

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN DE HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA**



---

**“SISTEMAS DE MUESTREO PARA LA DETECCIÓN DE ENFERMEDADES EN UNA PLANTACIÓN COMERCIAL DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL DISTRITO DE UCHIZA-TOCACHE 2021”.**

---

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: AGRICULTURA, BIOTECNOLOGÍA  
AGRÍCOLA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO

**TESISTA:**

FAUSTINO DAMIÁN, EVELIN

**ASESORA:**

Dra. VALVERDE RODRIGUEZ, AGUSTINA

**HUÁNUCO – PERÚ  
2022**

## DEDICATORIA

Al Dra. Agustina Valverde Rodríguez, por su labor en transmitirme sus conocimientos con una dedicación admirable.

A mis padres Máximo Faustino Huacho y Laberiana Damián Cervantes por su amor trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mis hermanos Nacienceno, Lorenza y Sara. Por el apoyo moral y económico, que me brindan a lo largo de esta etapa de mi vida.

A las personas que me hicieron realidad este trabajo con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS por protegerme durante todo mi camino, darme fuerzas y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A la prestigiosa Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán y a los docentes de la misma, que me brindaron la oportunidad para realizarme como profesional.

A mi asesora y co- asesor, Dra. Agustina Valverde Rodríguez y Ing. Bartra Perea, José Miguel por apoyarme en la presente investigación.

A la empresa, Palmas del Espino S.A. brindarme el apoyo necesario para la ejecución de mi tesis.

## CONTENIDO

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN DE HUÁNUCO .....	i
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS .....	i
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA.....	i
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA.....	i
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	xi
I.    PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	13
1.1    Fundamentación del problema de investigación .....	13
1.2    Formulación del problema de investigación general y específico .....	13
1.2.1    Problemas generales.....	13
1.2.2    Problemas específicos .....	13
1.3    Formulación de objetivos .....	14
1.3.1    Objetivo generales .....	14
1.3.2    Objetivos específicos.....	14
1.4    Justificación .....	14
1.5    Limitaciones .....	15
1.6    Formulación de hipótesis general y específicas .....	15
1.6.1    Hipótesis general .....	15
1.6.2    Hipótesis específico .....	15
1.7    Variables.....	16
II.   MARCO TEORICO .....	17
2.1    Antecedentes .....	17
2.2    Bases teóricos .....	20
2.2.1    Origen y taxonomía .....	20
2.2.2    Morfología de la planta .....	20
2.2.3    fases fenológicas .....	22
2.2.4    Condiciones edafoclimática.....	23
2.2.5    Principales enfermedades del cacao .....	23
2.2.6    Moniliasis <i>Moniliophthora roreri</i> .....	24
2.2.8. Pudrición parda ( <i>Phytophthora palmivora</i> ).....	28
2.2.9    Mazorca Negra ( <i>Lasiodiopodia theobromae</i> ) .....	31

2.2.10	Tipos de muestreo .....	34
2.2.11	Tipos de muestreo común .....	36
2.2.12	Descripción de los sistemas de detección de enfermedades del cacao ...	38
2.3	Bases conceptuales .....	39
III.	<b>METODOLOGIA</b> .....	41
3.1	Ámbito .....	41
3.2	Población.....	42
3.3	Muestra .....	42
3.2.1	Tratamientos en estudio.....	42
3.4	Nivel y tipo de estudio .....	43
3.5	Diseño de investigación .....	43
3.6	Métodos, técnicas e instrumentos .....	45
3.6.1	técnicas para obtener información bibliográfica.....	45
3.6.2	técnicas de campo .....	45
3.6.3	instrumentos y materiales .....	46
3.7	Procedimiento: consistió en la ejecución de las siguientes actividades .....	46
3.7.1	Fase de campo .....	46
3.7.2	Caracterización de la parcela de estudio.....	47
3.8	Consideración éticas.....	47
IV.	<b>RESULTADOS</b> .....	48
V.	<b>DISCUSION</b> .....	73
VI.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	75
VII.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	76
VIII.	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	77

## CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 01.</b> variables y operacionalizacion de variables .....	16
<b>Tabla 2.</b> Detalle de tratamiento en estudio por repeticiones .....	42
<b>Tabla 3</b> Análisis de Varianza incidencia (%) <i>Moniliophthora roreri</i> en el cultivo de cacao en <i>mes de abril</i> .....	50
<b>Tabla 4</b> Promedios de incidencia de <i>Moniliophthora. roreri</i> en el mes de abril.....	51
<b>Tabla 5</b> Análisis de Varianza para incidencia (%) <i>Moniliophthora roreri</i> en el cultivo de cacao en el <b>mes de mayo</b> .....	52
<b>Tabla 6.</b> Promedios de incidencia <i>Moniliophthora. roreri</i> en el mes de mayo.....	52
<b>Tabla 7</b> Análisis de Varianza para incidencia (%) <i>Moniliophthora roreri</i> en el cultivo de cacao en mes de junio .....	53
<b>Tabla 8</b> Promedios de incidencia <i>Moniliophthora. roreri</i> en el mes de junio. ....	54
<b>Tabla 9</b> Análisis de Varianza incidencia (%) <i>Moniliophthora roreri</i> en el cultivo de cacao en el <i>mes de julio</i> .....	55
<b>Tabla 10</b> Promedios de incidencia <i>Moniliophthora. roreri</i> en el mes de julio. ....	56
<b>Tabla 11</b> Análisis de Varianza para incidencia (%) <i>Moniliophthora roreri</i> en el cultivo de cacao en el mes de agosto .....	57
<b>Tabla 12</b> Promedios de incidencia <i>Moniliophthora. roreri</i> en el mes de agosto....	57
<b>Tabla 13</b> Análisis de Varianza incidencia (%) <i>Phytophthora palmivora</i> en el cultivo de cacao en el <i>mes de Abril</i> .....	60
<b>Tabla 14</b> Promedios de incidencia <i>Phytophthora palmivora</i> en el mes de abril...	60
<b>Tabla 15</b> Análisis de Varianza incidencia (%) pudrición parda en el cultivo de cacao en el mes de mayo.....	61
<b>Tabla 16</b> Promedios de incidencia <i>Phytophthora palmivora</i> en el mes de mayo .	62

<b>Tabla 17</b> Análisis de Varianza de incidencia (%) pudrición parda en el cultivo de cacao en el mes de junio .....	63
<b>Tabla 18</b> Promedios de incidencia <i>Phytophthora palmivora</i> en el mes de junio ..	64
<b>Tabla 19</b> Análisis de Varianza de incidencia (%) pudrición parda en el cultivo de cacao en el mes de julio.....	65
<b>Tabla 20</b> Promedios de incidencia <i>Phytophthora palmivora</i> en el mes de julio ...	66
<b>Tabla 22</b> Promedios de incidencia <i>Phytophthora palmivora</i> en el mes de agosto	67
<b>Tabla 23</b> Análisis de Varianza para incidencia (%)mazorca negra ( <i>Lasiodioplotia theobromae</i> ) en el cultivo de cacao en el mes de abril .....	69
<b>Tabla 24</b> Promedios que corresponden al porcentaje de incidencia mazorca negra ( <i>Lasiodioplotia theobromae</i> ) en el mes de abril.....	69

## CONTENIDO DE FIGURAS

<b>Figura. 1</b> Ubicación del campo experimental, San Martín, Tocahe, Uchiza 2022	41
<b>Figura. 2</b> Porcentaje de Infestación de las distintas enfermedades en 21 semanas de evaluación de 8 tratamientos en el cultivo de cacao .....	49
<b>Figura. 3</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para el mes de abril.....	51
<b>Figura. 4</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para el mes de mayo.....	53
<b>Figura. 5</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para el mes de junio.....	55
<b>Figura. 6</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para el mes de Julio. ....	57
<b>Figura. 7</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para el mes de agosto.....	59
<b>Figura. 8</b> Porcentaje de Infestación de <i>Moniliophthora roreri</i> durante los 5 meses de evaluación de 8 tratamientos en el cultivo de cacao. ....	59
<b>Figura. 9</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para el mes de abril.....	61
<b>Figura. 10</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para el mes de mayo.....	63
<b>Figura. 11</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para el mes de junio.....	65
<b>Figura. 12</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para el mes de julio. ....	67
<b>Figura. 13</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para el mes de agosto.....	68
<b>Figura. 14</b> Porcentaje de Infestación de <i>Phytophthora palmivora</i> (Pudrición Parda) durante los 5 meses de evaluación de 8 tratamientos en el cultivo de cacao. ....	68
<b>Figura. 15</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para el mes de abril.....	71
<b>Figura. 16</b> Porcentaje de Infestación de Mazorca negra durante los 5 meses de evaluación de 8 tratamientos en el cultivo de cacao .....	71

## RESUMEN

### **Sistemas de muestreo para la detección de enfermedades en una plantación comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el distrito de Uchiza-Tocache 2021.**

El cultivo cacao en el Perú presenta serios problemas productivos debido principalmente al ataque de las enfermedades, pero las más importantes son la mazorca negra y mancha parda. Esta investigación se llevó a cabo en el distrito de Uchiza, provincia San Martín, Región San Martín – Perú. Tuvo como objetivo general “Determinar el sistema de muestreo más eficiente para la detección de enfermedades en una plantación comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el distrito de Uchiza-Tocache 2021.” Se realizó una investigación descriptiva, porque se recurrirá a los principios de la ciencia para evaluar los sistemas de muestreo de las principales enfermedades de cacao. El área experimental para la ejecución del presente trabajo de investigación, fue la parcela B12b (Bloques I, II y III) la cual cuenta con 25 hectáreas efectivas sembradas a la densidad de 1200 plantas/hectárea. Se delimitó un área de 7.5 ha con una población aproximada de 9,000 plantas, Se realizó 4 repeticiones en cada uno de los siguientes 8 tratamientos T01-Sistema Cruz (9 plantas); T02-Sistema Cruz (15 plantas); T03-Sistema Zona (9 plantas); T04-Sistema Zona (15 plantas); T05 Sistema zigzag (9 plantas); T06 Sistema zigzag (15 plantas); T07 Sistema lineal (9 plantas); T08-Sistema lineal (15 plantas). En el análisis de porcentaje de incidencia de *Moniliophthora roreri*, *Phytophthora palmivora* se obtuvo que el Tratamiento T8 que es el método lineal con muestra de 15 plantas obtuvo mayor porcentaje de incidencia de dicha enfermedad. En el análisis de porcentaje de incidencia de *Lasiodiopodia theobromae* en los tratamientos T2 obtuvo el mayor porcentaje de incidencia T2 seguido de T8 que es método lineal con 15 muestras obteniendo porcentajes de incidencia 0.42%. Se determinó los resultados de porcentaje de incidencia de enfermedades *Moniliophthora roreri* *Phytophthora palmivora*, *Lasiodiopodia theobromae* en distintos métodos de evaluación resulta el óptimo para obtener mayores resultados para la evaluación en el T8 que consiste en un método lineal realizando evaluaciones de 15 plantas.

Palabra clave: *Moniliophthora roreri*, *Phytophthora palmivora*, *Lasiodiopodia theobromae*, cacao, incidencia.

## **Demonstration systems for the detection of diseases in a commercial cocoa plantation (*Theobroma cacao* L.) in the district of Uchiza-Tocache 2021.**

Cocoa cultivation in Peru presents serious production problems mainly due to the attack of diseases, but the most important are black pod and brown spot. This research was carried out in the Uchiza district, San Martin province, San Martin Region - Peru. Its general objective was "To determine the most efficient sampling system for the detection of diseases in a commercial cocoa plantation (*Theobroma cacao* L.) in the district of Uchiza-Tocache 2021." A descriptive investigation was carried out, because the principles of science will be used to evaluate the test systems of the main cocoa diseases. The experimental area for the execution of this research work will be plot B12b (Blocks I, II and III) which has 25 effective hectares planted at a density of 1200 plants/hectare. An area of 7.5 ha with an approximate population of 9,000 plants was delimited. 4 repetitions were carried out in each of the following 8 treatments T01-Cruz System (9 plants); T02-Cruz System (15 floors); T03-Zone System (9 floors); T04-Zone System (15 floors); T05 Zigzag system (9 floors); T06 Zigzag system (15 floors); T07 Linear system (9 floors); T08-Linear system (15 floors). In the analysis of the percentage of incidence of *Moniliophthora roreri*, *Phytophthora palmivora*, it was obtained that Treatment T8, which is the linear method with a sample of 15 plants, obtained a higher percentage of incidence of said disease. In the analysis of incidence percentage of *Lasiodiopodia theobromae* in treatments T2 obtained the highest incidence percentage T2 followed by T8 which is linear method with 15 samples obtained obtaining incidence percentages 0.42% respectively. The results of the percentage of incidence of diseases are determined *Moniliophthora roreri* *Phytophthora palmivora*, *Lasiodiopodia theobromae* in different evaluation methods is the most optimal to obtain better results for the evaluation in the T8 that consists of a linear method carrying out evaluations of 15 plants.

