabilidad por hectárea por temporada y tipo de riego	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la hacienda AYABEN	19
Figura 2: Plantas de cacao sembradas por hectárea	26
Figura 3: Motivo por el que se selecciona un tipo de riego.....	28
Figura 4: Producción de mazorcas por Hectárea por tipo de riego	29
Figura 5: Quintales producidos por hectárea por tipo de riego	30

RESUMEN

La investigación se realizó en el sector de Mata de Cacao del cantón Babahoyo, donde se dispuso el análisis de dos sistemas de riego, uno por inundación y otro por aspersión aplicados de manera separada en una hectárea de cacao CCN-51 cada uno. Se planteó como objetivo: Evaluar los sistemas de riego por inundación y aspersión en un cultivo de cacao CCN - 51 en la provincia de Los Ríos, para lo cual se requirió de un estudio documental específicamente en torno a las características del tipo de cacao y los sistemas de riego, así también de un levantamiento de información mediante encuestas a productores cacao CCN 51 del sector, con el fin de conocer el tipo de riego empleado. Se aplicó además el seguimiento mediante una ficha de observación a los dos cultivos para evidenciar el comportamiento de la productividad gracias a cada tipo de riego. Fue necesario un abordaje estadístico sobre los datos levantados haciendo uso de la tabla de frecuencias, cuyos datos permitieron estimar el estadístico de Kolmogorov Smirnov y la t de student. Los resultados evidenciaron que la aplicación de ambos sistemas genera resultados de rendimiento diferente en torno a la producción de mazorcas y cantidad de quintales por cada hectárea, lo que fue luego costado y calculado el precio para finalmente determinar la utilidad generada en cada caso. La evaluación de ambos sistemas de riego permitió evidenciar que, en el sector, el riego por inundación es el más conveniente desde el punto de vista de la productividad, lo permite obtener una mayor rentabilidad al final.

Palabras Claves: productividad, rentabilidad, agricultura, producción, tecnificación.

ABSTRACT

The research took place in Mata de Cacao, in Babahoyo, where it was carried out an analysis of two irrigation systems, one by flood, and other by aspersion, which were applied separately in a CCN-51 cocoa hectare each. The general objective was: To evaluate irrigation systems by flood and aspersion in a CCN-51 cocoa orchard in Los Ríos province, so it was necessary a documental study about the cocoa characteristics and the type of irrigation system, as well as a on field research by surveys to CCN-51 cocoa producers of the sector, in order to meet the type of irrigation system used. It was also applied an observation technique in both orchards to make evidence of the productivity reached thanks to the type of irrigation system applied. A statistical approach was done by designing a frequency table, the data allowed to estimate Kolmogorov Smirnov index and t student. Results showed that the application of both systems generated different production levels in cobs and quintals by hectare, information that was costed and priced to determine the utility for each case. Evaluation of both irrigation systems allowed to make evidence that, in the sector, irrigation by flood is more convenient for the production, so for final profitability.

Keywords: productivity, profitability, agriculture, production, technification.

1 INTRODUCCIÓN

El cantón Babahoyo, ubicado en la provincia de Los Ríos, tiene a la agricultura como principal actividad económica, la misma que genera trabajo y contribuye a la dinámica económica cantonal de manera importante (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Babahoyo, 2019). Son los productos que proceden de las zonas rurales de Babahoyo como: cacao, arroz, plátano, soya, maíz, los que fortalecen la canasta de productos de la provincia y la ubican entre las más productivas a nivel nacional (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Los Ríos, 2019).

La importancia de la agricultura en la economía del cantón, si bien es cierto es muy ventajoso, tiene varios riesgos, dado que depende de externalidades como el clima que afecta a la producción y los aspectos relacionados a los precios de venta del producto en el mercado, cuya volatilidad suele afectar al agricultor.

En el caso del clima, por ejemplo, las condiciones climáticas de Babahoyo se caracterizan por tener una temporada de lluvia opresiva y nublada y una estación seca que a su vez viene acompañada de humedad, y temperaturas altas. Durante estas temporadas la temperatura varía de 22°C a 31°C (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Babahoyo, 2019).

La situación climática, dada la marcada diferencia de acuerdo a la temporada, incide notablemente en los cultivos, lo cual hace necesario que los agricultores planifiquen adecuadamente la manera como enfrentarán sus cultivos cada una de las características climáticas que se presentan durante el año (Hargreaves & Merkle, 2021). Es decir, que ante un clima seco es necesario que se provea a los cultivos de agua desde fuentes alternas a la lluvia, y ante el exceso de lluvia, es importante que exista el drenaje necesario para evitar inundaciones.

Ante la escasez de agua por lluvia, los agricultores en Babahoyo hacen uso del riego para atender las necesidades de la planta y evitar así problemas de crecimiento o afectar su desarrollo. Existen diferentes métodos para irrigar que permiten incrementar la producción de los cultivos, como son el riego por inundación, riego superficial, por aspersión, micro aspersión y goteo (Hargreaves & Merkle, 2021)

El cacao es uno de los cultivos perennes más importantes del Ecuador, con mucha historia e incidencia económica para el país, el cual ha sido internacionalmente reconocido por su calidad, y es uno de los productos que usualmente hacen uso de riego por inundación o aspersión en los cultivos. Provincias como Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas y El Oro lideran la producción nacional de cacao, especialmente la variedad CCN - 51, el cual es atractivo por su productividad (López, 2015). En la provincia de Los Ríos, y especialmente Babahoyo, las plantaciones han crecido de manera importante dada la demanda creciente tanto a nivel nacional como internacional (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Babahoyo, 2019).

El cacao requiere de una provisión de agua suficiente para su desarrollo, siendo entonces necesario que los propietarios de los cultivos consideren la manera más óptima de satisfacer esta necesidad de la planta. Si bien es cierto, en temporada seca no se cubre de manera natural la demanda de las plantas, se aplican técnicas que satisfacen esta necesidad, usualmente de manera empírica, lo cual en ciertas ocasiones genera que en lugar de beneficiar el cultivo lo perjudica.

En el presente trabajo investigativo se realizó un análisis de dos importantes sistemas de riego empleados en el cultivo de cacao CNN - 51, con el fin de seleccionar el que tenga una incidencia más positiva en la productividad, que contribuya en la disminución de la pérdida de producto y evite escases de los elementos nutritivos que requiere la planta, los mismos que se suelen perder por falta de lluvias o lluvias en exceso.

Los sistemas que se analizaron fueron el de riego por inundación y riego por aspersión, los mismos que son muy comunes a nivel de los cultivos de cacao en el cantón Babahoyo, pero que se seleccionan mayormente por tradición y no por un análisis técnico que permita aplicarlo dado el beneficio generado al cultivo.

El experimento se llevó a cabo en dos parcelas seleccionadas dentro de una misma finca cacaotera de Los Ríos, cantón Babahoyo, con el fin de que ambas presenten las mismas condiciones y la comparación de los sistemas de riego empleados se midan en igualdad.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Evaluar los sistemas de riego por inundación y aspersión en un cultivo de cacao CCN - 51 en la provincia de Los Ríos.

1.1.2 Objetivos específicos

- Conocer los aspectos involucrados en la decisión del productor de cacao CCN-51 del sector en estudio respecto al sistema de riego.
- Determinar el nivel de productividad alcanzado en parcelas de cacao CCN-51 de similar tratamiento, pero con sistemas de riego diferente: aspersión e inundación.
- Comprobar mediante el análisis estadístico si existe diferencia significativa en los rendimientos del cultivo según los sistemas de riego aplicados.

1.2 Justificación

La investigación se justificó ante la importancia de decidir correctamente al momento de seleccionar un sistema de riego para las plantaciones de cacao CCN-51 (Gaibor, 2017; Ortíz y otros, 2015), considerando además las

características del sitio y las necesidades reales de la planta, que resulte en una mejor productividad y a su vez incluso mejores ingresos para el agricultor (Albiño, 2020).

El riego es fundamental para el desarrollo de los cultivos, dado que provisiona el agua y con ella los nutrientes que se requieren, sin embargo, hacerlo de manera excesiva o escasa, puede traer problemas irreversibles al cultivo y afectar la productividad. Lo indicado realza la necesidad e importancia de establecer, mediante un estudio comparativo, la manera cómo seleccionar el mejor tipo de riego para un cultivo, en el caso de estudio específico, cacao CCN-51.

1.3 Preguntas de investigación.

- ¿Cuáles son los aspectos involucrados en la decisión del productor de cacao CCN-51 del sector en estudio respecto al sistema de riego?
- ¿Cuál es el nivel de productividad alcanzado en parcelas de cacao CCN-51 de similar tratamiento, pero con sistemas de riego diferente: aspersión e inundación?
- ¿Cuál es el análisis estadístico para comprobar si existe diferencia significativa en los rendimientos del cultivo según los sistemas de riego aplicados?

2 MARCO TEORICO

2.1 El cacao

El cacao es un producto tropical que en el Ecuador se siembra principalmente en la región Litoral y en la Amazonía (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, 2015). Las provincias con las mayores superficies cultivadas son: Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos, existiendo variedades tanto de CCN-51 como el Nacional (León et al., 2016).

Ecuador es reconocido a nivel mundial por su gran participación en el mercado de cacao Fino y de Aroma donde el país produce el 63% del producto comercializado (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, 2015).

De acuerdo a Mosquera (2016), la taxonomía del cacao es la siguiente:

- Reino: *Plantae*
- Tipo: *Magnoliophyta*
- Clase: *Magnoliopsida*
- Orden: *Malvales*
- Familia: *Sterculiaceae*
- Género: *Theobroma*
- Especie: cacao L.

El cacao es un árbol o arbusto semicaducifolio que puede llegar a medir hasta 12 metros de alto, sin embargo, en la actualidad y por motivos de productividad en los cultivos se encontrarán alturas homogéneas de entre 4 y 8 metros. (Dostert et al., 2011).

El árbol de cacao presenta las siguientes características físicas:

Tabla 1: Características del árbol de cacao

Parte el árbol	Característica
Tallo	En su mayoría sin pelos o glándulas (glabro)
Corteza	De color gris o gris oscuro, a veces café oscuro
Ramas	Cafés con cierta vellosidad
Hojas	Aspecto similar al cuero o al papel, con una forma ligeramente ovada y elíptica, con cierta asimetría. Su tamaño oscila entre 17 y 48cm de largo y de 7 a 10cm de ancho. Su pecíolo va de 14 a 27 mm de longitud.
Flores	Pentámeras, hermafroditas, de 10 a 20mm de diámetro con un pedúnculo floral de 1 a 3 cm de largo. Ovario con una longitud de 2 a 3mm, algo pentagonal y pentámero.
Fruto	En mazorca de pared gruesa que puede ser amarilla (Nacional) o púrpura (CCN -51). Con una longitud de 10 a 20cm, alrededor de 7cm de ancho y con un peso aproximado de 200 a 1000gr.interiormente está dividido en cinco celdas.
Pulpa	Contextura babosa, de color que puede ser blanco, café claro o incluso rosa.
Semillas	Color café rojizo, con forma de óvalo, con una longitud de 20 a 30mm, un anchor entre 12 y 16mm y con un grosor de 7 a 12 mm en promedio. El

número de semillas por mazorca oscila entre 20 y 40.

Nota: Se caracteriza al cacao y sus partes incluyendo fruto y semilla.

Fuente: Omar Ayala, a partir de Rincón et al. (2021), Nair (2010) y Dostert et al. (2011).

La polinización del cacao es entomófila, donde destaca la presencia de una mosca de género *Forcipomya* (Giusti, 2012). El árbol de cacao inicia su etapa productiva en promedio a los 3 o 4 años luego de haber sido sembrado, siendo la variedad CCN-51 más precoz para la producción. Un solo árbol de cacao puede producir frutos por 30 años (López, 2015).

2.2 Generalidades del sistema de producción del cacao

2.2.1 El cultivo

2.2.1.1. Variedades de cacao

Existen dos variedades de cacao en el Ecuador, el cacao Nacional fino o de aroma y el cacao ordinario, representado principalmente por el CCN-51 (León y otros, 2016). De acuerdo a Chávez et al. (2019) al crearse la variedad CCN-51 se aportó en el aumento de volúmenes de producción beneficiando al productor industriales nacional y a los exportadores. A continuación, se presentan las principales características de ambos tipos de cacao:

Tabla 2: Características Cacao CCN 51 y Cacao Nacional

Característica		CCN 51	Nacional
Primera cosecha		Segundo año	Tercer año
Producción promedio por hectárea		48 quintales	30 quintales
Resistencia a enfermedades	Escoba de bruja	Tolerante	Resistente
	Monilia	Tolerante	Tolerante
Uso en la industria		Manteca – Textura	Sabor - Aroma

Nota: Caracterización del cacao CCN-51 y el Cacao Nacional ecuatoriano.

Fuente: Elaborado por autor, a partir de ANECACAO (2019) e INIAP (2019)

2.2.1.2. Selección de sitio para la plantación y preparación del terreno

La preparación del suelo donde se sembrará cacao debe ser realizada de manera técnica con el fin de garantizar un beneficio real para el cultivo en lo que respecta al desarrollo de la planta. Es importante considerar las estaciones climáticas del Ecuador, como responderá el cultivo y el terreno al invierno y al verano, las deficiencias en nutrientes, la topografía, entre otros aspectos. De acuerdo a lo evidenciado en el terreno se deberán considerar aspectos como la necesidad de arado, rastrado y surcado, tipo de riego a emplear, fertilizantes, y entre otros (Chávez et al., 2019).

De acuerdo a De acuerdo a información de ANECACAO (2019) una vez listo el terreno y seleccionado el material vegetativo que mejor se adapte al mismo, es importante definir la siembra del producto, es decir la manera cómo se procederá con la ubicación de las plantas de acuerdo al espacio y forma del terreno.

INIAP (2010) recomienda que, independiente del tipo de material, la distancia óptima que debe existir entre cada planta es de 3x3 metros, con una cantidad mínima de 1.111 a 1.200 plantas por hectárea; y, para híbridos de 3 x 4 m para una densidad de 833 plantas por hectárea.

2.2.1.3. Producción de plantas

De acuerdo a información de ANECACAO (2019) el cultivo de cacao se caracterizaba en el pasado por ser sembrado con semillas de libre polinización, donde no se realizaba ninguna selección especial de semillas que se adapten al entorno y a las características del suelo. Lo indicado no favorecía la producción ni la fortaleza de la planta para enfrentar enfermedades.

Actualmente, las diversas investigaciones particulares y de entes oficiales como ANECACAO y el INIAP, ha permitido que exista material vegetativo con características que le permiten adaptarse a los diferentes entornos o regiones

donde será sembrado (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, 2019), aumentando las probabilidades de una mejor productividad, calidad y manejo de enfermedades (Osorio y otros, 2017).

La producción masiva de plantas se realiza en viveros, donde es necesario que la producción de la variedad de cacao sea de primera línea, debido a que su permanencia en el sitio es de 4 a 6 meses, luego de los cuales se los comercializa para ser trasladados y sembrados en la huerta (Pinto, 2012).

2.2.1.4. Prácticas culturales

Las prácticas culturales son aquellas acciones llevadas a cabo en un cultivo para beneficiar la planta, su producción e incluso el cuidado ante enfermedades, siendo estas, por ejemplo: podas fitosanitarias, fertilización, control de hierbas, entre otras (Villamil y otros, 2015).

La poda consiste en una práctica cultural cuyo fin es el de generar el estímulo necesario para el desarrollo de nuevas yemas en la planta, que aumente a su vez la floración y la producción de más frutos (Gutiérrez y otros, 2019).

En lo que respecta al control de hierbas que toman presencia en el cultivo y que pueden afectar el desarrollo de la planta en su juventud, es necesario tomar acción mediante su eliminación, ya sea esta manual mediante herramientas como el machete o equipos como la motoguadaña, o empleando productos especiales químicos u orgánicos para el efecto. El atender situaciones de maleza aporta a que la planta tenga a disposición los nutrientes del suelo solo para ella.

2.2.1.5. Nutrición

Las plantas no necesitan vitaminas o aminoácidos como las personas, se bastan con otros nutrientes, muchos de ellos cogidos del suelo en el que crecen (Fernández y otros, 2016).

Los principales nutrientes que se obtienen mediante el aire y el agua son:

- Oxígeno
- Carbono
- Hidrógeno

Nutrientes que se obtienen del suelo:

- Nitrógeno (favorece la formación de hojas)
- Fósforo (para la floración y fructificación)
- Potasio (esencial para las plantas jóvenes)

Los fertilizantes que se utilizan deben aportar, como mínimo, estos nutrientes a las plantas. Los nutrientes que se seleccionan pueden ser clasificados en dos categorías:

- Nutrientes primarios: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), en adelante “NPK”.
- Nutrientes secundarios: Calcio (Ca), Azufre (S) y Magnesio (Mg);
Oligonutrientes o micronutrientes: normalmente se encuentran en el suelo en cantidad suficiente para las plantas, sólo se usan en caso de carencia (Fernández y otros, 2016).

2.2.2 Plagas y enfermedades comunes en el cacao

El cacao, como todo cultivo, es vulnerable a plagas y enfermedades que de controlarse pueden afectar significativamente la producción e incluso poner en riesgo toda la plantación (Sánchez y otros, 2015). En la provincia de Los Ríos, la moniliasis (Villavicencio & Jiménez, 2010) y la escoba de bruja (Quiroz & Amores, 2002) son las enfermedades más comunes, con presencia además de insectos.

Moniliasis

La moniliasis es considerada una enfermedad que afecta de gran manera no solo a cultivos de cacao en el Ecuador, sino que se puede esparcir en centro y sur américa (Aime & Phillips-Mora, 2005). Institutos especializados en la investigación agrícola manifiestan que el hongo que genera la enfermedad ha sido diseminado por el hombre (Phillips-Mora & Wilkinson, 2007) y se mantiene activo en las plantaciones de cacao, lo cual hace imperativo el cuidado preventivo (Cadena, 2020)

La Moniliasis afecta el fruto del cacao pudiendo causar perjuicio de hasta un 80% en la productividad de las huertas en el Ecuador (Oliveira & Luz, 2005; Ramírez, 2008).

Escoba de bruja

La escoba de bruja es una enfermedad presente en la región tropical de América, que puede generar afectación hasta al 90% de la producción de las plantaciones (Meinhardt y otros, 2008; Almeida y otros, 2009), habiendo reportes de pérdidas totales que requieren acciones drásticas para recuperar el suelo (Griffith y otros, 2003).

El Ecuador tiene una grave historia con la escoba de bruja, dado que, en la década de los años 20 del siglo pasado, destruyó alrededor del 70% la producción (Meinhardt y otros, 2008).

Insectos

Los insectos afectan al cacao en varios momentos incluyendo la floración, donde su presencia puede producir el aborto en la formación del fruto y afectar directamente a la producción. Es conocido que en Ecuador existe una menor presencia de insectos dañinos en invierno y una mayor en verano (Cadena, 2020).

Como tratamientos preventivos a este tipo de plagas se suelen emplear áfidos y hormigas, o tratamientos como T1 Trampas amarillas y T2 Sin trampas (Cadena, 2020).

2.3 El riego en la producción de cacao

El árbol de cacao demanda entre 1.500 y 2.500mm de agua en zonas secas, y entre 1.200 y 1.500mm en zonas con humedad, datos que son importantes de considerar al momento de analizar el terreno y definir el tipo de riego a implementar. Los beneficios de sistema de riego adecuado se enmarcan principalmente en el nivel de producción de la planta, pudiendo pasar de 25 quintales por hectárea en sitios con riego clásico, a 40 quintales gracias a la tecnificación del riego, con mejores resultados al complementarlo con podas fitosanitarias y fertilización (León et al., 2016).

Es importante que complementario al análisis del suelo y el clima donde se sembrará el cacao, se analice la variedad a cultivar, dado que muchas veces la cantidad de agua dependerá de aquello, así como también de su edad, el viento, la humedad del ambiente, estación climática, etcétera (Aveiga, 2017)

Un adecuado diseño del sistema de riego contribuye en el desarrollo y producción del cultivo de cacao, ya sea este por inundación o por aspersión, teniendo ambos beneficios que considerar. El riego por inundación corrige la escasez de agua en regiones secas; el riego por aspersión garantiza una cobertura adecuada para cada planta siempre y cuando se seleccione correctamente los aspersores a emplear (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, 2015).