Keywords: *Moniliophthora roreri*, *Phytophthora palmivora*, *Lasiodiopodia theobromae*, cocoa, incidence.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo cacao en el Perú presenta serios problemas productivos debido principalmente al ataque de las enfermedades, pero las más importantes son la mazorca negra o mancha parda, producida por hongos del género *Phytophthora palmivora*. La mayoría de las enfermedades del cacao tienen una distribución geográfica limitada (Hebbar, 2007).

Plagas y Enfermedades, organización Internacional del cacao ICCO, (2015) reportan que los problemas fitosanitarios son de gran importancia económica y alcanzan pérdidas del 30 a 40 % de la producción mundial. La “podredumbre parda” causada por *Phytophthora palmivora* (Butler) es la principal limitante en la producción mundial, la “moniliasis” causado por *Moniliophthora roreri*, actualmente causan la mayor pérdida.

El control de las enfermedades en el cultivo de cacao ha venido evolucionando hasta establecer programas de manejo integrado de enfermedades que son aplicados por técnicos y agricultores tanto en sistemas de producción orgánica como convencional; sin embargo, es necesario evaluar la eficiencia de las diferentes formas de evaluaciones.

Los problemas en estas plantaciones de cacao se deben a la propagación de enfermedades, por lo que la atención se centrará en combatir la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), la podredumbre parda (*Phytophthora palmivora*) y la podredumbre negra (*Lasioidiplodia theobromae*). La moniliasis afecta solo a las mazorcas de cacao con tanta severidad que se ha convertido en uno de los factores más limitantes en la producción agrícola (Paredes, 2016).

Siendo a nivel mundial la enfermedad que disminuye alrededor del 40 % de la producción anual (Hoopen y Krauss, 2016) y en algunos casos la combinación de dos o más de estas enfermedades pueden llegar a provocar la pérdida del 100 % de la producción (Ploetz, 2016). Es por ello, que se necesita establecer sistemas de

muestreo para la evaluación de las principales enfermedades del cultivo de cacao, para realizar un control específico y oportuno, de esta manera disminuir las pérdidas económicas, por lo cual me motive a realizar esta investigación

Así mismo mencionan un cultivo semi tecnificado, el rendimiento se reducirá a la mitad (680 kg/ha), y los costos disminuirán en un 20% especialmente por concepto de las fertilizaciones. En el país se presentan amplias variaciones de los costos de producción, puesto que dependen de tres aspectos principales: ubicación, nivel de tecnología y sistema de la producción agrícola (Montoya, 2016).

Se considera de gran importancia tener el conocimiento actual de los sistemas de muestreo de cruz, zig zig, zonal y lineal. Evaluar cuál de estos es más efectivo y eficiente. En ese contexto, el objetivo del presente trabajo es evaluar los sistemas de muestreo para la detección de las enfermedades en una plantación comercial del cultivo de cacao y así conservar la calidad del aroma

## I. PROBLEMA DE INVESTIGACION

### 1.1 Fundamentación del problema de investigación

El cultivo cacao en el Perú presenta serios problemas productivos debido a las principalmente enfermedades, pero las más importantes son pudrición parda producida por hongos del género *Phytophthora*, *palmivora*, *Moniliophthora roreri* y *lasidioploidia theobromae*. La mayoría de las enfermedades del cacao tienen una distribución geográfica limitada, razón por la cual el manejo de las enfermedades depende, de la distribución de los patógenos exóticos (Hebbar, 2007). Los problemas fitosanitarios son de gran importancia económica para los agricultores que causan pérdidas del 30 a 40 % de la producción mundial. (ICCO, 2015).

### 1.2 Formulación del problema de investigación general y específico

#### 1.2.1 Problemas generales

¿Cuáles serán los sistemas de muestreo para la detección de las enfermedades en una plantación comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el distrito de Uchiza-Tocache 2021?

#### 1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál será la eficiencia del sistema de muestreo en diseño cruz, zig zag, diseño por zona y en forma lineal para la detección de *Moniliophthora roreri*?

¿Cuál será la eficiencia del sistema de muestreo en diseño cruz, zig zag, diseño por zona y en forma lineal para la detección de *Phytophthora palmivora*?

¿Cuál será la eficiencia del sistema de muestreo en diseño cruz, zig zag, diseño por zona y en forma lineal para la detección de *lasidioploidia theobromae*?

### **1.3 Formulación de objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo generales**

Determinar el sistema de muestreo para la detección de enfermedades en una plantación comercial de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el distrito de Uchiza-Tocache

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

Evaluar los sistemas de muestreo en diseño cruz, zing zag, diseño por zona y en forma lineal para la detección e incidencia de *Moniliophthora roreri*

Evaluar los sistemas de muestreo en diseño cruz, zing zag, diseño por zona y en forma lineal para la detección e incidencia de *Phytophthora palmivora*

Evaluar los sistemas de muestreo en diseño cruz, zing zag, diseño por zona y en forma lineal para la detección e incidencia de *Lasiodiplodia theobromae*

### **1.4 Justificación**

#### **Económico**

El cacao es un cultivo de buen rubro de ingresos económicos para los productores como para los que se dedican en el área producción. Los sistemas de muestro son técnicas que facilitara la detección oportuna de las enfermedades, son estrategias para el control oportuno de las principales enfermedades, para el incremento de la producción de calidad, por lo tanto, el sistema de muestreo ayudara a los agricultores en un menor gasto por un adecuado de determinar sistemas de muestreo que se realizaron en presente investigación.

#### **Impacto Ambiental**

Al establecer sistemas de muestreo para la evaluación de las principales enfermedades del cultivo de cacao, para realizar un control específico y oportuno,

que no cause un desequilibrio en el medio ambiente, de esta manera disminuir las pérdidas económicas, por lo cual me motive a realizar esta investigación.

## **1.5 Limitaciones**

### **Interna**

Difícil ingreso a la parcela en días, feriados y domingos donde la semana coincidía con los días de evaluación. Respecto a las limitaciones teóricas existe escasa información.

### **Externa**

Entre las principales limitaciones encontradas, también están asociadas con la pandemia del COVID-19.

## **1.6 Formulación de hipótesis general y específicas**

### **1.6.1 Hipótesis general**

Si ocupamos diferentes sistemas de muestreo, entonces se tiene efecto significativo en la detección de enfermedades en una plantación comercial del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el distrito de Uchiza-Tocache.

### **1.6.2 Hipótesis específico**

Evaluar los sistemas muestreo en diseño cruz, zing zag, diseño por zona y en forma lineal, facilita detección y determinación de la incidencia *Moniliophthora roreri*.

Evaluar los sistemas muestreo en diseño cruz, zing zag, diseño por zona y en forma lineal, facilita la detección y determinación de la incidencia *Phytophthora palmivora*.

Evaluar los sistema de muestreo en diseño cruz, zing zag, diseño por zona y en forma lineal, facilita la detección y determiacion de la incidencia *Lasidioploidea theobromae*

### 1.7 Variables

Tabla 01. Variables y operacionalización de variables

VARIABLES		INDICADORES	
Independiente	Sistemas de muestreo	Diseño en cruz Diseño en zigzag Diseño por zona Diseño en forma lineal	
Dependiente	Detección de Enfermedades	Especies	<i>Moniliophthora roreri</i> %
			<i>Phytophthora palmivora</i> %
			<i>Lasiodiplodia theobromae</i> %
Intervinientes	Clima	Temperatura, humedad y precipitación	

**Fuente:** Elaboración propia

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 Antecedentes

Servicio Nacional de Sanidad Agraria SENASA (2017), reportan que al realizar una evaluación se debe de considerar los “Principios básicos relacionados con la evaluación fitosanitaria” de la sección 3 del Manual de procedimientos para la inspección fitosanitaria de zonas seleccionados concluye que se debe tener un conocimiento de las características del cultivo, la fenología, la zona, las plagas, etc. El método de muestreo varía con el tipo y variedad de cultivo, el estado fenológico, la biología y estados dañinos de la plaga, los órganos que ataca, etc.

El primer punto de muestreo y el último deberán estar a 10 metros o hileras de surcos del borde del campo. La evaluación se inicia con un recorrido por el campo que permita obtener resultados representativos de la condición fitosanitaria del cultivo, el recorrido es en forma de X, en zigzag, etc. En caso de que el predio presenta diversas características de suelo, pendiente, etc., se divide el área en zonas que mantengan características similares.

Argüello-Navarro *et al.*, (2016), “cuantificación de bacterias diazótrofes aisladas de suelos cacaoteros (*Theobroma cacao* L.), por la técnica de Número Más Probable (NMP)”. concluye recorriendo los lotes en zig-zag, seleccionando árboles de cacao al azar que presentaran buen estado fitosanitario y se encontraran cercanos al centro del cultivo.

El Sistema zigzag 15 puntos resulta ser estadísticamente importante en el estudio. Ramírez, (2016) en su tesis “Identificación y caracterización de plagas y enfermedades asociadas con el cultivo tradicional de piña Ananas comosus (L. Merr)” realizó un muestreo sistemático que consistió en hacer un recorrido en zigzag dentro de cada parcela experimental (finca) hasta completar 1% del total de plantas de esa parcela; ocupó 10 puntos de muestreo dentro de cada una, dirigiendo el muestreo hacia la raíz, tallo, hojas y frutos.

En Sistema zonal con 15 puntos de muestreo resulta ser también de importancia al acercarse a un porcentaje mayor de la detección de la enfermedad, al respecto Corrales, (2018) en su tesis sobre “Microorganismos asociados a daños en frutas y vegetales frescos”. Ocupó el Sistema de muestreo dirigido *para* la determinación de los principales agentes o microorganismos asociados a daños en las frutas y vegetales con un total de 6 muestreos durante la duración de toda la investigación. En cada muestreo se seleccionaron dos ejemplares de cada fruto o producto vegetal con el mismo síntoma o anomalía, logrando determinar la incidencia de hongos en un 85% de las muestras, destacándose las especies, *Colletotrichum* spp, *Phytophthora* spp, *Botrytis* sp, *Alternaria alternata*, *Curvularia lunata*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Pestalotiopsis psidii*, *Guignardia psidii*, *Ceratocystis* sp, *Fusicladium* sp., *Aspergillus niger*, *Penicillium* spp, *Cladosporium* sp, *Rhizopus*

Se pudo determinar altas “infestaciones de *Moniliophthora roreri* durante el periodo de evaluación”. Ramírez, (2016), indica que las pérdidas económicas asociadas a la pudrición de la mazorca del cacao en Colombia causada por *Phytophthora* spp., y *Moniliophthora roreri* fueron superiores al límite máximo permitido, las pérdidas estuvieron asociadas a variables como son la edad del cultivo y la alta precipitación de la zona de estudio. Por su parte Fachin et al., (2019) en sus estudios sobre factores ambientales y su relación con la incidencia de *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) en frutos de *Theobroma cacao* “cacao” en San Martín, Perú. registraron a la “pudrición parda”, *Moniliophthora roreri* “monilia” y *Moniliophthora pernicioso* como plagas de interés económico para la zona de estudio

Similares resultados reportan Cardona *et al.*, (2009) al estimar el área foliar de papaya (*Carica papaya* L.) basada en muestreo no destructivo, donde el recorrido lineal resultó ser el más rápido, fáciles de medir y permitieron una buena precisión. Por su parte Marín-Ortiz et al., (2018) en sus estudios sobre la detección de plantas asintomáticas de *Solanum lycopersicum* L. infectadas con *Fusarium oxysporum* a nivel de campo lograron la confirmación de las infecciones a través del muestreo lineal y en laboratorio a través del muestreo destructivo.

Franqui y Medina (2003) “la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), biología y aspectos básicos de control” concluye utilizando el diseño de zigzag, como el área de muestreo 1 hectárea (2.5 de cuerda), el tamaño de muestra unos 12 árboles por cuerda (30 por hectárea) escogidos aleatoriamente, en forma de zig zag. La unidad de muestreo compuesta de una rama por cada árbol seleccionada al azar entre las ramas productivas en lo cual se contabilizaron el total de frutos en la rama y frutos brotados.

Cifuentes, (2016) menciona en su informe final de servicios realizados en finca la Loma, “realizó trabajos de determinación de textura de suelo, por el método de Bouyoucus” realizando un muestreo en 2.6 ha., con el sistema de muestreo en zigzag, Logrando el 100% de las metas en este servicio, en el análisis de nematodos del suelo, con el sistema de muestreo en zigzag, en donde se determinaron los géneros *Pratylenchus* y *Meloidogyne*, observando un promedio por sub-muestra de 22 nematodos del genero *Pratylenchus* y 3 del genero *Meloidogyne*, por lo que es considerado una cantidad por debajo del umbral económico y de severidad, el cual indica un promedio de 30 a 40 nematodos por muestra, igualmente se completó al 100% las metas de este servicio.