El agricultor debe observar siempre el comportamiento de sus plantas y el estado del suelo, con el fin de analizar las necesidades de agua e incluso determinar el mejor sistema de riego, el momento en el día en el cual regar, el

tiempo el volumen, y más (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, 2015).

2.4 Sistema de riego

El sistema de riego es una combinación de muchos componentes, de los que la tubería por supuesto es un componente importante, pero igualmente lo son los accesorios de todo tipo que hacen que el sistema trabaje, por lo cual es importante conocer los elementos que cada tipo de riego requiere según las características de la plantación (Faci & Playán, 2019).

2.4.1 Tipos de riego

2.4.1.1 Riego por aspersión

El riego por aspersión hace uso de la presión para provocar una lluvia pareja que motive la penetración del agua en el sitio de caen las gotas (Valdivielso, 2020). Se selecciona el sistema de riego por aspersión con el fin de controlar las dosis de riego necesarias para determinado terreno, su aplicación es sencilla y permita combinarlo con fertilizantes y otros productos beneficiosos para el cultivo (Valdivielso, 2020)

Los principales tipos de riego por aspersión son:

- Estacionarios, que incluyen entre sus tipos los sistemas:
 - o Semifijos: que utilizan tuberías móviles.
 - o Semifijos: que emplean tubería inamovible.
 - o Fijos: que se entierran en el suelo.
 - o Fijos temporales aéreos.
 - o Desplazables: que permiten moverse continuamente.
- Ramales desplazables: que puede a su vez moverse de manera circular mediante un pivote, de manera lateral con movimientos frontales, y mediante dos alas que son transportadas de un lado a otro.

- Aspersor gigante: que utilizan cañones que se pueden mover o enrollar para realizar el trabajo de riego (Valdivielso, 2020).

Para un adecuado riego por aspersión se requieren los siguientes elementos:

- a. Bomba de agua: con el fin de satisfacer la necesidad de suministro de agua por gravedad. Es importante tener la información exacta de caudal, número de aspersores y distancia mínima entre ellos.
- b. Tuberías: necesarias para la distribución del agua hacia la planta. Es importante que el material de las tuberías permita que soporten la presión del agua.
- c. Hidrante: es la toma de agua que permite la conexión con tuberías, aspersores para iniciar el riego.
- d. Llave de regulación: permite controlar el caudal de agua y su presión durante el proceso de riego.
- e. Tubería ramal de riego: cumple la función de pivote y va ubicada en el aspersor, girando alrededor de una base.
- f. Aspersor: elemento que se encarga de la distribución del agua en una superficie (Guerra, 2009)

- Tipos de aspersores

Existen varios tipos de aspersores que se adaptan a las necesidades del terreno y del cultivo (Cisneros, 2003), como, por ejemplo:

- Micro aspersores: empleado para riego de precisión, planta por planta o un conjunto de plantas (Reyna, 2000).
- Burbujeadores: utilizados en árboles que requieren mayores cantidades de agua (Reyna, 2000).

- Rociadores: mayormente empleados en áreas pequeñas, como viveros. (Saltos, 2011).
- Rotores de medio alcance: se caracterizan por ser ajustables y permitir rangos pequeños y grandes de alcance y giro de 360° (Cisneros, 2003). La gran mayoría de los modelos pueden operar con Aguas Tratadas, es decir aquella que ha sido expuesta a productos que aporten a la eliminación de microorganismos perjudiciales para la salud, tanto de personas como de plantas o animales (Broschek, 2016).

2.4.1.2 *Riego superficial*

El riego superficial permite el suministro de agua al cultivo que complementa al proveído por la lluvia, lo cual aporta a su desarrollo (Cisneros, 2003). Son varios los tipos de riego por superficie existentes, pero los más empleados son los siguientes:

- Riego por inundación o gravedad

En este caso, el tablar, que es el conjunto de tablas de madera empleadas para cubrir determinada área (Real Academia de la Lengua Española, 2014), se rodea en su totalidad de un dique, siendo necesario nivelar el suelo a pendiente cero (Faci & Playán, 2019).

- Riego por escurrimiento libre

A diferencia del riego por inundación, el escurrimiento libre si maneja pendientes, por lo cual se requiere que los tablares presenten una caída longitudinal y una salida de agua libre en su parte inferior, dado que el agua se provee desde la parte alta (Faci & Playán, 2019). La pendiente del suelo deba contribuir al recorrido que hace el agua por el tablar (Van Iersel y otros, 2016).

- Riego por escurrimiento en tablares cerrados

Combina el riego por inundación y el escurrimiento libre, mediante el uso de tablares alargados, con una pendiente longitudinal, pero sin salida de agua, por lo que el control del agua es necesario para evitar su acumulación exagerada o escasa provisión (Faci & Playán, 2019).

- Riego localizado o por goteo

Se lo considera entre los sistemas de mayor eficiencia dado que permite una provisión uniforme y continua de agua en gotas si tensionar la zona radicular de la planta. Gracias al goteo continuo se logra humedecer hasta 30 cm por debajo de la superficie de acuerdo al suelo, lo que permite un uso eficiente de agua e incluso fertilizantes, siempre y cuando su administración sea correcta (Lecaros, 2011).

2.4.1.3 *Sistema de riego de precisión*

Cualquier cultivo, en mayor o menor medida, necesita agua para su subsistencia; sin embargo, en algunas zonas el agua que provee la naturaleza por medio de la lluvia es insuficiente para cubrir la demanda de las plantas (Cisneros, 2003). Por eso existe el riego de precisión, un conjunto de técnicas que abogan por un uso racional del agua que permita mantener la salud y el rendimiento de los cultivos sin desperdiciar nada de este valioso recurso (Arroyo, 2015; Earth Observing System, 2021).

El riego por precisión es la manera cómo los agricultores se benefician del manejo heterogéneo y óptimo de los recursos en su unidad productiva, gracias al uso eficiente de tecnologías (Hurtley & Killian, 2004).

2.4.2 Riego por aspersión y riego por inundación en cultivo de cacao

De acuerdo a las investigaciones de Aveiga (2017) y Mora (2019), donde hacen un análisis tanto del sistema de riego por inundación como el sistema de riego por aspersión para el cultivo de cacao, es importante para el productor considerar la tecnificación de sus cultivos, priorizando el riego por aspersión, dado que el mismo contribuye a un mejor uso del recurso hídrico y genera una mayor productividad del cultivo.

El agua es vital para el desarrollo de la planta y los nutrientes que esta provee son necesarios para un adecuado proceso productivo, por lo que es necesario que los productores procuren garantizar que los sistemas de riego empleados sean eficaces lo que, de acuerdo al autor, se logra con el sistema de riego por aspersión (Aveiga, 2017).

Aveiga (2017) manifiesta que si bien es cierto el sistema de riego por inundación es un método tradicional y que no requiere una inversión inicial fuerte, como si resulta en el sistema por aspersión, es este último el que garantizará un mejor uso del agua de acuerdo al cultivo y al tipo de suelo, lo que permitirá tener un cultivo controlado y garantizar así la producción.

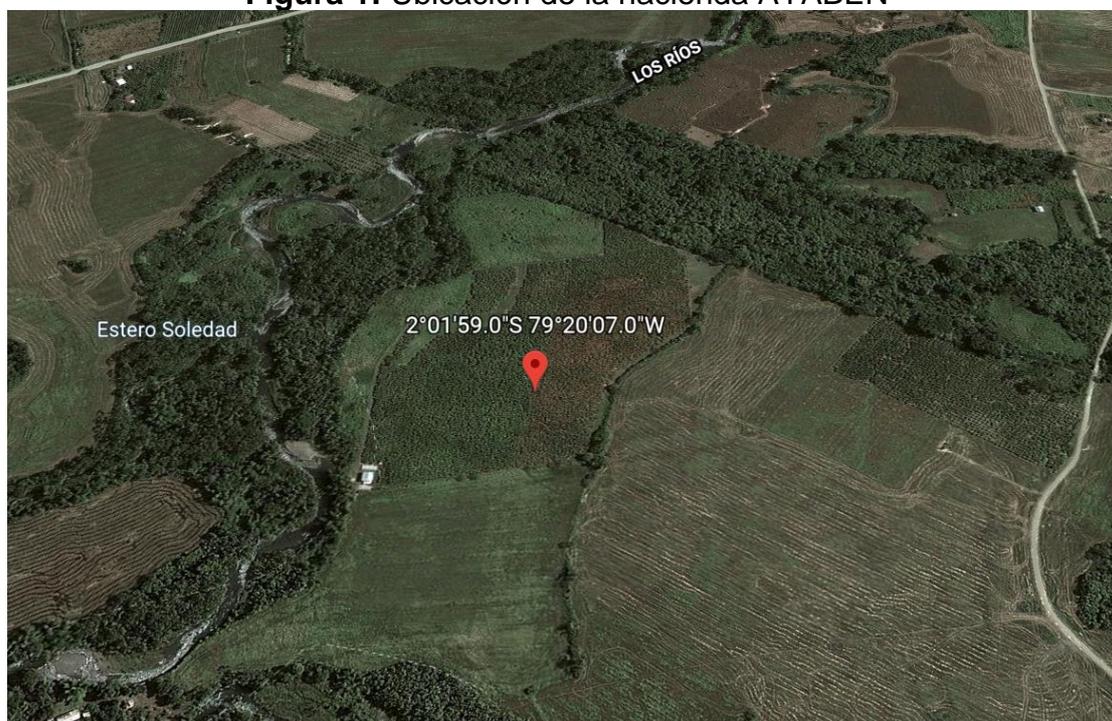
Sin embargo, desde instituciones como ANECACAO (2015) e INIAP (2019) se considera que ambos tipos de riego son beneficiosos para el cultivo, siempre y cuando se hayan considerado dentro del análisis previo su selección factores como el tipo de suelo, clima, humedad, tipo de producto, etc.

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Unidad de Análisis

La investigación se desarrolla en la Hacienda AYABEN, ubicada en el kilómetro 6 de la vía Mata de Cacao – La Soledad, Recinto Mata de Cacao de la parroquia Febres Cordero del cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos. A continuación, el mapa con la imagen satelital y las coordenadas de la hacienda:

Figura 1: Ubicación de la hacienda AYABEN



Nota: Imagen satelital del sitio donde se ubica la Hacienda en estudio.