Cubillos *et al.*, (2014), “Aislamiento de *Trichoderma* sp., en las unidades productivas agrícolas del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura de Campo alegre (Huila)”. Concluye haciendo una colecta de suelo en las 5 unidades agrícolas del Centro de Formación mencionado. En cada una de ellas los muestreos fueron hechos en forma de zigzag cerca de las raíces de la planta, a una profundidad de 20 centímetros

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Origen y taxonomía

Mosquera y Espinosa (2012), indican que el origen del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) surge en la Amazonia al noroeste de América de Sur. Según Torres (2012), la taxonomía del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) indica la siguientes:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Subtipo: Angiosperma

Clase: Dicotiledoneas

Subclase: Dialipetalas

Orden: Malvales

Família: Esterculiáceas

Tribu: Bitnerieas

Género: *Theobroma*

Especie: *cacao*

### 2.2.2 Morfología de la planta

#### a) Raíz

Sus raíces son de estructura fuerte y ancha, pueden alcanzar los 3 m de profundidad y 4 m de ancho. El crecimiento de estas depende de la textura del suelo, la ubicación del nivel freático, el suministro de agua o humedad, condiciones físicas y propiedades químicas del subsuelo. Las raíces principales y auxiliares se desarrollan en los primeros 40 cm de profundidad del suelo, también depende del método de reproducción sexual o asexual. El sistema radicular consta de 3 o 4 raíces principales que realizan funciones reproductivas (Enríquez 2004).

**b) Tallo**

La estructura del árbol está determinada por el tronco y las ramas. El color del tallo varía de verde, pardo grisáceo, pardo verdoso, y en algunos lugares forma un molinete por 3 o 4 ramas que se abren como brazos de 1 m de altura (Enríquez 2004).

**c) Hojas**

La característica de la hoja es según el tipo de tallo del que nacieron. Las hojas del tallo opuesto suelen tener un pedúnculo largo (7 cm a 9 cm) con dos pedúnculos, uno en la base y otro debajo del limbo, lo que permite orientar las hojas en relación con la luz. Las hojas de las ramas tienen tallos cortos con pocas venas adicionales. La distribución de las hojas sobre el tallo difiere de 3/8, es decir, en el tercer, primer y octavo giro están en el mismo plano; mientras que las ramas son espirales (Larrea 2007).

**d) Flores**

La flor es pentámera y sostenida por un pedicelo largo y fino de uno a tres centímetros de longitud. Posee cinco sépalos de color blanco o rosado en forma de estrella. La corola está formada por cinco pétalos blancos compuestos por una base cóncava en forma de concha y una lígula triangular, muy delgada en la base, ancha y cóncava hacia el ápice (León, 2000). Los pétalos poseen como característica distintiva líneas coloreadas en la parte interna que son llamadas líneas guía, se presume que facilitan la orientación de los insectos polinizadores hacia las anteras (Bartley 2005).

**e) Fruto**

El fruto es una baya grande llamado mazorca, mide de 15 a 25 cm de largo y 10 cm de diámetro, dentro se encuentra la semilla de color blanco o violeta, envueltas en una pulpa mucilaginosa blanca. Posee un mesocarpio liso o arrugado, con cinco carpelos de diversos colores al madurar (rojo, amarillo, morado y café). La forma es

generalmente elipsoidal, sin embargo, varía por lo que ha sido el carácter más utilizado para agrupar poblaciones dentro de la especie (León, 2000).

### **2.2.3 fases fenológicas**

#### **a) Floración**

Enríquez (2004), menciona que la floración inicia a los 3 años de edad en plantas de semilla y al año y medio o 2 años en clones. Desde que aparecen en el cojín floral hasta su apertura transcurren 30 días, después de su apertura son viables por 2 días (si no son polinizadas caen). Los árboles emiten gran cantidad de flores, pero menos del 60% son polinizadas, el porcentaje de flores que forman frutos es muy bajo de 0 - 5 %.

#### **b) Fructificación**

El desarrollo de frutos y semillas de cacao, tiene tres etapas bien diferenciadas: una etapa temprana o exponencial en la que el crecimiento es relativamente lento, otra etapa intermedia, en la que el desarrollo es acelerado y prácticamente lineal, y una etapa final en la que es lento el desarrollo del fruto alcanza un límite superior. La acumulación de materia seca coincide con la maduración. En fruta, estas etapas tienen diferentes duraciones dependiendo del material genético utilizado. Por ejemplo, la fase inicial será de 75 a 90 días, la fase lineal de 45 a 70 días y la fase de madurez de 20 a 25 días. Durante la fase lineal, el embrión se espesa y completa su desarrollo (Almeida y Valle 1995).

#### **c) Cosecha**

La cosecha se inicia cuando el fruto o mazorca está maduro. La madurez de la mazorca se aprecia por su cambio de pigmentación, de verde pasa a amarillo o rojo y otros colores similares al amarillo anaranjado fuerte o pálido. En caso de frutos de coloración roja violácea muy acentuada el cambio de color es muy aparente y se corre

el riesgo de no cosechar a tiempo las mazorcas que han alcanzado madurez plena, cuando existen dudas respecto del estado del fruto maduro este puede ser golpeado y si se produce un sonido hueco es señal de que el fruto está maduro (MINAG 2004). En la época de cosecha la recolección debe hacerse cada 15 a 21 días para evitar pérdidas y sobre maduración de las mazorcas, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2006).

#### **2.2.4 Condiciones edafoclimática**

Para el desarrollo del cultivo de cacao se necesita de un clima cálido y húmedo, la altitud óptima de 0 a 2 600 m.s.n.m. y concuerde con una temperatura que oscila entre los 20 °C a 32 °C, una temperatura óptima de 25 °C (Ramírez 2013).

##### **a) Precipitación**

La precipitación óptima es de 1 500 a 2 600 ml/año, la producción puede verse afectada si la cantidad de precipitación supera los 2 600 ml. Una de las características del cultivo del cacao es su incapacidad para soportar sequía o cierto tipo de inundaciones, por lo que es necesario implementar el control de drenaje correspondiente (Carrión, 2012).

##### **b) Humedad relativa**

Quiroz y Mestanza (2012), mencionan que el cultivo de cacao necesita para un óptimo desarrollo una humedad relativa promedio de 70 a 80%.

#### **2.2.5 Principales enfermedades del cacao**

El cacao es atacado por microorganismos que afectan su producción y calidad, lo cual constituye un ambiente favorable para el desarrollo de enfermedades y por consiguiente se incrementan los costos de producción (Fulton, 1989); según (Jaimes y Aranzazu 2010), las principales enfermedades en los cacaotales son la

moniliasis: *Moniliophthora roreri*; pudrición parda, chancro o gomosis: *Phytophthora palmivora*; Mazorca Negra (*Lasiodioplotia theobromae*)

### **2.2.6 Moniliasis *Moniliophthora roreri***

Es una de las enfermedades más importantes del cultivo de cacao en el Perú, y daña el fruto en cualquier etapa de su desarrollo. Los síntomas inician con deformación y manchas de frutos, así como descomposición interna de semillas y momificación. Aparece al principio como una capa algodonosa y luego se cubre con una capa cremosa de esporas que son el agente infeccioso de la enfermedad. El rango de adaptación es de 0 a 1500 msnm, con precipitación anual de 780 a 5550 mm y temperatura promedio de 18 a 28 °C (IICA, 2006). *Moniliophthora roreri* puede infectar las inflorescencias.

#### **a) Taxonomía**

Según Evans *et al.*, (2003), menciona que la taxonomía de la Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) es la siguiente:

Reino: Fungi

Filum: Oomycota

Clase: Deutoromicetes

Orden: Moniliales

Familia: Tricholomataceae

Género: *Moniliophthora*

Especie: *roreri*.

#### **a) Importancia económica**

La enfermedad de moniliasis en cacao destruye los frutos, provocando pérdidas estimadas entre el 50% y el 80% de la producción total anual, dependiendo de las condiciones ambientales, el manejo del cultivo, las medidas de control que se apliquen y de las variedades. Las pérdidas varían de una localidad a otra y de un año a otro,

plantaciones ubicadas en zonas húmedas, con poca tecnificación y sin control, es frecuente observar pérdidas superiores al 90% de una cosecha. (Delgado y Suarez, 1993).

### **b) Ciclo de vida de la enfermedad**

El periodo de incubación del hongo (*Moniliophthora roreri*), dura aproximadamente de 3 a 8 semanas, dependiendo de las condiciones climáticas, la edad de los frutos y la susceptibilidad de las variedades de cacao, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA, 2012). La sobrevivencia del patógeno, empieza en los residuos de cosecha y en los frutos viejos que permanecen durante mucho tiempo adheridos a las ramas y troncos. Las esporas diseminadas por el viento, los insectos y la lluvia contaminan los frutos sanos. (Navarro y Mendoza, 2006)

Si la superficie del fruto esta húmeda y entra en contacto con el hongo las esporas germinan y lo infectan, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, 2009), invadiendo los tejidos en forma intercelular, mediante la formación de conidióforos, conidios y micelio. Después se producen hifas que invaden los tejidos en forma intracelular, presentándose los síntomas característicos de la enfermedad como son manchas irregulares de color pardo, terminando con la pudrición del fruto y la presencia de un polvo blanco, que son las esporas del hongo. (Delgado y Suarez, 1993), (Phillips-Mora 2006), también menciona que al germinar las esporas pueden penetrar en forma directa en la cáscara del fruto, a través de las aberturas naturales como las estomas y por heridas, creciendo entre las células del cotex.

### **c) Sintomatología**

La enfermedad ataca a los frutos del cacao y varía según la zona y época del año, en frutos jóvenes de menos de tres meses, se producen deformaciones. En mazorcas de más de tres meses, se presentan los puntos de apariencia aceitosa (oscuros brillantes) que da la apariencia de una falsa madurez. Estos síntomas se incrementan

hasta aparecer la mancha de color chocolate y luego en una semana aparece un polvillo blanco (conidias) que va tornándose gris, donde ocasionan necrosis, deformación y pudrición. En mazorcas de 60 a 80 días de edad, es posible apreciar tejido interno necrosado (Evans *et al.*, 1998 y Parra 2005).

#### **d) Epidemiología**

La fruta infectada puede producir varios ciclos de esporas. Incluso los frutos momificados en los árboles o en el suelo son capaces de producir esporas cuando se acercan a la etapa de descomposición (Evans, 1981). Las esporas se producen abundantemente en frutos enfermos, en cantidades de hasta 44 millones de esporas/cm<sup>2</sup> (Campuzano, 1981, citando a Phillips-Mora, 2004). Por lo tanto, una fruta en su tamaño maduro puede producir más de 7 mil millones de esporas.

#### **f) Métodos de control**

Fhia (2012), indica que los métodos de control adecuado para poder disminuir la incidencia y severidad del patógeno es la siguiente:

##### **Control cultural**

(Jaimes y Aranzazu, (2010); indica que el control cultural se basa en la utilización de diferentes prácticas agronómicas. Para esto se realizan podas de mantenimiento para mantener la aireación, favorecer la entrada de luz y evitar la formación de un microclima adecuado para el desarrollo del patógeno; se debe realizar una fertilización adecuada, pues las plantas bien nutridas son menos susceptibles al ataque de plagas y enfermedades. Fhia, (2012), indica que la eliminación de los excesos de agua mediante canales, control de malezas, ayudan a mantener un ambiente más seco y desfavorable para el patógeno; la cosecha oportuna ayuda a la reducción de fuentes de inóculo. Una de las prácticas más eficaces para disminuir la incidencia y severidad de la moniliasis es la remoción de frutos.

## **Control genético**

Este método se basa en la identificación y selección de plantas con propiedades resistentes a enfermedades, las cuales pueden ser cuantitativas o cualitativas. Aún no se han descubierto variedades resistentes a *Moniliophthora roreri* pero diversos estudios realizados en países como Ecuador, Colombia, Costa Rica y Honduras permiten considerar resistentes a enfermedades los siguientes cultivares (clones o híbridos): UF-273, UF-712, PA-169, ARF-22, EET-75, EET233, IMC-67 y UF-296.

## **Control biológico**

Suárez y Rangel (2014), en investigaciones realizadas mencionan que los microorganismos *Paecilomyces sp.* y *Bacillus brevis* permiten obtener un porcentaje de antibiosis del 89 % versus el hongo (*Moniliophthora roreri*). El INIAP está realizando estudios en la Amazonía, utilizando microorganismos antagónicos, específicamente el hongo del género *Trichoderma*, que contribuyen al control de patógenos y como consecuencia de esto reducen la incidencia y severidad de enfermedades como *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora sp.* (Pico *et al.*, 2012).