Fuente: Google Earth (Google , 2022)

En la hacienda se produce cacao CCN – 51, y existen además cultivos esporádicos de banano y diversos árboles frutales, característica que se presenta en las demás haciendas del sector.

La zona rural en la que se encuentra la hacienda no tiene acceso al sistema público de agua potable, por lo que se obtiene la misma extrayéndola de un pozo profundo con una bomba de agua. El agua extraída es empleada para el riego de los cultivos y para uso de labores de limpieza, cocina, y demás.

3.2 Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación fue cuali - cuantitativo, dado que se requería contar con información que provenga tanto de fuentes primarias como secundarias, que contribuyan a fundamentar la problemática y guiar al investigador en el adecuado diseño y ejecución del estudio (Alan & Cortez, 2017).

El diseño fue experimental, evaluando el comportamiento de los rendimientos de dos cultivos de cacao a los que se les aplicaron métodos diferentes de riego, uno por inundación y otro por aspersión, con el fin de determinar cual tiene más beneficios en la productividad del cacao (Aleaga, 2015).

3.3 Tipo de investigación

Por otra parte, se empleó el tipo de investigación fundamentación teórica, como lo aplicó Guerra (2009), para establecer las bases bibliográficas que fortalezcan los conocimientos respecto a la temática, y aporten en la discusión de los resultados de la experimentación realizada.

Finalmente, el tipo Investigación – Acción fue utilizado por la necesidad de no solo profundizar los conocimientos teóricos en cuanto al riego y el cultivo de cacao, sino también experimentar por cuenta propia la mejor interacción entre ambos y poder así generar conclusiones que nazcan de la comprobación y que aporten a la ciencia (Aleaga, 2015).

3.4 Alcance de la investigación

El alcance de la investigación fue mayormente descriptivo, dado que fue necesario caracterizar el problema, sus causas y posteriormente los resultados de la investigación y la propuesta de solución.

3.5 Métodos

Los métodos utilizados en la investigación fueron:

Método analítico – sintético: Empleado principalmente para conformar el marco de referencia teórica, mediante la investigación y revisión de estudios realizados en el pasado en torno al riego y al cacao

Método Histórico – Lógico: Fue importante en el análisis de los antecedentes de la investigación, que fueron referentes importantes para direccionar el estudio de una manera original.

Método exploratorio: Aplicado dada la necesidad de levantar datos de fuentes como los agricultores o expertos en riego, que aporten con su experiencia al estudio.

3.6 Técnicas

Entre las principales técnicas empleadas estuvieron:

Encuesta: Aplicada a 27 productores de cacao CCN - 51 del recinto Mata de Cacao, con el fin de conocer el método de riego empleado y los beneficios o problemas que estos han generado al cultivo de cacao.

Observación directa: Ejecutada durante el experimento en la finca, ante la necesidad de evidenciar la manera como el riego utilizado incide en la productividad de la planta de CCN - 51.

3.7 Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron se escogieron de acuerdo a las técnicas aplicadas:

Cuestionario: Diseñado y aplicado para la encuesta a una población de 27 productores de cacao CCN - 51 del sector. Estuvo conformado por seis preguntas cerradas. Y fue validada por un profesional con conocimientos en investigación (ver Anexo 3). La encuesta se aplicó al 100% de la población indicada dado que la misma era reducida.

Ficha de observación: La cual se diseñó y utilizó durante las visitas al cultivo para dar seguimiento tanto a la parcela con riego por inundación como a la parcela con riego por aspersión. La ficha (ver anexo 2) incluyó aspectos como:

- Superficie de estudio
- Turno de riego (días de riego)
- Inversión inicial por hectárea
- Consumo de agua por semana mm
- Consumo de agua anual mm
- Quintales por ha (cosecha total)
- Horas de riego a la semana
- Promedio de mazorcas por planta (junio - enero)
- Jornales
- Valor mensual total en jornales
- Días laborados por jornal a la semana

Aspectos que fueron observados y registrados en la ficha y que permitieron generar un estudio comparativo descriptivo muy importante para luego proceder a realizar los cálculos financieros para identificar la parcela más rentable.

La ficha se aplicó a las dos parcelas y a la muestra de 291 plantas en cada una de ellas.

3.8 Población

La población de estudio está conformada por 27 agricultores que cultivan cacao CCN - 51 en el sector de influencia del proyecto como es el Recinto Mata de Cacao del cantón Babahoyo (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Los Ríos, 2019). Al ser una población reducida se procedió a encuestar al 100% de los mismos,

3.9 Materiales y métodos

En la experimentación fue necesario que cada hectárea cuente con 1.200 plantas de CCN 51 de la misma edad, sembradas a una distancia de 3mts x 3mts. El suelo fue tratado de manera uniforme previo a la siembra de las plantas, y el manejo del cultivo fue el mismo hasta antes de dar inicio a la investigación. La plantación tenía una edad 5 años.

Como se indicó en el apartado de los instrumentos de investigación, se empleó la encuesta para 27 agricultores de cacao CCN 51 del sector y la ficha de observación para el monitoreo de la parcela con riego por inundación y la que tienen riesgo por aspersion.

Los resultados de lo observado se ingresaron en una base de datos que permitió realizar cálculos estadísticos en torno a:

- Media

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_n}{N}$$

- Desviación

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

- Valor Mínimo

Min = (búsqueda dato menor)

- Valor Máximo

$$\mathbf{Max = (búsqueda\ dato\ mayor)}$$

- Rango

$$\mathbf{r = valor\ máximo - valor\ mínimo}$$

- Número datos

$$\mathbf{n = contar\ datos}$$

- Número de intervalos sturges

$$\mathbf{K = 1 + 3,3 \cdot \log N}$$

- Número de intervalos de raíz de n

$$\sqrt{n}$$

- Tamaño del intervalo

$$\mathbf{ti = \frac{rango}{Número\ de\ intervalos\ de\ raíz\ de\ n}}$$

- Estimador de Kolmogorov Smirnov

$$\mathbf{D = max \{(F_0 - F)\}}$$

- Grados de libertad

$$\mathbf{n = contar\ datos}$$

- Varianza común

$$S_c^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

- T student

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_c^2}{n_1} + \frac{S_c^2}{n_2}}}$$

- Grados de Libertad

$$gl = (n_1 + n_2 - 2)$$

3.10 Procesamiento de los datos

Para el procesamiento de los datos se realizó una base de datos de los resultados de la encuesta a los 27 productores que permitió tabular y graficar para luego interpretar la información obtenida y poder, a partir de ahí establecer la discusión respectiva.

En el caso de la observación a las parcelas, se procedió a realizar el levantamiento de datos que evidencien la productividad alcanzada de acuerdo al tipo de riego aplicado, tanto en la parcela con riego por aspersión como en la de riego por inundación.

Para el análisis de la productividad se realizaron dos acciones, la primera consistió en tomar una muestra al azar de plantas de cacao de cada parcela y realizar un conteo de mazorca, y la segunda respondió a la cantidad de quintales de cacao producidos en cada parcela.

La muestra de plantas para el conteo de mazorcas se obtuvo de la aplicación de la fórmula de Fischer y Navarro (1996) a una población de 1200 plantas en cada parcela, dando como resultado lo siguiente:

N	1200
P	0,5
Q	0,5
E	0,05
Z	1,96
N	291,18

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N-1) + (Z^2 * p * q)}$$

Se realizó el conteo de mazorcas de manera aleatoria a 291 plantas en cada parcela.

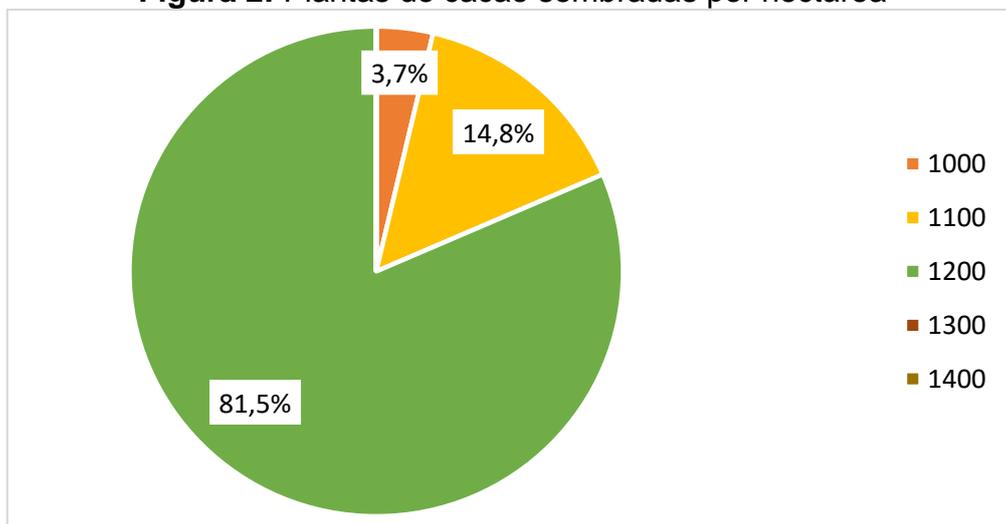
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de la encuesta a productores

Los resultados de la encuesta a los 27 productores de cacao CCN 51 de la zona demostraron que existen coincidencias en el proceso de cultivo, mientras que en lo que respecta al riego las decisiones tomadas por los agricultores se dividen.

Así, por ejemplo, como lo demuestra la Figura 2, la gran mayoría de agricultores de cacao CCN 51 de la zona siembran 1.200 plantas por hectárea, para lo que establecen un espacio de separación entre planta de 3x3 metros, la cual aplica el 100% de los encuestados.

Figura 2: Plantas de cacao sembradas por hectárea



Nota: Datos respecto a la cantidad de plantas de cacao sembradas en cada hectárea.

Fuente: Omar Ayala, a partir de resultados de las encuestas a productores de cacao CCN 51 de Mata de Cacao

Sin embargo, se pudo constatar que al decidir el tipo de riego a emplear para el cultivo, la gran mayoría prefiere riego por aspersión, seguido por riego por gravedad o inundación y finalmente riego por precisión, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 3: Tipo de riego empleado

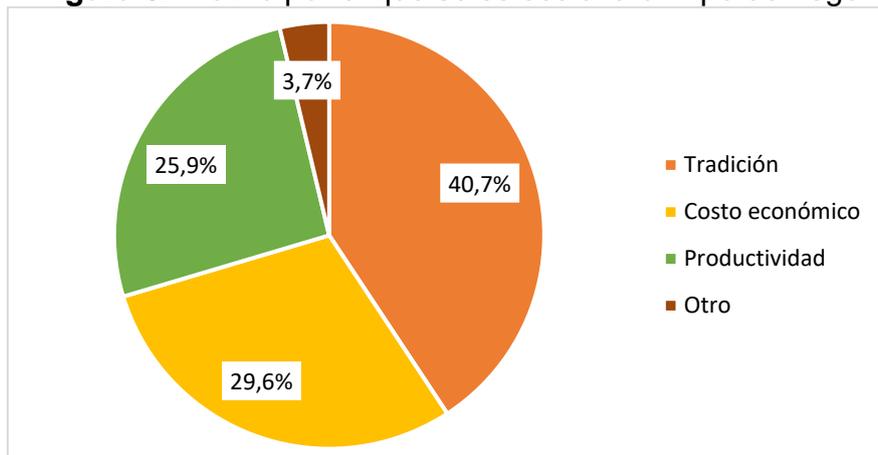
Tipo de riego	Cantidad	Frecuencia
Gravedad o Inundación	9	33,3%
Aspersión	17	63,0%
Precisión	1	3,7%
Otro	0	0,0%
Total	27	100,0%

Nota: Datos respecto al tipo de riego empleado por los productores de cacao de la zona.

Fuente: Omar Ayala, a partir de resultados de las encuestas a productores de cacao CCN 51 de Mata de Cacao

Los agricultores manifestaron en su mayoría que es por tradición que aplican un determinado tipo de riego (40,7%), es decir, porque así lo hacían sus padres y abuelos. Otro grupo toma la decisión por economizar, es decir eligen el tipo de riego más económico (29,6%) que en este caso sería el de gravedad o inundación. Lo indicado demuestra que el 70,4% de los productores de la zona no realiza un estudio técnico que le permite decidir el mejor tipo de riego para su cultivo.

Figura 3: Motivo por el que se selecciona un tipo de riego



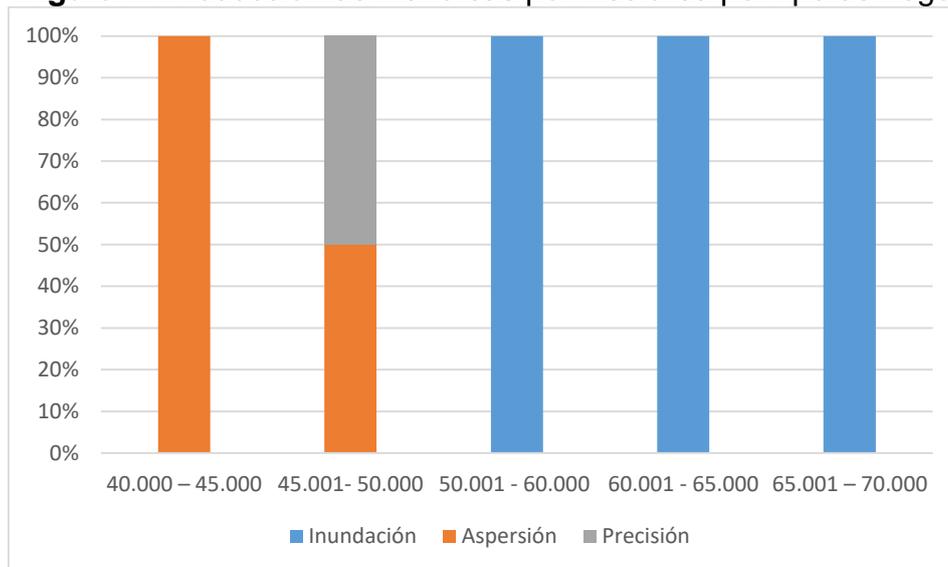
Nota: Resultados respecto a la razón por la cual los productores eligen determinado sistema de riego.

Fuente: Omar Ayala, a partir de resultados de las encuestas a productores de cacao CCN 51 de Mata de Cacao

La efectividad de determinado tipo de riego se puede medir de acuerdo a la productividad de la huerta, es así que se toma como indicador la cantidad de mazorcas por planta en promedio cosechada y el total por huerta, así como también los quintales de cacao en grano obtenidos al final por hectárea.

Como se puede apreciar en la figura 4, los agricultores que han empleado riego por inundación cosechan un mayor número de mazorcas de sus huertas en una temporada de 8 meses, que aquellos que han empleado otro método de riego.

Figura 4: Producción de mazorcas por Hectárea por tipo de riego

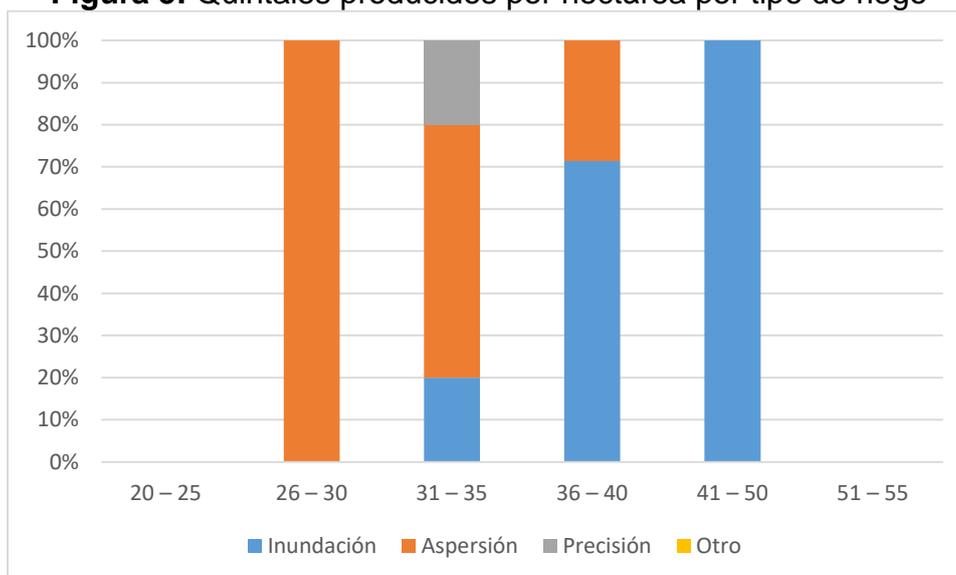


Nota: Información de la cantidad promedio de mazorcas producidas en las hectáreas de cacao.

Fuente: Omar Ayala, a partir de resultados de las encuestas a productores de cacao CCN 51 de Mata de Cacao

Al existir mayor producción de mazorcas se espera que exista una mayor producción de granos de cacao, lo cual se traduce en un mayor número de quintales por hectárea. Es así que, de acuerdo a la información de los productores de la zona, se evidencia que el riego por inundación genera mejor productividad por hectárea en comparación a tipos de riego como el de aspersión y de precisión. Lo evidenciado fue posteriormente contrastado con los datos obtenidos de la experimentación propia del investigador en un cultivo de CCN 51 (ver epígrafe 4.2), en el cual se empleó riego por inundación en una hectárea y riego por aspersión en otra.

Figura 5: Quintales producidos por hectárea por tipo de riego



Nota: Información de la cantidad promedio de quintales producidos en cada hectárea de cacao.

Fuente: Omar Ayala, a partir de resultados de las encuestas a productores de cacao CCN 51 de Mata de Cacao

Fue importante la información levantada en cuanto a la cantidad de jornales empleados por tipo de riego, evidenciándose que es necesario un mayor número de trabajadores por hectárea en el riego por inundación, lo cual pone en manifiesto la necesidad de medir la productividad junto con la rentabilidad generada por el cultivo.

Tabla 4: Jornales por hectárea

Jornales por hectárea	Cantidad	Frecuencia
1	12	44,4%
2	14	51,9%
3	1	3,7%
4	0	0,0%
Total	27	100,0%

Nota: Información de la cantidad de jornales en las parcelas.

Fuente: Omar Ayala, a partir de resultados de las encuestas a productores de cacao CCN 51 de Mata de Cacao

4.2 Resultados del experimento

La información levantada evidenció la productividad generada por ambos tipos de riego, destacando el promedio de mazorcas por hectárea y los quintales por hectárea en el espacio al que se le aplicó riego por inundación, lo cual valida lo indicado por los agricultores de la zona que hacen uso de este, quienes indican que por medio del riego por inundación la parcela es más productiva.

Tabla 5: Resultados del experimento

Datos	Inundación	Aspersión
<i>Superficie de estudio</i>	1 ha	1 ha
<i>Turno de riego (días de riego)</i>	Toda la semana (junio - enero)	Toda la semana (junio - enero)
<i>Inversión inicial por hectárea</i>	\$ 490.5	\$ 1.000
<i>Consumo de agua por semana mm</i>	30mm	15mm
<i>Consumo de agua anual mm</i>	960mm	480mm
<i>Quintales por ha (cosecha total)</i>	42	35
<i>Horas de riego a la semana</i>	15	14
<i>Promedio de mazorcas por planta (junio- enero)</i>	55	35
<i>Jornales</i>	2	1
<i>Valor mensual total en jornales</i>	\$200	\$100
<i>Días laborados por jornal a la semana</i>	5	5

Nota: Información levantada del comportamiento del cultivo en las dos parcelas analizadas.

Fuente: Omar Ayala, a partir de resultados del trabajo en finca

Con los datos obtenidos se procedió a realizar los cálculos estadísticos necesarios para validar los tratamientos realizados y comprobar o no la hipótesis nula (H_0), la cual establece lo siguiente:

H_0 = los tratamientos realizados en las hectáreas de cacao CCN 51 son similares, por lo que los rendimientos son iguales.

H1 = los tratamientos realizados en las hectáreas de cacao CCN 51 son diferentes, por lo que una hectárea logra mayor rendimiento que la otra.

Para la prueba de hipótesis, de tipo paramétrica, se compararon los dos tratamientos, tanto el riego por inundación como el riego por aspersión, para lo cual se tomó una muestra de 291 plantas al azar en cada hectárea, siendo la variable a medir el número de mazorcas producidas, las mismas que fueron contabilizadas en cada parcela a partir de la muestra, registrando la información en una base de datos para cada tratamiento.