## **Control químico**

Este método se basa en la utilización de fungicidas de síntesis química que hasta el momento no han dado resultados satisfactorios (Ramírez, 2008). En el caso de la moniliasis es conveniente utilizar productos a base de cobre. Se recomienda realizar las aplicaciones cuando los frutos tengan de 4 a 5 cm de largo. La dosis varía de acuerdo a la presentación del producto y a las condiciones climáticas pudiendo utilizarse la dosis de 1 a 2.5 kg/ha en productos de presentaciones en polvo mojable y en soluciones de 250 cc/ha, aplicados mínimo cinco veces con una frecuencia de 22 días (Pico *et al.*, 2012).

## **Control Legal**

La enfermedad puede ser introducida debido al movimiento de las plantas y productos vegetales contaminados, por lo tanto, se debe aplicar las normas para la producción, distribución y comercialización del material de propagación del cultivo de cacao (Jaimes y Aranzazu, 2010).

### **2.2.8. Pudrición parda (*Phytophthora palmivora*)**

#### **a) Importancia económica**

Esta enfermedad es causada por el hongo *Phytophthora palmivora* (Butl.) y *P. capsici* (*Leoniam*), ambos producen pudriciones en frutos; pudiendo infectar también otras partes de la planta como hojas, chupones, cojines florales, tallo y raíces. Esta enfermedad es endémica de las áreas cacaoteras y a nivel mundial limita seriamente la producción, ocasionando pérdidas hasta un 30%. (Opeke y Gorenz, 1974)

#### **b) Ciclo de vida de la enfermedad**

El ciclo de vida de *Phytophthora palmivora* involucra tanto el estado asexual como el sexual, que se presentan dependiendo de las condiciones ambientales. Predomina el estado asexual, el cual inicia cuando la estructura vegetativa o esporangio germina, y en condiciones óptimas de humedad (agua libre) y temperatura (15° – 38° C) libera las zoosporas. Éstas son estructuras (esporas) móviles, de vida corta y poseen dos flagelos, uno anterior y otro posterior. El anterior es el responsable de movilizar la zoospora a través del agua (hasta 1,5 cm), mientras que el flagelo posterior actúa como una hélice que le da la dirección a la célula (Walker y Van West, 2007). Las zoosporas cumplen dos papeles fundamentales para el ciclo de vida del

patógeno: 1) transmisión del patógeno de un hospedero a otro y 2) dar la orientación del patógeno hacia el sitio de infección (hospedero) (Walker y Van West, 2007).

### **c) Sintomatología**

Se caracteriza por presentar una mancha de color chocolate, de forma casi circular, que rápidamente se extiende por toda la superficie hasta cubrir la mazorca en siete o diez días. La mancha presenta características similares a las causadas por moniliasis, pero con bordes bien definidos. Las mazorcas afectadas son blandas y menos pesadas que las mazorcas normales o las atacadas por moniliasis, el daño es de apariencia acuosa. Es posible apreciar los signos del hongo los cuales son evidentes porque se ve un micelio blanco poco compacto y superficial, que aparece a las dos o tres semanas después de la primera mancha (Gregory, 1972). Las almendras que se infectan resultan inservibles y en un plazo de 10 a 15 días la mazorca está totalmente podrida (Medeiros, 1974).

En el tallo aparecen "chancros" circulares u ovalados, aislados en grupos con bordes difusos y coloraciones negro rojizos. Inicialmente son difíciles de distinguir en la corteza, al mezclarse con el moteado natural de la misma y las epifitas que crecen sobre el cacao. Sin embargo, cuando hay musgo creciendo en el área lesionada, se muere dejando ver un área seca que destaca del conjunto. En etapa más avanzada de la infección, la lesión exuda un fluido rojo oscuro a través de las cuarteaduras de la corteza, por el cual es fácil identificarla. Pues el hongo se desarrolla más rápidamente en el cambium y tejido corticales internos (Medeiros, 1974).

### **d) Epidemiología**

El factor principal para el desarrollo epidémico de la enfermedad en mazorcas es la precipitación, la misma que se acentúa entre tres y nueve días después. En el Alto Huallaga, la precipitación mensual promedio oscila entre 126.7 y 262.8 mm con humedad relativa 80%, y temperatura entre 24 y 25.7°C; estas condiciones climáticas

favorecen grandemente la infección de *Phytophthora*; prevaleciendo estas condiciones de diciembre a abril, coincidentemente en la época de máxima fructificación, por tanto, en este periodo se tomarán mayores medidas preventivas (Arévalo, 2004).

#### e) **Métodos de control**

La remoción de frutos secos y con mínimas lesiones derivados de la enfermedad, también ayudan el control. Cuando la enfermedad se presenta en el tronco, se quita utilizando un cuchillo toda la parte afectada hasta encontrar el tejido sano enseguida aplicar una pasta protectora soluciones de sales cúpricas en toda el área lesionada.

#### **Control cultural:**

Son labores para adecuar la sombra y el tamaño de los árboles de cacao, con lo cual se permite la entrada de luz y el flujo de aire dentro del cultivo. También, incluye el uso de distancias de siembra adecuadas, las podas en la época establecida para cada región, el control de arvenses y la oportuna cosecha. Algunas de estas prácticas son usadas por los agricultores para estimular la floración y favorecer el desarrollo de las mazorcas. Estos residuos se incorporan a la hojarasca con abonos orgánicos, tales como la gallinaza o con inorgánicos como la cal, con el fin de incrementar la acción de los microorganismos benéficos, que aceleran su descomposición. La remoción de tejido afectado por *Phytophthora sp.*, son prácticas sanitarias importantes, ya que evitan la dispersión del inóculo. De igual manera, la presencia de hojarasca y cobertura impide la diseminación de la enfermedad ya que amortiguan las salpicaduras de la lluvia y promueven la riqueza de poblaciones microbianas que favorecen la descomposición de los tejidos infectados por *Phytophthora sp.* (Guest, 2007).

#### **Control químico:**

Se utilizan sustancias protectoras a base de cobre, así como fungicidas sistémicos a base de metalaxil. La inyección de sales de fosfato de potasio ha

demostrado ser un procedimiento de control químico muy efectivo, particularmente en el control de canchales que afectan a tallos y ramas (Guest, 2007). En los últimos años se han realizado investigaciones en control biológico con resultados prometedores en laboratorio, donde no existen productos comerciales. Los resultados muestran que los grupos endófitos presentes en los tejidos del cacao pueden proteger a las plantas cuando se aíslan, seleccionan e introducen en un sistema de población más grande para proteger contra *Phytophthora* sp. (Guest, 2007) Este fue el caso de *Geniculosporium*, aislado de hojas de cacao sanas en Camerún (Tondje, 2006).

### **2.2.9 Mazorca Negra (*Lasiodiplodia theobromae*)**

#### **a) Taxonomía**

Pertenece a la familia Phylum Ascomycota, clase Dothideomycetes, orden Botriosphaerales y familia Botryosphaeriaceae Slippers (2013) Sathya (2017). Menciona que *Botryosphaeria rhodina* (Berk. y M.A. Curtis), taxonómicamente ha sido tema de confusión a lo largo del tiempo, debido principalmente a su sinonimia en la nomenclatura con *L. theobromae* (Burgess, 2006).

En condiciones de laboratorio, inicialmente el patógeno presenta un desarrollo micelial de color blanco, tornándose posteriormente de color cenizo oscuro, hasta volverse finalmente negruzco. Los picnidios formados son de color negro que son de estructuras, resistencia y ostiolados con parafisis de 4 y 55  $\mu\text{m}$  de ancho y longitud, respectivamente Barnett Hunter (1998).

#### **b) Importancia económica y distribución geográfica**

*Lasiodiplodia theobromae* es un hongo patógeno que se ha vuelto importante en muchos países de América Latina, especialmente en Ecuador, causa principalmente la muerte de los árboles y la pudrición de la fruta en los árboles de cacao comerciales. La gran cantidad de huéspedes, que consisten principalmente en

cultivos importantes para la agricultura, hace que este patógeno sea un organismo común y su capacidad para persistir en el suelo y los restos de plantas lo hace difícil de controlar. El movimiento de material vegetal infectado por *Botryosphaeriaceae* incluido *L. theobromae* mediado por humanos, puede facilitar su dispersión a nivel mundial (Mehl, 2017).

### **c) Ciclo de vida de la enfermedad**

Los patógenos de plantas que persisten en el suelo y las plantas todavía están presentes (la fuente de patógenos, principalmente en forma de picnidios, micelios (Michereff, 2005; Kuswinanti, 2019) y esporas que actúan como estructuras de resistencia en los restos de tejidos infectados y en el suelo Ogundana (1983). Las esporas en los picnidios son liberadas al ambiente en condiciones óptimas y esparcidas por el viento y la lluvia (Vásquez-López, 2009) o transportadas por insectos de la familia Miridae (*Helopeltis thetvora*, *H. ammonli* y *H. theobromae*), (Ploetz, 2003).

### **d) Sintomatología**

El patógeno puede infectar tejidos vegetales sanos sin que se presenten síntomas visibles en el cultivo comportándose como un endófito (Mohali, 2005). Sin embargo, si la planta atraviesa algún tipo de estrés los síntomas se pueden hacer visibles (Mullen, 1991) En condiciones controladas, los primeros síntomas pueden ser visibles a los 14 días después de la inoculación (DDI) de *L. theobromae* en plantas de cacao.

Otros síntomas observados en campo es la pudrición y la momificación de mazorcas (Valarmathi, 2018). Luego que el hongo penetra muy fácilmente los tejidos de mazorcas sanas aparecen manchas de coloración marrón en la corteza pudiendo alcanzar las almendras de cacao, donde finalmente se puede observar la mazorca totalmente necrosada e inviable. Las mazorcas afectadas presentan en su interior una masa de micelio negrozco que envuelve las almendras.

### e) **Epidemiología**

*L. theobromae* es un hongo vegetal que se encuentra comúnmente en las regiones tropicales y subtropicales del planeta (Salvatore, 2020), y puede crecer fácilmente en suelos arcillosos o impermeables con alto contenido de humedad (Rodrigues, 2003). Su crecimiento óptimo se encuentra entre 29 y 30 °C (Pitt, Huang, Savocchia, 2013). Los microorganismos pueden reproducirse entre 15 y 40 °C (Shaidul, 2001). Se ve favorecido por los períodos lluviosos, lo que estimula la producción masiva de esporas (Vazquez-Lopez *et al.*, 2009).

### f) **Métodos de control**

Una vez que se detecta *L. theobromae* en un cultivo o fallan algunos fitopatógenos de la familia *Botryosphaeriaceae*, el manejo puede volverse difícil (Jaiyeola *et al.*, 2014), principalmente debido a la capacidad de los hongos para sobrevivir en los restos de tejido. (Michereff *et al.*, 2005; Kuswinanti, 2019) y el amplio grupo de huéspedes (Akrofi *et al.*, 2016). El uso de prácticas de manejo convencionales, como el de fungicidas sintéticos, también se pueden usar otras alternativas ambientales, lo que puede provocar efectos adversos. Eficiencia económica (Adu-Acheampong, 2012).

### **Control cultural**

Este método consiste básicamente en interferir los procesos del patógeno como sobrevivencia, diseminación y reproducción, minimizando los efectos de la enfermedad. Como medida importante, se recomienda realizar un saneamiento adecuado en toda la plantación, eliminando partes, tejidos o plantas infectadas mediante podas adecuadas Akrofi (2016), y restos presentes en el suelo, pues este es una fuente de inóculo importante para el fitopatógeno. Otro método cultural que puede ser implementado, está la selección del área de plantación libre de patógenos, la elección de la época de siembra (vivero) o trasplante (campo), el uso de material de propagación libre de patógenos, y tal vez uno de los más importantes, evitar lesiones

en las plantas, puesto que las heridas pueden ser la principal puerta de ingreso para el patógeno (Michereff *et al.*, 2005).

### **Control químico**

Aunque el uso de fungicidas en el cultivo de cacao en América Latina es mínimo, el uso de diferentes fungicidas de origen sintético (comúnmente denominado de químico) han sido usados para el control enfermedades producidas por *L. theobromae* como gomosis, muerte regresiva, pudrición de frutos, debido principalmente a que estas moléculas pueden suprimir el crecimiento micelial y la germinación de conidios del patógeno. Entre los fungicidas usados de forma aislada están azoxistrobina, carbendazim, clorotalonil, difenoconazol, fosetil-aluminio, iprodiona, mancozeb, metil tiofanato, piraclostrobina, procloraz, propiconazol y tebuconazol, así como en mezclas ciprodinil + fludioxinil, Clorotalonil + carbendazim y piraclostrobin + boscalid (Tovar-Pedraza *et al.*, 2013).

#### **2.2.10 Tipos de muestreo**

Para la evaluación de las enfermedades en el cultivo de cacao se siguió la metodología, de SENASA (2017) en la cual menciona que, los tipos de muestreo para un cultivo. El primer punto de muestreo y el último deberán estar a 10 metros o hileras de surcos del borde del campo.

La evaluación se inicia con un recorrido por el campo que permita obtener resultados representativos de la condición fitosanitaria del cultivo, el recorrido es en forma de X o en zigzag. En los casos de predios con diversas características de suelo, pendiente, etc., se divide el área en zonas que mantengan características similares.

Paredes (2003) menciona que, las Buenas Prácticas Agrícolas promueven el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), para minimizar el uso de pesticidas y el impacto sobre el medio ambiente también para los trabajadores y los consumidores. El MIPE utiliza diversas estrategias y tácticas para el control.

Inicialmente, se apoya en los factores de control natural, como agentes patógenos, parásitos, depredadores y condiciones climáticas adversas al desarrollo de los insectos.

#### **a) Muestra**

Las poblaciones en entomología consisten en individuos distribuidos en su hábitat particular. De esta población queremos conocer determinados parámetros, como el número total de individuos, la densidad media o determinados atributos (ratio de machos y hembras, parásitos, longitud de las larvas, etc.). Dado que no es posible observar individualmente a todos los individuos que componen una población, un sistema consistiría en extraer una muestra y estimar a partir de ella el parámetro poblacional que nos interesa (Marí, 2004).

La sencillez implica que el muestreo pueda llevarse a cabo con relativa facilidad y en un periodo de tiempo razonable. La precisión es necesaria para que los valores obtenidos representen fielmente a la población absoluta y así podamos anticipar el daño que produce dicha población.

En muestreos aplicados al Manejo Integrado de plagas suele admitirse una precisión tal que el error estándar de la media muestral sea como máximo el 25% de dicha media. A partir de estos parámetros podemos calcular el tamaño de muestra, o número de unidades de muestreo que constituyen la muestra.

#### **b) Unidad de muestreo**

Parte de la planta o del medio en la cual se cuentan los daños. Debe ser apropiada al tamaño, a la distribución espacial y a la abundancia del problema que estamos muestreando. Depende también de otros factores como el coste de la recogida y observación de esa unidad de muestreo.

A medida que esa unidad de muestreo aumenta o disminuye en tamaño en comparación con la unidad de muestreo biológicamente relevante la pauta de distribución aparente tenderá en general hacia la distribución al azar. Como norma general se puede decir que el tamaño de la unidad de muestreo debe ser el menor cuando un organismo tiene una distribución agregativa. Ello parece estar en contradicción con la sensación intuitiva de que cuanto mayor es la unidad de muestreo mejor va a resultar la estimación de la población dado que se obtienen más individuos por unidad de muestreo (Marí, 2004).

### **2.2.11 Tipos de muestreo común**

#### **a) Muestreo en Zig zag**

Es una combinación de muestreo sistemático y aleatorio, cuya característica principal es que se realiza alternativamente entre un lado y otro del espacio a muestrear. Es ampliamente utilizado en estudios de suelos agrícolas por agrónomos. El muestreo sistemático también puede seguir un muestreo específico (zigzag, circular) o en diagonal partiendo de los puntos más extremos de la parcela, siempre muestreando a intervalos regulares, generalmente cada 56 árboles. La fila y el stock deben muestrearse por separado. Tomar muestras en hileras bajo la proyección de la copa de los árboles, a razón de 23 submuestras por árbol (Valencia y Hernández 2002).

#### **b) Muestreo Lineal**

Se selecciona un camino, la distancia total de ese camino se divide por el número de muestras a tomar. La forma de la ruta puede variar y puede incluir líneas diagonales a lo ancho del campo, zigzags o incluso diseños que representan las letras del alfabeto como en "X". (Mairena, 2015).

### **c) Muestreo aleatorio**

Esta técnica de muestreo también es conocida como Muestreo al Azar, en éste se aplican las leyes de la Probabilidad, en éste se considera que todos los elementos de la población tienen la misma oportunidad (Probabilidad) de ser seleccionados para ser incluidos dentro de la muestra (Mantilla, 2015).

Es probablemente el más simple de todos. La selección de las muestras se deja completamente al azar y no hay relación con ninguna variación observada. Es un método por el que cada muestra o propiedad tiene la misma probabilidad de ser tomada y considerada. En un campo homogéneo es un método satisfactorio, pero si existe una gran variabilidad es mejor usar otro método. Existen muchos mecanismos para la obtención de la muestra aleatoria, como calculadoras, tabla de números aleatorios, colocación de los números en una bolsa para su posterior extracción. Este tipo de muestreo es recomendable para áreas homogéneas, delimitadas por referencias visibles (Valencia y Hernández, 2002).

### **d) Muestreo sistemático**

Este muestreo puede ser realizado de manera aleatoria o no aleatoria, lo importante es que el recolector de muestras debe definir las reglas de manera exacta, y clara para la obtención de la muestra, en este se deberá de seguir cada una de las reglas determinadas de manera sistemática, es decir, como un sistema bien definido, sin salirse del esquema planteado como sistema de recolección de datos. Este muestreo se realiza caminando sobre una ruta establecida a través del campo, tomando muestras a distancias específicas, puede ahorrar tiempo y servir para hacer máximo uso de un número fijo de muestras.

### **e) Muestreo por cuadrante**

Para este tipo de muestreo es necesario que el investigador utilice un plano del área a muestrear, el plano es para poder dividirlo en cuadros (cuadrantes) los cuales serán numerados en el orden deseado por el investigador, ya elaborada la división se procede a sortear los cuadrantes que serán muestreados. En este caso se emplea el método aleatorio para la selección de los cuadrantes (Mantilla, 2015).

Este muestreo se efectúa sistemáticamente, a intervalos fijos. Este tipo de muestreo da resultados más exactos que el muestreo al azar, porque las muestras se distribuyen regularmente en toda la superficie. Sin embargo, si el suelo presenta una variación periódica o sistemática de una propiedad, o si el intervalo entre muestras sucesivas coincide con el ritmo de variación, se obtendrán muestras sesgadas, por lo que antes de proceder a este tipo de muestreo se recomienda hacer un estudio preliminar para conocer la naturaleza y variabilidad del suelo (Torri *et al.*, 2007).

### **f) Muestreo el cinco de oros**

Este es un método muy empleado en el estudio de campos de cultivo, aunque no es el único lugar donde se emplea, en éste se considera el campo de cultivo y se indican las cuatro esquinas que serán consideradas para el muestreo, además se tomará en cuenta que el centro también deberá de ser muestreado. De esta manera se considera que las muestras o datos obtenidos cubren casi el total del espacio para que los datos sean más representativos (Rendón, 1994).

## **2.2.12 Descripción de los sistemas de detección de enfermedades del cacao**

Bartra (2021) entrevista personal, menciona el ingeniero encargado de la plantación comercial de cacao, menciona que los sistemas de muestro para la evaluación de enfermedades no ay un sistema de evaluación de las enfermedades por tal motivo le interesa saber los sistemas de muestreo para que él puede seguir

investigando más en su trabajo que viene haciendo, también menciona será útil para los agricultores a detectar fácil las enfermedades y así controlar.

1) Bartra, responsable de plantación de cacao entrevista personal 2021 / 04/ 20

### 2.3 Bases conceptuales

**Patógeno:** son agentes infecciosos que pueden provocar enfermedades a su huésped este término se emplea normalmente para describir microorganismos como los virus bacterias y hongos. Estos agentes pueden perturbar la fisiología normal de plantas, animales y humanos (Kadir. J *et al* 2021)

**Monitoreo:** es un proceso continuo y sistemático que mide el progreso y los resultados de la ejecución de un conjunto de actividades (proceso) en un período de tiempo, con base en indicadores previamente determinados, garantiza que se logre el resultado, se buscan las razones de las fallas comprobadas, con el objetivo de encontrar alternativas de solución, reporta logros para que las prácticas exitosas puedan ser replicadas y las erróneas revisadas es un proceso permanente que consiste en revisar el cumplimiento de las actividades programadas y si con esas actividades estamos alcanzando las metas propuestas, el monitoreo tiene como finalidad conocer el estado sanitario del cultivo, la evolución de la población de las plagas y enfermedades (Rodríguez, 1999).

**c) Evaluación:** (Quintero, 1995), identifica los aspectos que han dificultado o favorecido el desempeño del proyecto, con el propósito de sacar enseñanzas para un futuro proyecto o para plantear estrategias de cambio en una siguiente fase. consiste en revisar y valorar si con el desarrollo del proyecto, logramos alcanzar los objetivos planeados, se dieron los cambios que esperábamos y si se lograron concretar los anhelos comunes.

**d) Infestación:** denomina a la invasión de un organismo vivo por agentes parásitos externos o internos La diferencia fundamental con el término infección es que este último se aplica exclusivamente en microorganismos que tienen como objetivo su reproducción en el organismo infectado, Contiene una gran cantidad de insectos, ácaros, nematodos, etc., aplicados a un área o campo. También se aplica a la

superficie de una planta, suelo, contenedor o herramienta contaminada con bacterias, hongos (Kadir. J *et al* 2021)

**f) Incidencia:** Es el porcentaje o proporción de individuos enfermos en relación al total. Los individuos normalmente son las plantas, también pueden ser ramas principales, hojas, flores, frutos, espigas etc. Se evalúan en cada individuo la presencia o ausencia de enfermedad. (Kadir. J *et al* 2021)

### III. METODOLOGIA

#### 3.1 Ámbito

La investigación, se llevó a cabo en la plantación comercial de cacao de la Empresa Palmas del Espino S.A.

##### Ubicación política

Región : San Martin  
 Provincia : Tocache  
 Distrito : Uchiza.  
 Lugar : Palma Wasi

##### Posición geográfica

Latitud sur : 08° 27' 43"  
 Longitud : 76° 28' 42"  
 Altitud : 544 m.s.n.m

**Figura. 1** ubicación del campo experimental, San Martin, Tocahe, Uchiza 2021



Fuente: google masp 2021

### 3.2 Población

La población en estudio estuvo conformada por 1 200 plantas 2 5 ha en cada 1 bloque del cultivo de cacao. Se utilizaron plantaciones de cacao del clon CCN-51 de 10 años de edad, sembradas a 2 8 m entre planta, 2 5 m entre línea y 3 5 entre surcos. Se delimitará en un área de 7 5 hectáreas (75 000 m<sup>2</sup>).

### 3.3 Muestra

Estuvo constituido por 9 y 15 plantas por unidad experimental según tratamiento

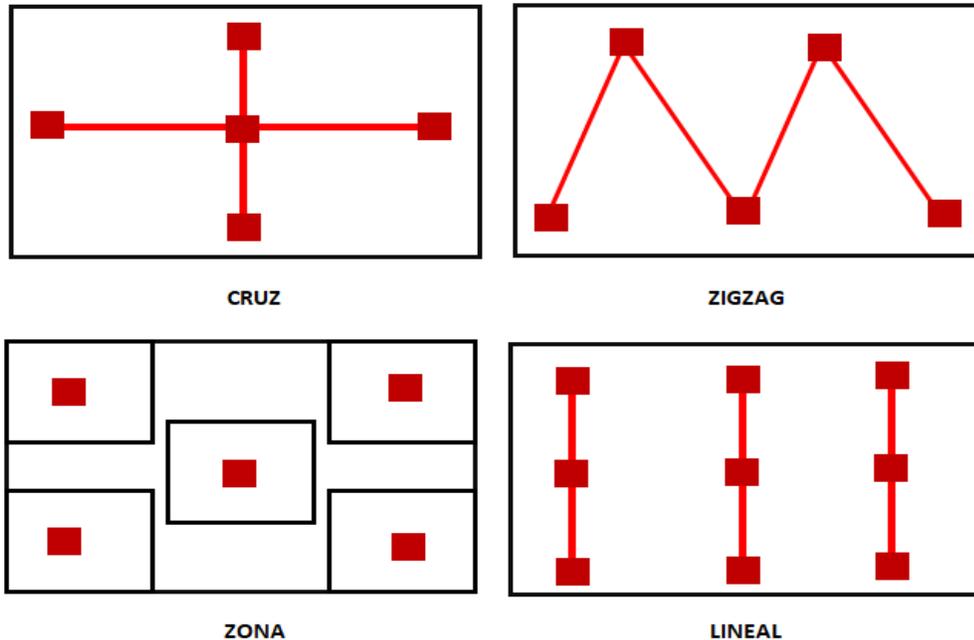
#### 3.2.1 Tratamientos en estudio

Se realizaron 3 repeticiones en cada uno de los siguientes 8 tratamientos:

**Tabla 2:**

Detalle de tratamiento en estudio por repeticiones

TRATAMIENTOS	MUESTRA
Sistema Cruz (T01)	9 plantas
Sistema Cruz (T02)	15 plantas
Sistema Zona (T03)	9 plantas
Sistema Zona (T04)	15 plantas
Sistema zigzag (T05)	9 plantas
Sistema zigzag (T06)	15 plantas
Sistema lineal (T07)	9 plantas
Sistema lineal (T08)	15 plantas



### 3.4 Nivel y tipo de estudio

Se realizó una investigación aplicada, porque se tuvo que recurrir a los principios de la ciencia de fitopatológica para tratar el problema de enfermedades de cacao, generando los sistemas de muestreo para la detección de las enfermedades de cacao.