Se ejecutó entonces una estadística descriptiva en cada juego de datos, realizando el cálculo de los siguientes valores:

Tabla 6: Parámetros estadísticos

	Inundación	Aspersión
<i>Media</i>	54,26	33,93
<i>Desviación</i>	2,85	3,59
<i>Mínimo</i>	48	28
<i>Máximo</i>	59	45
<i>Rango</i>	11	17
<i>Número datos</i>	291	291
<i>Número de intervalos sturges</i>	9,13	9,13
<i>Número de intervalos de raíz de n</i>	17,06	17,06
<i>Tamaño del intervalo</i>	0,64	1,00

Nota: Cálculos realizados a partir de la base de datos levantados en las parcelas.

Fuente: Omar Ayala

La técnica estadística que se empleó para la comparación de los promedios fue la Prueba de Hipótesis para comparación de medias, siendo seleccionada la prueba de bondad de ajuste a la distribución de frecuencias normal, la cual se aplicó en ambas bases de datos, confirmando que ambas se ajustan a una distribución normal. Fue necesario para esto la Prueba de Kolmogorov Smirnov dado que existían más de 30 datos por grupo. Se empleó el software estadístico SPSS.

Tabla 7: Tabla de distribución de frecuencias - Tratamiento Inundación

Intervalos	Lim. Inferior	Lim. Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Observada Relativa	Frecuencia Observada Relativa Acumulada	Frecuencia Esperada Relativa Acumulada	FORA-FERA
					FORA	FERA	
1	48,00	48,64	7,00	0,02	0,02	0,02	0,00
2	48,64	49,29	7,00	0,02	0,05	0,04	0,01
3	49,29	49,93	0,00	0,00	0,05	0,06	-0,02
4	49,93	50,58	20,00	0,07	0,12	0,10	0,02
5	50,58	51,22	20,00	0,07	0,19	0,14	0,04
6	51,22	51,87	0,00	0,00	0,19	0,20	-0,02
7	51,87	52,51	27,00	0,09	0,28	0,27	0,01
8	52,51	53,16	30,00	0,10	0,38	0,35	0,03
9	53,16	53,80	0,00	0,00	0,38	0,44	-0,06
10	53,80	54,45	62,00	0,21	0,59	0,53	0,07
11	54,45	55,09	0,00	0,00	0,59	0,62	-0,02
12	55,09	55,74	0,00	0,00	0,59	0,70	-0,10
13	55,74	56,38	35,00	0,12	0,71	0,77	-0,06
14	56,38	57,03	34,00	0,12	0,83	0,83	0,00
15	57,03	57,67	0,00	0,00	0,83	0,88	-0,05
16	57,67	58,32	41,00	0,14	0,97	0,92	0,05
17	58,32	58,96	0,00	0,00	0,97	0,95	0,02
18	58,96	59,61	8,00	0,03	1,00	0,97	0,03
			291,00	1,00			

Nota: La tabla se generó a partir de un valor mínimo de 48 y un máximo de 59, con un número de 17 intervalos de tamaño 0,64.

Fuente: Omar Ayala

Tabla 8: Cálculo Kolmogorov Smirnov - Datos Inundación

Estimador de Kolmogorov Smirnov	0,07
Grados de libertad	291,00
Nivel de significancia de 0,05	0,136
Comprobar prueba de uniformidad	Se acepta

Nota: Cálculos realizados a partir de la tabla de distribución de frecuencias.

Fuente: Omar Ayala

Dado que el valor del estimador de Kolmogorov Smirnov se encuentra por debajo del nivel de significancia se acepta el modelo aleatorio empleado en los datos del tratamiento por inundación.

Tabla 9: Tabla de distribución de frecuencias - Tratamiento Aspersión

Intervalos	Lim. Inferior	Lim. Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Observada Relativa	Frecuencia Observada Relativa Acumulada	Frecuencia Esperada Relativa Acumulada	FORA-FERA
					FORA	FERA	
1	28,00	29,00	31,00	0,11	0,11	0,08	0,02
2	29,00	30,01	26,00	0,09	0,20	0,14	0,06
3	30,01	31,01	17,00	0,06	0,25	0,21	0,05
4	31,01	32,01	35,00	0,12	0,37	0,30	0,08
5	32,01	33,02	39,00	0,13	0,51	0,40	0,11
6	33,02	34,02	38,00	0,13	0,64	0,51	0,13
7	34,02	35,02	21,00	0,07	0,71	0,62	0,09
8	35,02	36,03	10,00	0,03	0,75	0,72	0,03
9	36,03	37,03	12,00	0,04	0,79	0,81	(0,02)
10	37,03	38,03	22,00	0,08	0,86	0,87	(0,01)
11	38,03	39,04	20,00	0,07	0,93	0,92	0,01
12	39,04	40,04	6,00	0,02	0,95	0,96	(0,00)
13	40,04	41,04	7,00	0,02	0,98	0,98	(0,00)
14	41,04	42,05	5,00	0,02	0,99	0,99	0,01
15	42,05	43,05	1,00	0,00	1,00	0,99	0,00
16	43,05	44,06	-	-	1,00	1,00	(0,00)
17	44,06	45,06	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00
			291	1.00			

Nota: La tabla se generó a partir de un valor mínimo de 28 y un máximo de 45, con un número de 17 intervalos de tamaño 1.

Fuente: Omar Ayala

Tabla 10: Cálculo Kolmogorov Smirnov - Datos Inundación

Estimador de Kolmogorov Smirnov	0,130
Grados de libertad	291,00
Nivel de significancia de 0,05	0,136
Comprobar prueba de uniformidad	Se acepta

Nota: Cálculos realizados a partir de la tabla de distribución de frecuencias.

Fuente: Omar Ayala

Al igual que con el caso del tratamiento por inundación, los cálculos de los datos del tratamiento por aspersión dan como resultado un valor del estimador de Kolmogorov Smirnov por debajo del nivel de significancia por lo que se acepta el modelo aleatorio empleado en los datos del tratamiento.

Se llevó entonces a cabo el cálculo del estadístico de prueba t Student para muestras independientes, para lo cual fue necesario emplear los valores de las medias de cada grupo de datos, realizar el cálculo de número de casos y determinar la varianza muestral y la varianza común, tal como se demuestra a continuación:

Tabla 11: Datos para el cálculo de la t Student

	Media X	Número de Datos n	Varianza muestral S	Varianza común Sc
Inundación (1)	54,26	291	8,10	10,49
Aspersión (2)	33,93	291	12,88	

Nota: Cálculos realizados a partir de los parámetros estadísticos (tabla 5) para alimentar la fórmula del t student.

Fuente: Omar Ayala

Aplicando la fórmula del estadístico t de Student (ver Materiales y Métodos) el resultado obtenido fue el siguiente: **t = 75,71**

Una vez obtenido el estadístico t Student se procedió a calcular el valor crítico y el p-valor con el fin de determinar si se aprueba o no la Ho, para lo cual fue necesario determinar los grados de libertad y establecer el alpha:

Tabla 12: Cálculos para determinar el valor crítico y el p-valor

Grados de Libertad = $gl=(n1+n2-2)$	580
alpha	0,05
Valor crítico	1,964062511
p-valor	7,911E-303

Nota: Cálculos realizados para determinar la posición del valor de t student respecto al valor crítico.

Fuente: Omar Ayala

Como se puede observar el valor de t Student está en el área de rechazo del rango del valor crítico 1,96 y -1,96, lo cual se valida además con el p-valor, que es menor al alpha, demostrándose que se rechaza Ho, es decir los tratamientos realizados en las hectáreas de cacao CCN 51 son diferentes, por lo que una hectárea logra mayor rendimiento que la otra.

Lo evidenciado en la experimentación con ambos sistemas contrasta con lo concluido por Aveiga (2017), (Mora, 2019) quienes indicaban que el riego por aspersión, si bien es cierto es más costoso por la instalación, este genera una mayor productividad, sin embargo, los resultados demuestran que es el riego por inundación el que permite incrementar la producción de mazorcas por planta y por ende el volumen de granos.

De la información generada del experimento realizado en el cultivo de CCN 51 se observa que la productividad generada en el cultivo que utilizó riego por inundación es mayor, es 20% mayor a la producción de quintales obtenida del cultivo que empleó riego por aspersión.

Lo indicado por Aveiga (2017) y el INIAP (2010) en cuanto a la inversión inicial es una realidad, el costo de instalación (ver tabla 4) de sistema de riego por aspersión resulta aproximadamente 100,4% mayor al presupuesto requerido para el riego por inundación. Lo que se compensa luego en el gasto de mantenimiento, donde la hectárea con inundación requiere el doble de jornales (2 trabajadores) que la hectárea con aspersión (1 trabajador), lo cual sube el costo de talento humano.

Es importante indicar que, si bien es cierto es necesaria una inversión importante implementar riego por aspersión, una vez instalado los costos bajan y se da un cuidado adecuado no se requiere mayor costo futuro, lo que no sucede con los canales utilizados para el riego por inundación que requieren constante mantenimiento.

Si se consideran los niveles de producción para realizar el cálculo referencial de ingresos y a estos se les resta los gastos de inversión y mantenimiento con jornales, se puede observar que la mayor utilidad la genera el cultivo que emplea riego por inundación (ver tabla 12), contradiciendo así los resultados expuestos por Aveiga (2017) y Mora (2019).

Se realiza una proyección a una segunda temporada de cultivo y cosecha, para lo cual se considera que ya no se requiere inversión inicial para el riego por inundación dado que se mantiene el trabajo de los jornales en los canales, mientras que en el riego por aspersión se requiere dar mantenimiento a las mangueras y demás equipos empleados más el costo de jornales.

Tabla 13: Rentabilidad por hectárea por temporada y tipo de riego

Rubros	Temporada 1		Temporada 2	
	Inundación	Aspersión	Inundación	Aspersión
Valor Jornal	1.600,00	800,00	1.600,00	800,00
Inversión inicial por hectárea	490,50	1.000,00		200,00
Gasto total por hectárea	2.090,50	1.800,00	1.600,00	1.000,00
Ingreso por hectárea	3.780,00	3.150,00	3.780,00	3.150,00
Utilidad por hectárea	1.689,50	1.350,00	2.180,00	2.150,00

Nota: Valores financieros a partir de los gastos de producción, volumen de producción y precios del producto.