El nivel de investigación es experimental porque se manipularon las variables independientes (sistemas de muestreo), y se determinó el efecto en la variable dependiente (detección de enfermedades) y se compararon los resultados entre tratamientos.

### 3.5 Diseño de investigación

El área experimental fue la parcela B12b (bloques I, II y III) la cual cuenta con 7 5 hectáreas efectivas sembradas a la densidad de 1200 plantas en 2 5 hectárea para las evaluaciones de los tratamientos de estudio.

**a) Sistema cruz:** en este tipo de muestreo se tomó 3 bloque para, cada tratamiento dentro de los 7 5 hectáreas, con 85 líneas y 37 plantas por línea para las quince plantas, empezando el primer punto línea 43 planta 5, segundo punto línea 43 planta 12, tercer punto línea 43 planta 19, cuarto punto línea 43 planta 26, quinto punto 43 planta 33, punto seis línea 51 planta 19, punto siete línea 59 planta 19, punto ocho línea 67 planta 19, punto nueve línea 75 planta 19, punto 10 línea 83 planta 19, punto 11 línea 35 planta 19, punto doce línea 27 planta 19, punto trece línea 19 planta 19, punto catorce línea 11 planta 19 y punto quince línea 3 planta 19 se hace un recorri toda el bloque en forma de cruz llegando a los puntos indicados para la evaluación con la ayuda de una ficha auxiliar.

**b) Sistema zig zag:** este tipo de muestreo se considera que es una combinación del muestreo sistemático y el aleatorio. se tomó 3 bloque para cada tratamiento dentro de los 7 5 hectáreas con 85 líneas y 37 plantas por línea para las quince plantas, empezando el primer punto línea 75 planta 5, segundo punto línea 71 planta 12, tercer punto línea 67 planta 19, cuarto punto línea 63 planta 26, quinto punto línea 58 planta 33, punto seis línea 54 planta 26, punto siete línea 51 planta 19, punto ocho línea 43 planta 5, punto nueve línea 35 planta 19, punto 10 línea 32 planta 26, punto 11 línea 28 planta 33, punto doce línea 23 planta 26, punto trece línea 19 planta 19, punto catorce línea 14 planta 12 y punto quince línea 11 planta 5. se hace un recorri todo el bloque en forma de zigzag llegando a los puntos indicados para la evaluación con la ayuda de una ficha auxiliar.

**c) Sistema zonal:** La evaluación se inicia con un recorrido por el campo que permita obtener resultados representativos de la condición fitosanitaria del cultivo, el recorrido es en forma de zonal. se tomó 3 bloque para cada tratamiento dentro de los 7 5/ ha con 85 líneas y 37 plantas por línea para las quince plantas, empezando el primer punto línea 59 planta 3, segundo punto línea 69 planta 10, tercer punto línea 79 planta 20, cuarto punto línea 79 planta 20, quinto punto línea 69 planta 27, punto seis línea 59 planta 34, punto siete línea 53 planta 11, punto ocho línea 43 planta 19,

punto nueve línea 33 planta 27, punto 10 línea 27 planta 34, punto 11 línea 17 planta 27, punto doce línea 7 planta 20, punto trece línea 27 planta 3, punto catorce línea 17 planta 10 y punto quince línea 7planta 17 se hace un recorri toda el bloque en forma de zonal llegando a los puntos indicados para la evaluación con la ayuda de una ficha auxiliar.

**d) Sistema lineal:** Para ello se marca una línea recta sobre los puntos separados una distancia. se tomó 3 bloque para cada tratamiento dentro de los 7 5 / ha con 85 líneas y 37 plantas por línea para las quince plantas, empezando el primer punto línea 75 planta 5, segundo punto línea 75 planta 12, tercer punto línea 75 planta 19, cuarto punto línea 75 planta 26, quinto punto línea 75 planta 33, punto seis línea 43 planta 5, punto siete línea 43 planta 12, punto ocho línea 43 planta 19, punto nueve línea 43 planta 26, punto 10 línea 43 planta 33, punto 11 línea 11 planta 5, punto doce línea 11planta 12, punto trece línea 11 planta 19 (13) punto catorce línea 11 planta 25 y punto quince línea 11 planta 33 se hace un recorri toda el bloque en forma de lineal llegando a los puntos indicados para la evaluación con la ayuda de una ficha auxiliar.

### **3.6 Métodos, técnicas e instrumentos**

#### **3.6.1 técnicas para obtener información bibliográfica**

Se procedió a registrar y analizar los datos obtenidos de las fuentes bibliográficas pertinentes (libros académicos, artículos científicos, tesis de ingeniero agrónomo, otros) desde una perspectiva objetiva y sistemática con respecto al tema investigado, de tal manera dichos datos sirvieron para elaborar el marco teórico de la investigación, así como elaborar el debate de los resultados de este.

#### **3.6.2 técnicas de campo**

**Observación:** se observó la presencia de enfermedades en estudios en frutos, permitieron visualizar los datos directamente en el campo experimental.

**Conteo:** se contabilizaron el número de frutos enfermos que se presenta en el cacao o unidad análisis al transcurso del tiempo

### **3.6.3 instrumentos y materiales**

#### **a) Materiales**

##### **Material vegetal**

Genotipo de cacao clon CCN-51, de 10 años de edad.

##### **Materiales de escritorio**

Tablero

Papel bond

Lapicero

Libreta de campo

Lápiz

Fichas de evaluación

##### **Material de campo**

Plástico para la identificación de plantas

#### **b) Equipos**

Cámara fotográfica

Laptop

Celular

#### **c) Herramientas**

Pico de loro

**3.7 Procedimiento:** consistió en la ejecución de las siguientes actividades

#### **3.7.1 Fase de campo**

Mapeo de la parcela de estudio

Delimitación de las plantas indicadas para la evaluación en el cultivo de cacao,

Se realizaron marcando con una cinta de color azul.

Se ubicaron los puntos para evaluar de cada tratamiento en los puntos señalados semanalmente, se observando todos los frutos de la planta, Se diagnosticaron el total de frutas evaluadas para determina la cantidad de frutos enfermos, Se contabilizó la cantidad total de frutos enfermos, para hacer un reporte en la ficha de evaluación y si hubiera otras enfermedades no identificadas, reportó en las observaciones para su identificación.

Se realizaron el recorrido muestro donde se tomaron en cada tratamiento con la ayuda de una hoja auxiliar de las enfermedades identificadas.

### **3.7.2 Caracterización de la parcela de estudio**

Se observaron en el cultivo de cacao en frutos con presencia de las enfermedades en la empresa Palmas de Espino S.A, Distrito de Uchiza, Provincia de Tocache. Las evaluaciones se realizaron cada semana en siete días por cinco meses, Se determinaron 9 y 15 puntos de evaluación, en cada punto de evaluación se evaluaron las tres principales enfermedades en frutos, (podrición parda, *moniliasis* y mazorca negra).

### **3.8 Consideración éticas**

La información obtenida del trabajo realizado en la evaluación de las principales enfermedades en el cultivo de cacao en la parcela muestreado se ha mantenido en reserva exclusivamente para fines de informe de la presente tesis.

Las citas y textos que se mencionan en el presente trabajo de investigación han sido tomados en cuenta el nombre de los autores y citados en la bibliografía sin alterar su contenido. Se ha informado sobre el trabajo efectuado a la empresa de Palma de Espino y los responsables de dicho establecimiento.

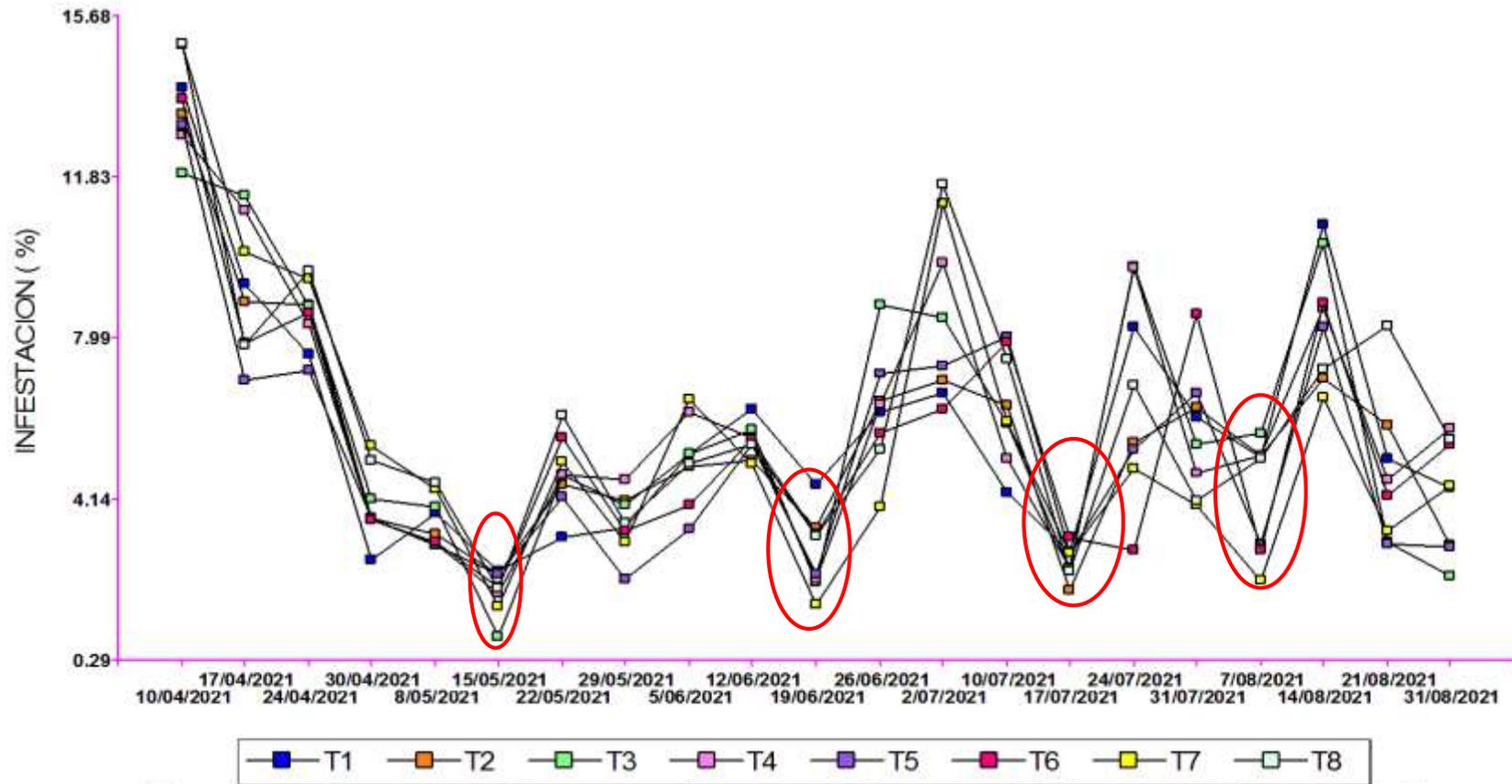
## IV. RESULTADOS

Los resultados se presentan en tablas y figuras, interpretados estadísticamente con la técnica de Análisis de Varianza (ANDEVA) a los niveles de significación del 5 % entre bloques y tratamientos, donde los parámetros que son iguales se denota con (ns), quienes tienen significación (\*) y altamente significativo (\*\*).

### a) Infestación a través del tiempo

Los primeros registros del Porcentaje de infestación se llevaron a cabo a partir del mes de abril con una frecuencia semanal. La primera semana se registraron porcentajes sobre el 11,83 %, altos promedios de infestación, para luego decaer a partir de la segunda semana de evaluación hasta llegar a un nivel bajo en la semana seis, el mismo que coincide con la primera cosecha en el periodo de estudio. Pasado ello incrementarse paulatinamente en el tiempo con promedios de 4,14 % entre la semana once y la semana quince y coincidir nuevamente con la segunda cosecha.

A partir de esta semana el cambio del comportamiento de la enfermedad es notoria, elevándose las infestaciones a porcentajes mayores rápidamente y llegar hasta un promedio de 7.99 % en la semana 13 siendo más alto en todo el periodo de evaluación, luego declinarse bruscamente en la semana 18, baja nueva mente por la cosecha, en la semana 19 hubo lluvia, en la semana 20 hubo cosecha y una poda sanitaria, se realizaron la última evaluación 21 ya va terminando la producción, comenzando con la poda sanitaria para la floración.



**Figura. 2** porcentaje de Infestación de las enfermedades en 21 semanas de evaluación de 8 tratamientos en el cultivo de cacao.