Fuente: Omar Ayala, a partir de resultados del trabajo en finca

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- Respecto a los aspectos involucrados en la decisión del productor de cacao CCN-51 del sector en estudio respecto al sistema de riego, se concluye que la decisión se toma mayormente de acuerdo a la tradición familiar en cuanto al riego empleado, y en segundo lugar por la inversión necesaria. Los empleados del sector emplean más el riego por aspersión a pesar de que este genera mayores costos frente al riego por inundación.
- En cuanto al nivel de productividad alcanzado en parcelas de cacao CCN-51 de similar tratamiento, pero con sistemas de riego diferente: aspersión e inundación, se pudo concluir que el riego por inundación permite alcanzar una mayor producción de mazorcas por planta y de quintales por hectárea en comparación al riego por aspersión. Lo indicado sostiene que al cultivo en la zona le va mejor con el riego por inundación.
- El análisis estadístico permitió comprobar que sí existe diferencia significativa en los rendimientos del cultivo según los sistemas de riego aplicados en las hectáreas de cacao CCN 51, donde la hectárea con riego por inundación genera mejor rendimiento que la hectárea por aspersión.

7.2 Recomendaciones

Ante las conclusiones generadas se sugiere que los agricultores de cacao CCN-51 realicen un análisis de su suelo previo a determinar el tipo de riego a implementar, complementado con una selección adecuada del material vegetativo y considerando las características climatológicas del entorno.

Es importante además que, desde la academia y el sector público, con las instituciones afines con el sector agrícola, diseñen y ejecuten cursos prácticos que enseñen a los productores de cacao a realizar un análisis de suelo básico y a saber cómo interpretar los elementos climatológicos y vegetativos que inciden en el desarrollo y productividad del cultivo de cacao.

BIBLIOGRAFÍA

- Aime, M., & Phillips-Mora, W. (2005). The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia*, *XCVII*, 1012-1022.
- Alan, D., & Cortez, L. (2017). *Procesos y fundamentos de la investigación científica*. UTMATCH.
- Albiño, J. (2020). Los sistemas de producción de cacao del cantón Shushufindi y su resiliencia al cambio climático. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*.
- Aleaga, L. (2015). *El agua de riego y su incidencia en la calidad de vida de las personas de la comunidad Guambaine, parroquia Angamarca, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Almeida, C., Dias, L., & Silva, A. (2009). Caracterização agrônômica de acessos de cacau. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, *XLIV*, 368-373.
- Arroyo, M. (2015). La importancia del riego de precisión en la agricultura de regadío. *Asociación Española de Riego y Drenaje*.
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. (2015). *Noticias. Cacao Ecuatoriano*. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de Web site de Anecacao: <http://www.anecacao.com/index.php/es/noticias/el-cacao-ecuatoriano.html>
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. (2015). *Servicios: Riego y Drenaje*. Recuperado el 13 de Enero de 2022, de Anecacao sitio web: <http://www.anecacao.com/index.php/es/servicios/articulos-tecnicos/riego-y-drenaje.html>
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. (2019). Artículos Técnicos: Distancia de Siembra.
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. (2019). *Características Agronómicas Plantas de ascendencia Nacional*. Guayaquil: ANECACAO.
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. (2019). *Materiales para la siembra de cacao y su propagación*. Guayaquil.
- Asociación Nacional de Exportadores de Café. (2004). *Uploads*. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de Anecafe sitio web: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/05/Cultivo-de-Cacao.pdf>
- Aveiga, D. (2017). *Determinación del régimen de riego de proyecto para los cultivos de cacao y maíz en las condiciones edafoclimáticas del cantón Chone*. Chone: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

- Axayacatl, O. (2020). *Monitoreo de la calidad de agua en la cordillera vilcanota*. Obtenido de <https://www.agrosistemas.com.ec/ana-monitorea-calidad-de-agua-en-la-cordillera-vilcanota-copy.html>
- Broschek, U. (2016). *Aguas residuales como nueva fuente de agua*. Valparaíso: Fundación Chile.
- Cadena, R. (2020). *Efecto de insectos plaga que afectan la floración del cacao en el aborto*. Milagro: Universidad Agraria del Ecuador.
- Chávez, R., Carbo, S., García, E., & Cobos, F. (2019). Estudio socioeconómico del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la parroquia Febres Cordero, cantón Babahoyo, Los Ríos-Ecuador. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*.
- Cisneros, R. (2003). *Apuntes de la materia Riego y Drenaje*. San Luis de Potosí: Universidad Autónoma de San Luis de Potosí.
- Dostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M., & Weigend, M. (2011). *Hoja botánica: Cacao*. Perú: MINCETUR.
- Earth Observing System. (2021). *Riego de Precisión: Tipos y métodos de Gestión*. Recuperado el 1 de Enero de 2022, de <https://eos.com/es/blog/riego-de-precision/>
- Faci, J., & Playán, E. (2019). *Principios Básicos del Riego por Superficie*. Zaragoza: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Fernández, J., Bohórquez, W., & Rodríguez, A. (Junio - Diciembre de 2016). Dinámica nutricional del cacao bajo diferentes tratamientos de fertilización con N, P y K en vivero. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, X(2), 367-380. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.4702>
- Fischer, L., & Navarro, A. (1996). *Introducción a la investigación de mercados*. México: McGraw Hill.
- Gaibor, L. (2017). *Efecto del riego por aspersion para la optimización del rendimiento en el cultivo del cacao (Theobroma cacao) variedad CCN-51 en época seca, en el cantón Quinsaloma, provincia de Los Ríos*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Giusti, M. (2012). La siembra del cacao. *Revista La Era Ecológica*, 03-04, 3-4.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Babahoyo. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Babahoyo*. Babahoyo.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Los Ríos. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Los Ríos*. Babahoyo. Obtenido de <http://www.losrios.gob.ec/diagnostico>

- Google . (Febrero de 2022). *Google Earth*. Obtenido de Sitio Web de Google Earth: <https://earth.google.com/web/search/-2.033066,+79.335266/@-2.02221136,-79.33772891,45.26566142a,18040.23588143d,35y,-31.77519376h,45.10799342t,360r/data=CikaLxlpGVTgZBu4QwDAIXxdh v901VPAKhUtMi4wMzMwNjYsIC03OS4zMzUyNjYYASABliYKJAn7ppr2 Wi0AwBEEfboRIEAWBkh8>
- Griffith, G., Nicholson, J., Nenner, A., Birch, R., & Hedger, J. (2003). Witches' brooms and frosty pods: Two major pathogens of cacao. *New Zealand Journal of Botany*, *XLI*, 423-435.
- Guerra, M. (2009). *Manual de diseño de sistemas de riesgo a gravedad y por aspersión*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Gutiérrez, E., Leiva, E., & Ramírez, R. (2019). La poda y su efecto en la calidad del grano de cacao. *Agromía Costarricense*, 167-176.
- Ha, L., Hang, P., Everaert, H., Rottiers, H., Anh, L., Dung, T., & Messens, K. (2016). Characterization of leaf, flower, and pod morphology among Vietnamese cocoa varieties (*Theobroma cacao* L.). *Pakistan Journal Botany*, *XLVIII*(6), 2375-2383.
- Hargreaves , G., & Merkley, G. (2021). Obtenido de <https://www.wrpllc.com/books/fdr.html>
- Hurtley, M., & Killian, B. (2004). Estimating site-specific nitrogen crop response functions: a conceptual framework and geostatistical analysis. *Staff Paper Series*.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2010). *Manejo Técnico del cultivo de cacao en Manabí*. Portoviejo.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2019). *Cacao en el Ecuador*.
- Lecaros, B. (2011). El Riego por Goteo. *Seminario Internacional de Riego y Fertirrigación*. Chiclayo.
- León, F., Calderón, J., & Mayorga, E. (Junio de 2016). Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en. *Revista Ciencia Unemi*, *IX*(18), 45-55. Recuperado el 3 de Enero de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/5826/582663825007.pdf>
- León, F., Calderón, J., & Mayorga, E. (2016). Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador. *Revista Ciencia Unemi*, 45-55.
- López, A. (2015). *Producción y Comercialización de Cacao Fino de Aroma en el Ecuador - Año 2012-2014*. Superintendencia de Control de Poder de Mercado.

- Mazuela, P., & Riva, F. (2013). *Manual de Fertirriego*. Tarapacá: Universidad de Tarapacá.
- Meinhardt, L., Rincones, J., Bailey, M., Aime, M., Griffith, W., Zhang, D., & Pereira, G. (2008). Moniliophthora perniciosa, the causal agent of witches' broom disease of cacao: what's new from this old foe? *Molecular Plant Pathology*, IX, 577-588.
- Mora, J. (2019). *Irrigación de Precisión en Cultivo de Cacao*. Senninger.
- Mosquera, M. (2016). *Efectos del fósforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (theobroma cacao L.) CCN-51, en la zona de Babahoyo*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Taxonom%C3%ADa%20del%20cacao%3A,%3A%20Theobroma%20Especie%3A%20cacao%20L.>
- Nair, K. (2010). The agronomy and economy of important tree crops of the developing world. *Elsevier*.
- Oliveira, M., & Luz, E. (2005). Identificação e Manejo das Principais Doenças do Cacaueiro no Brasil. *Ilhéus, CEPLAC/CEPEC/SEFIT*, 132.
- Ortíz, C., Torres, M., & Hernández, S. (2015). Comparación de dos sistemas de manejo del cultivo del cacao, en presencia de Moniliophthora roreri, en México. *Revista fitotecnica mexicana*.
- Osorio, M., Leiva, E., & Ramírez, R. (2017). Crecimiento de plántulas de cacao (Theobroma cacao L.) en diferentes tamaños de contenedor. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 73-82.
- Pérez, I. (2018). Tecnología en cultivo de cacao está cumpliendo con el propósito. Obtenido de <http://www.draucayali.gob.pe/tecnologia-de-fertirriego-en-cultivo-de-cacao-esta-cumpliendo-con-el-proposito-de-manuel-ganbini/>
- Phillips-Mora, W., & Wilkinson, M. (2007). Frosty pod of cacao: A disease with a limited geographic range but unlimited potential of damage. *Phytopathology*, XCVII, 1644-1647.
- Pineda, J. (2021). Riego por Inundación. *Encolombia*.
- Pinto, M. (2012). *Tecnología para la producción de cacao como sistema agroforestal en regiones potenciales de Colombia*. Produmedios.
- Quiroz, J., & Amores, F. (2002). Rehabilitación de plantaciones tradicionales de cacao en Ecuador. *Manejo Integrado de Plagas*, LXIII, 73-80.

- Ramírez, G. (2008). La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México. *Tecnología en Marcha*, XXI, 97-110.
- Real Academia de la Lengua Española. (2014). *Diccionario de la lengua española*. España.
- Reyna, T. (2000). *Descripción y Metodología de Diseño de los Sistemas de Riego*. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Rincón, E., Zárate, D., Agudelo, G., Cuarán, V., & Passarelli, L. (Abril - Junio de 2021). Micromorfología y ultraestructura de las anteras y los granos de polen en diez genotipos élite de *Theobroma cacao* (Malvaceae). *Revista de Biología Tropical*, LXIX(2).
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v69i2.44711>
- Rodríguez, E. (2006). Técnica de reducción de inóculo para controlar la moniliasis del cacao en Santander. *Revista Corpoica*, IV, 68-78.
- Saltos, D. (2011). *El agua de riego y su incidencia en la producción agrícola de un terreno en la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Sánchez, F., Medina, S., Díaz, G., Ramos, R., Vera, J., Vásquez, V., . . . Onofre, R. (Julio - Septiembre de 2015). Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. *Revista fitotecnia mexicana*, XXXVIII(3).
- Sánchez-Mora, F., & Garcés-Fiallos, F. (2012). *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao. *Scientia Agropecuaria*, 249-258.
- Sistema de Información Nacional de Agricultura y Ganadería, SINAGAP. (2014). *III Censo Nacional Agropecuario: Referencias del levantamiento censal*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2021, de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/censo-nacional-agropecuario>.
- Valdivielso, A. (2020). ¿Cómo funciona el riego por aspersión?
- Van Iersel, M., Burnett, S., & Lea-Cox, J. (2016). *¿Qué es el riego de precisión?*
- VIGA innovación hidráulica. (2019). *Tipos de aspersores para riego*. Monterrey.
- Villamil, J., Sierra, L., Olarte, Y., Mosquera, A., Fajardo, J., Pinzón, E., & Martínez, J. (2015). Integración de prácticas culturales y control biológico para el manejo de *Moniliophthora roreri* Cif & Par. *Revista de ciencias agrícolas*, 13-25.
- Villavicencio, M., & Jiménez, M. (2010). Caracterización morfológica, fisiológica y patogénica de *Moniliophthora roreri* aislados de cinco provincias de la Costa Ecuatoriana. *Artículos de Tesis de Grado - FIMCP*, 957.

ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario de la encuesta

1. ¿Cuántas plantas por hectárea siembra?

1000	
1100	
1200	
1300	
1400	

2. ¿A qué distancia siembra cada planta?

1x1	
2x2	
3x3	
4x4	
5x5	

3. ¿Cuál es el tipo de riego empleado?

Gravedad o Inundación	
Aspersión	
Precisión	
Otro	

4. ¿Por qué aplica ese tipo de riego?

Tradicón	
Costo económico	
Productividad	
Otro	

5. ¿Cuántas mazorcas promedio por hectárea produce?

40.000 – 45.000	
45.001 - 50.000	
50.001 - 60.000	
60.001 - 65.000	
65.001 – 70.000	

6. ¿Cuántos quintales promedio por hectárea produce?

20 – 25	
26 – 30	
31 – 35	
36 – 40	
41 – 50	
51 – 55	

Anexo 2: Ficha de observación

Datos	Tuberías o Inundación	Aspersión
<i>Superficie de estudio</i>	1 ha	1 ha
<i>Turno de riego (días de riego)</i>	Toda la semana (junio - enero)	Toda la semana (junio - enero)
<i>Inversión inicial por hectárea</i>	\$ 490.5	\$ 1.000
<i>Consumo de agua por semana mm</i>	30mm	15mm
<i>Consumo de agua anual mm</i>	960mm	480mm
<i>Quintales por ha (cosecha total)</i>	42	35
<i>Horas de riego a la semana</i>	15	14
<i>Promedio de mazorcas por planta (junio . enero)</i>	55	35
<i>Jornales</i>	2	1
<i>Valor mensual total en jornales</i>	\$200	\$100
<i>Días laborados por jornal a la semana</i>	5	5

Anexo 3: Validación del cuestionario

VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO		
DATOS DEL ESTUDIANTE		
Apellidos y Nombres:	Ayala Jiménez Omar Francisco	
TITULO DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN		
Evaluación de los sistemas de riego por inundación y aspersión en cultivos de cacao CCN - 51 en la provincia de Los Ríos, Ecuador		
DATOS DEL INSTRUMENTO		
Nombre del Cuestionario:	Cuestionario de la encuesta a productores de cacao CCN-51	
Objetivo:	Conocer los factores que inciden en el proceso de selección del sistema de riego	
Dirigido a:	27 productores de cacao CCN-51 del recinto Mata de Cacao	
JUEZ EXPERTO		
Apellidos y Nombres: Miguel Francisco Galarza Villalba		
Documento de Identidad: 1204383572		
Grado Académico: Doctor en Ciencias Administrativas		
Especialidad: Administración		
Experiencia Profesional (años): 17		
JUICIO DE APLICABILIDAD		
Aplicable	Aplicable después de corregir	No aplicable
X		


Miguel Galarza Villalba
C.I. 1204383572

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO POR JUICIO DE EXPERTOS

TÍTULO:	Cuestionario de la encuesta a productores de cacao CCN-51
AUTOR:	Ayala Jiménez Omar Francisco

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	VARIABLE Y DIMENSIÓN		DIMENSIÓN E INDICADOR		INDICADOR E ÍTEM		ÍTEM Y OPCIÓN DE RESPUESTA	
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Tratamiento por sistema de riego	Generalidades del cultivo	Volumen de agua necesario y aplicado	1.- ¿Cuántas plantas por hectárea siembra?	x		x		x		x	
			2.- ¿A qué distancia siembra cada planta?	x		x		x		x	
	Tipo de riego		3.- ¿Cuál es el tipo de riego empleado?	x		x		x		x	
			4.- ¿Por qué aplica ese tipo de riego?	x		x		x		x	
Rendimiento	Productividad	Mayor producción por planta y hectárea	5.- ¿Cuántas mazorcas promedio por hectárea produce?	x		x		x		x	
			6.- ¿Cuántos quintales promedio por hectárea produce?	x		x		x		x	


 Miguel Galarza Villalba
 C.I. 1204383572

FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES: Este instrumento sirve para que el EXPERTO EVALUADOR evalúe la pertinencia, eficacia del instrumento que está validando. Deberá colocar la puntuación que considere pertinente a los diferentes enunciados.

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20				Regular 21-40				Buena 41-60				Muy buena 61-80				Excelente 81-100			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta formulado con un lenguaje apropiado																				98
2. Objetividad	Expresa conductas observables																				94
3. Actualidad	Adecuado con el enfoque teórico																				94
4. Organización	Organización lógica entre sus ítems																				99
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios																				100
6. Intencionalidad	Valora las dimensiones del tema																				100
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos-científicos																	85			
8. Coherencia	Relación en variables e indicadores																				100
9. Metodología	Adecuada y responde a la investigación																				100

PROMEDIO: 96,6

Dr: Miguel Francisco Galarza Villalba

C.I.: 1204383572

Teléfono: 0986733730

E-mail: miguelgalarza82@hotmail.com



FIRMA: Miguel Galarza Villalba

C.I. 1204383572



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Ayala Jiménez Omar Francisco**, con C.C: # 1250567482 autor/a del **Trabajo de Integración Curricular: Evaluación de los sistemas de riego por inundación y aspersión en cultivos de cacao CCN - 51 en la provincia de Los Ríos, Ecuador**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1. - Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2. - Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **24 de febrero de 2022**

f. _____

Nombre: **Ayala Jiménez, Omar Francisco**

C.C: **1250567482**



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación de los sistemas de riego por inundación y aspersión en cultivos de cacao CCN - 51 en la provincia de Los Ríos, Ecuador		
AUTOR(ES)	Omar Francisco Ayala Jiménez		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Ángel Antonio Triana Tomalá, M. Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agropecuaria		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Agropecuario		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	24 de febrero de 2022	No. DE PÁGINAS:	65
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistema de riego, Rentabilidad de tipo de riego, Comportamiento de la productividad del cacao.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	productividad, rentabilidad, agricultura, producción, tecnificación.		
RESUMEN/ABSTRACT:			
<p>La investigación se realizó en el sector de Mata de Cacao del cantón Babahoyo, donde se dispuso el análisis de dos sistemas de riego, uno por inundación y otro por aspersión aplicados de manera separada en una hectárea de cacao CCN-51 cada uno. Se planteó como objetivo: Evaluar los sistemas de riego por inundación y aspersión en un cultivo de cacao CCN - 51 en la provincia de Los Ríos, para lo cual se requirió de un estudio documental específicamente en torno a las características del tipo de cacao y los sistemas de riego, así también de un levantamiento de información mediante encuestas a productores cacao CCN 51 del sector, con el fin de conocer el tipo de riego empleado. Se aplicó además el seguimiento mediante una ficha de observación a los dos cultivos para evidenciar el comportamiento de la productividad gracias a cada tipo de riego. Fue necesario un abordaje estadístico sobre los datos levantados haciendo uso de la tabla de frecuencias, cuyos datos permitieron estimar el estadístico de Kolmogorov Smirnov y la t de student. Los resultados evidenciaron que la aplicación de ambos sistemas genera resultados de rendimiento diferente en torno a la producción de mazorcas y cantidad de quintales por cada hectárea, lo que fue luego costeado y calculado el precio para finalmente determinar la utilidad generada en cada caso. La evaluación de ambos sistemas de riego permitió evidenciar que, en el sector, el riego por inundación es el más conveniente desde el punto de vista de la productividad, lo permite obtener una mayor rentabilidad al final.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO AUTOR/ES:	CON	Teléfono: +593994872228	E - mail: omarayala2000@gmail.com
CONTACTO INSTITUCIÓN (COORDINADOR PROCESO UTE)::	CON LA DEL	Nombre: Caicedo Coello Noelia	
		Teléfono: +593 987361675	
		E - mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			