**Incidencia de *Moniliophthora roreri* en los sistemas de muestreo en diseño cruz, zing zag, diseño por zona y en forma lineal para la detección de una plantación comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.).**

**a) Resultado de análisis de Varianza en el mes de abril con Nivel de significación al 5 %.**

**Tabla 3** Análisis de Varianza para incidencia (%) *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao en **mes de abril**

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
<b>Tratamiento</b>	7	279.79	39.97	8.69	0.0003
<b>Bloque</b>	2	84.29	42.14	9.16	0.0029
<b>Error</b>	14	84.29	4.60		
<b>Total</b>	23	428.50			
<b>CV= 17,09 %</b>					<b>EE=±1.24</b>

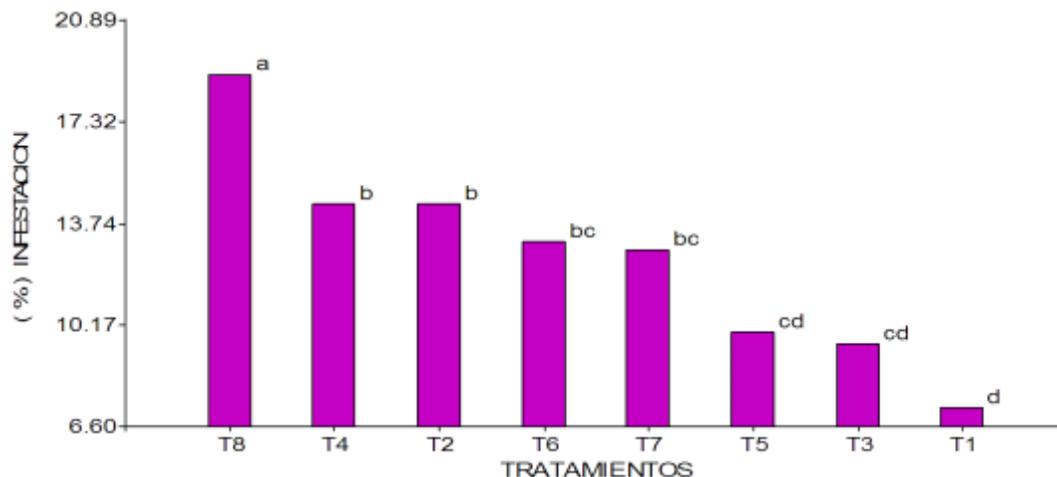
Análisis de varianza para la incidencia de *Moniliophthora. roreri* en campo, indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p=0.0003<0.05$ ), es decir, más de un tratamiento registra alto porcentaje de incidencia, el coeficiente de varianza CV= 17,09 % e error estándar  $EE_{\pm} = 1,24$  % los mismos que dan confiabilidad a los resultados.

**Tabla 4** Promedios de incidencia de *Moniliophthora. roreri* en el mes de abril.

Tratamientos	Promedio <i>Moniliasis</i> (%)	5 %
T8	19,00	a
T4	14,42	b
T2	14,42	b
T6	13,08	bc
T7	12,83	bc
T5	9,92	cd
T3	9,50	cd
T1	7,25	d

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

El registro de Duncan para el porcentaje de incidencia de *M. roreri* indica que, el tratamiento T8 supero en promedio con 19% y difiere estadísticamente de los demás tratamientos; seguido por el T4 y T2 con 14,42% respectivamente, con una mínima diferencia estadística de los tratamientos T6 y T7 que registran promedios de 13,08 y 12,83%, quedando en los últimos lugares según el orden de importancia los tratamientos T5, T3 y T1, con promedios de 9,92; 9.50, 7.25 respectivamente.

**Figura. 3** Prueba de significación de Duncan al 5 % para el mes de abril.

**b) Resultado de análisis de Varianza en el mes de mayo con Nivel de significación al 5 %.**

**Tabla 5** Análisis de Varianza para incidencia (%) *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao en *mes de mayo*.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
<b>Tratamiento</b>	7	104.74	14.96	5.22	0.0042
<b>Bloque</b>	2	31.02	15.51	5.41	0.0181
<b>Error</b>	14	40.10	2.86		
<b>Total</b>	23	175.86			
<b>CV=</b> 25,63%		<b>EE=±</b> 1,01 %			

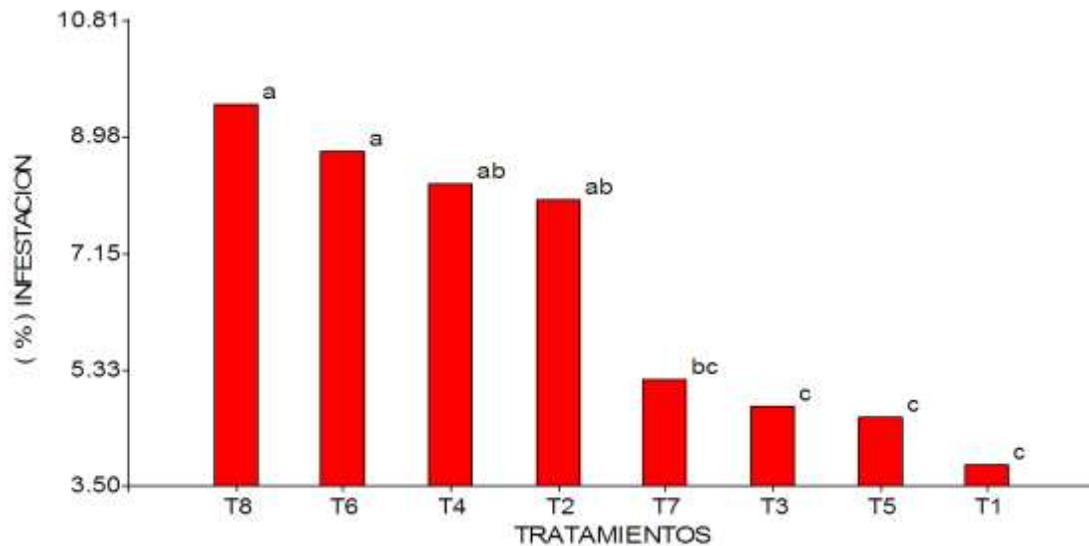
Análisis de varianza para la incidencia de *M. roreri* en campo, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p=0.0042<0.05$ ), es decir, más de un tratamiento registra alto porcentaje de incidencia, el coeficiente de varianza CV= 25,63 % y error estándar EE± 1,01 % los mismos que dan confiabilidad a los resultados.

**Tabla 6.** Promedios de incidencia (%) *Moniliophthora. roreri* en el mes de mayo.

Tratamientos	Promedio <i>Moniliasis</i> (%)	5 %
T8	9,50	a
T6	8,75	a
T4	8,25	ab
T2	8,00	ab
T7	5,17	bc
T3	4,75	c
T5	4,58	c
T1	3,83	c

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

El registro de Duncan para el porcentaje de incidencia de *M. roreri* indica que, el tratamiento T8 y T6 supero en promedio con 9.50, 8.75 % y difiere estadísticamente de los demás tratamientos; seguido por el T4, T2 y T7 con 8.25, 8 y 5.17% respectivamente, con una mínima diferencia estadística de los tratamientos T3, T5 y T1 que registran promedios de 4.75, 4.58 y 3.85%, quedando en los últimos lugares según el orden de importancia el tratamiento



**Figura. 4** Prueba de significación de Duncan al 5% para el primer mes de mayo.

**c) Resultado de análisis de Varianza en el mes de junio con Nivel de significación al 5 %**

**Tabla 7** Análisis de Varianza para incidencia (%) *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao en mes de junio.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
<b>Tratamiento</b>	7	77.16	11.02	5.65	0.0030
<b>Bloque</b>	2	37.51	18.75	9.61	0.0024
<b>Error</b>	14	27.33	1.95		
<b>Total</b>	23	141.99			
<b>CV= 18,37 %</b>					<b>EE=±0.81 %</b>

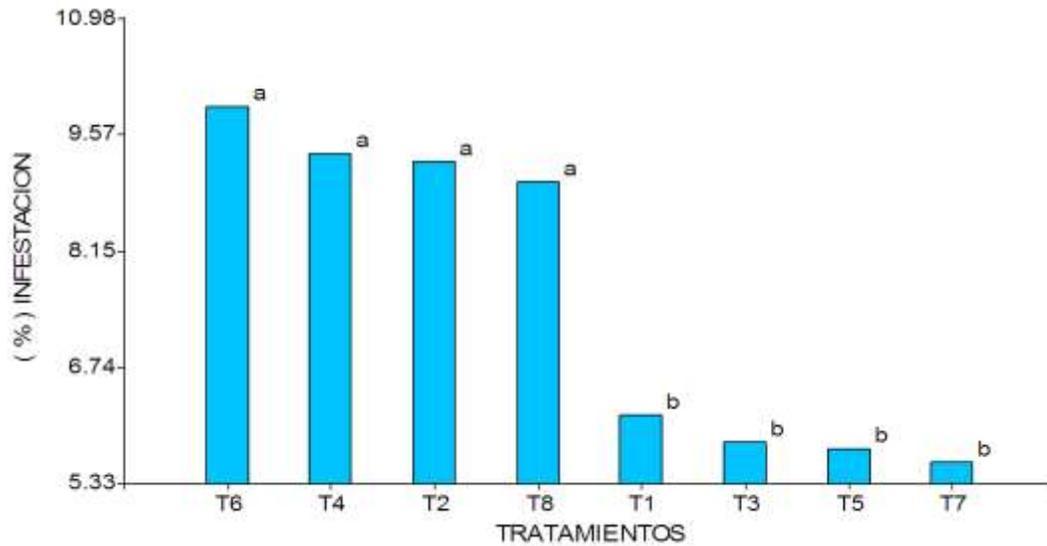
Análisis de varianza para la incidencia de *Moniliophthora. roreri* en campo, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p=0.0030<0.05$ ), es decir, más de un tratamiento registra alto porcentaje de incidencia, el coeficiente de varianza  $CV= 18,37 \%$  e error estándar  $EE\pm 0.81 \%$  los mismos que dan confiabilidad a los resultados.

**Tabla 8** Promedios de incidencia *Moniliophthora. roreri* en el mes de junio.

Tratamientos	Promedio <i>Moniliasis</i> (%)	5%
T6	9,92	a
T4	9,33	a
T2	9,25	a
T8	9,00	a
T1	6,17	b
T3	5,83	b
T5	5,75	b
T7	5,58	b

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

El registro de Duncan para el porcentaje de incidencia de *M. roreri* indica que, el tratamiento T6, T4, T2 y T8 superando con los promedios de 9.92, 9.33, 9.25 y 9 %, con una mínima diferencia estadística de los tratamientos en orden de importancia de los tratamientos T1, T3, T5 y T7, con promedios de 6.17, 5.83, 5.7y 5.58 % respectivamente.



**Figura. 5** Prueba de significación de Duncan al 5 % para el mes de junio.

**d) Resultado de análisis de Varianza en el mes de julio con Nivel de significación al 5 %**

**Tabla 9** Análisis de Varianza para incidencia (%) *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao en el **mes de julio**.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
<b>Tratamiento</b>	7	55.73	7.96	2.63	0.0583
<b>Bloque</b>	2	74.61	37.31	12.34	0.0008
<b>Error</b>	14	42.32	3.02		
<b>Total</b>	23	172.67			

CV= 27,93 % EE=±1.00 %

Según los resultados del análisis de varianza para la incidencia de *M. roreri* en campo, existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ( $p=0.0583 < 0.05$ ), es decir, más de un tratamiento registra alto porcentaje de

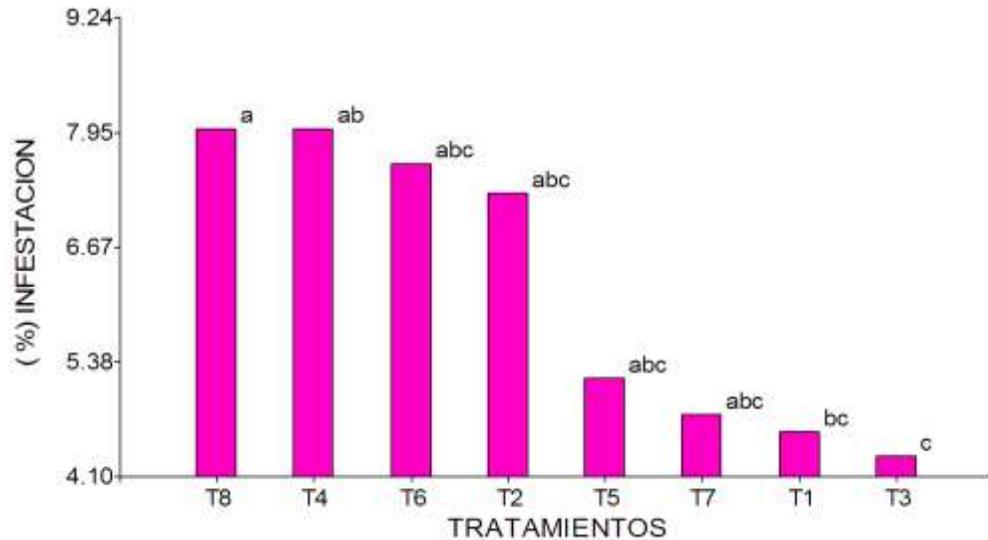
incidencia, el coeficiente de varianza CV= 27,93 % e error estándar EE± 1.00 % los mismos que dan confiabilidad a los resultados.

**Tabla 10** Promedios de incidencia *Moniliophthora. roreri* en el mes de julio.

Tratamientos	Promedio <i>Moniliasis</i> (%)	5%
T8	8,00	a
T4	8,00	ab
T6	7,60	abc
T2	7,27	abc
T5	5,20	abc
T7	4,80	abc
T1	4,60	bc
T3	4,33	c

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

El registro de Duncan para el porcentaje de incidencia de *Moniliophthora. roreri* indica que, el tratamiento T8 supero en promedio con 8,00 % y difiere estadísticamente de los demás tratamientos; seguido por el T4, T6 y T2 con 8, 7.60 y 7.27% respectivamente, con una mínima diferencia estadística de los tratamientos T5 que registran promedios de 5.20 %, quedando en los últimos lugares según el orden de importancia el tratamiento T7, T1 Y T3 con el promedio 4.80, 4.60 y 4.33 % respectivamente.



**Figura. 6** Prueba de significación de Duncan al 5 % para el mes de Julio.

**e) Resultado de análisis de Varianza en el mes de agosto con Nivel de significación al 5 %**

**Tabla 11** Análisis de Varianza para incidencia (%) *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao en mes de agosto.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
<b>Tratamiento</b>	7	17.00	2.43	3.80	0.0073
<b>Bloque</b>	2	4.02	2.01	3.15	0.0742
<b>Error</b>	14	8.94	0.64		
<b>Total</b>	23	29.96			
<b>CV= 28,20 %</b>				<b>EE=±0.46 %</b>	

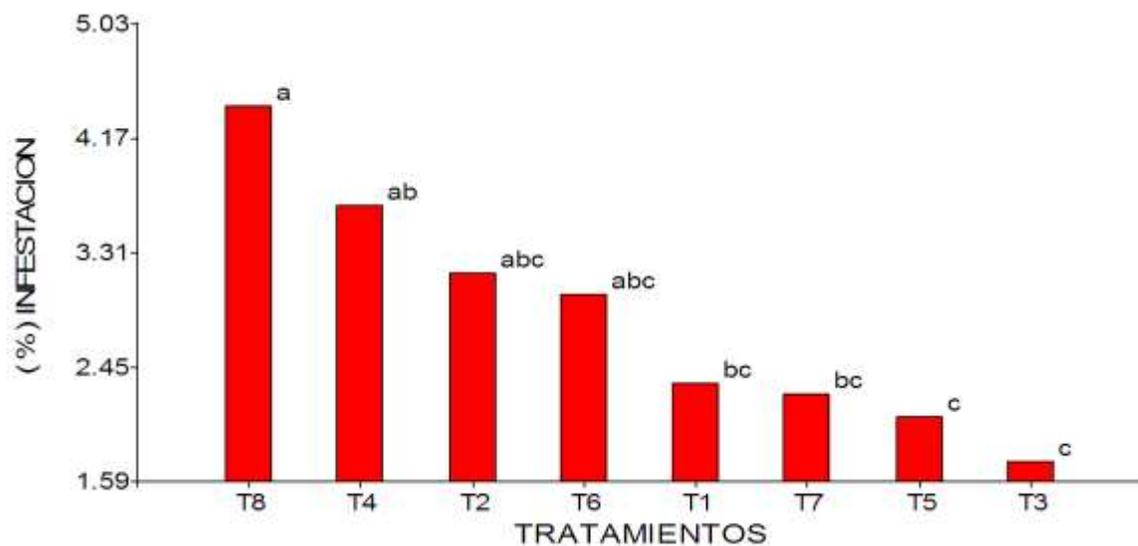
Análisis de varianza para la incidencia de *M. roreri* en campo, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p=0.0073 < 0.05$ ), es decir, más de un tratamiento registra alto porcentaje de incidencia, el coeficiente de varianza CV= 28,20 % e error estándar  $EE \pm 0.46$  % los mismos que dan confiabilidad a los resultados

**Tabla 12** Promedios de incidencia *Moniliophthora. roreri* en el mes de agosto.

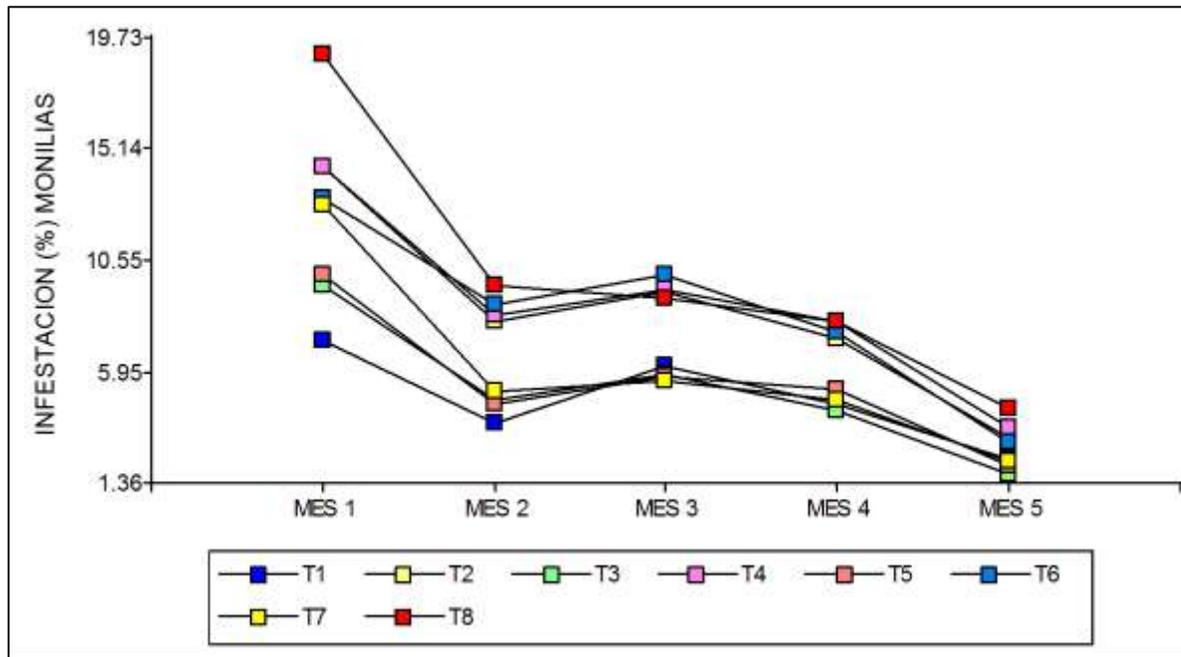
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Tratamientos	Promedio <i>Moniliasis</i> (%)	5 %
T8	4,42	a
T4	3,67	ab
T2	3,17	abc
T6	3,00	abc
T1	2,33	bc
T7	2,25	bc
T5	2,08	c
T3	1,75	c

El registro de Duncan para el porcentaje de incidencia de *M. royeri* indica que, el tratamiento T8 supero en promedio con 4.42% y difiere estadísticamente de los demás tratamientos; seguido por el T4, T2 y T6 con 3.67, 3.17 Y 3% respectivamente, con una mínima diferencia estadística de los tratamientos T1 y T7 que registran promedios de 2.33 y 2.25 %, quedando en los últimos lugares según el orden de importancia el tratamiento T5 y T3 con el promedio de 2.08 y 1.75% respectivamente.



**Figura. 7** Prueba de significación de Duncan al 5% para mes de agosto



**Figura. 8** Comparación de Porcentaje de Infestación de *Moniliophthora roreri* durante los 5 meses de evaluación de 8 tratamientos en el cultivo de cacao.

El registro en la comparación de porcentaje de infestación de *Moniliophthora roreri* para cada tratamiento comenzó en mes de abril, a partir de la instalación del ensayo. La presencia, ausencia o reducción significativa de *Moniliophthora roreri* en los tratamientos durante la temporada de evaluación se registró semanalmente. Para mayor comprensión los resultados se presentan en gráficos de perfiles multivariados con las diferencias entre el promedio de frutos con *Moniliophthora roreri* en áreas monitoreadas los diversos sistemas de monitoreo.

En el primer mes de evaluación se registró alto infestación con un promedio de 19% para luego decaerse para el segundo mes por debajo de 15 % de infestación y mantenerse con similar registro en el tercer mes y descender levemente en mes cuatro y decaer asta promedio de 7% a 1.3% en el mes quinto, resultando no critico en esta etapa de evaluación.

**4.2 Porcentaje de Incidencia de *Phytophthora palmivora* (Pudrición Parda) en los sistemas de muestreo en diseño cruz, zing zag, diseño por zona y en forma lineal para la detección de una plantación comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.)**

**a) Resultado de análisis de Varianza en el mes de abril con Nivel de significación al 5 %**

**Tabla 13** Análisis de Varianza para incidencia (%) *Phytophthora palmivora* en el cultivo de cacao en **mes de Abril**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
<b>Tratamiento</b>	7	7.54	1.08	2.56	0.0235
<b>Bloque</b>	2	2.07	1.03	2.46	0.1217
<b>Error</b>	14	5.89	0.42		
<b>Total</b>	23	15.50			

**CV= 54,15 %** **EE=±0.37%**

Análisis de varianza para la incidencia de pudrición parda en campo, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p=0.0235<0.05$ ), es decir, más de un tratamiento registra alto porcentaje de incidencia, el coeficiente de varianza CV= 54.15 % e error estándar EE± 0.37% los mismos que dan confiabilidad a los resultados.

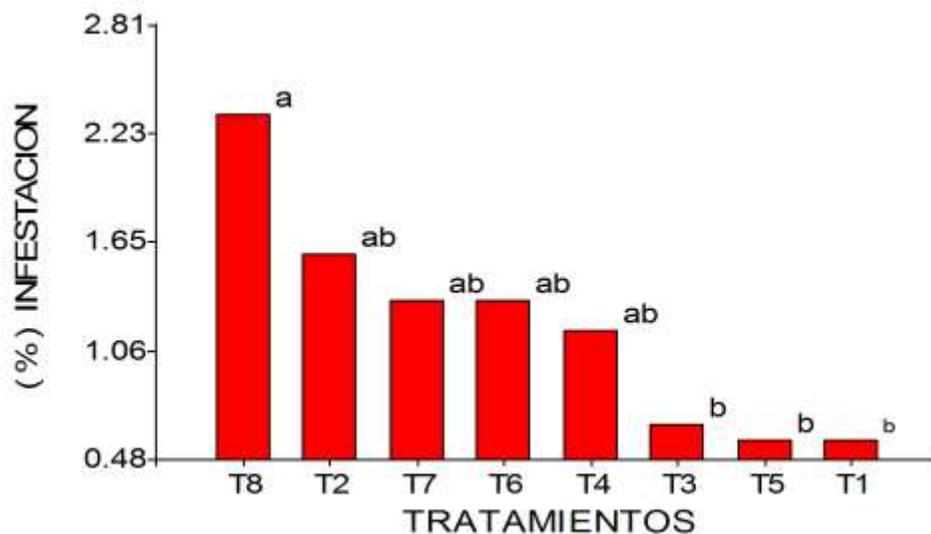
**Tabla 14** Promedios de incidencia *Phytophthora palmivora* en el mes de abril

Tratamientos	Promedio <i>Phytophthora. P(%)</i>	5 %
T8	2,33	a
T2	1,58	ab
T7	1,33	ab
T6	1,33	ab
T4	1,17	ab

T3	0,67	b
T5	0,58	b
T1	0,58	b

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

El registro de Duncan para el porcentaje de incidencia de pudrición parda indica que, el tratamiento T8 supero en promedio con 2,33% y difiere estadísticamente de los tratamientos; T2, T7, T6 y T4 con 1.58, 1.33, 1.33 y 1.17 respectivamente. A comparación de los Tratamientos T3, T5 y T1 con 0.67, 0.58 y 0.58% respectivamente que no difieren estadísticamente entre ellos.



**Figura. 9** Prueba de significación de Duncan al 5% para el primer mes de abril.

**b) Resultado de análisis de Varianza en el mes de mayo con Nivel de significación al 5 %**

**Tabla 15 Análisis** de Varianza para incidencia (%) pudrición parda en el cultivo de cacao en mes de mayo

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamiento	7	0.89	0.13	1.90	0.02193
Bloque	2	0.47	0.24	3.52	0.0578
Error	14	0.94	0.07		

<b>Total</b>	23	2.31
<b>CV=</b>	45,29 %	EE=+0.15%

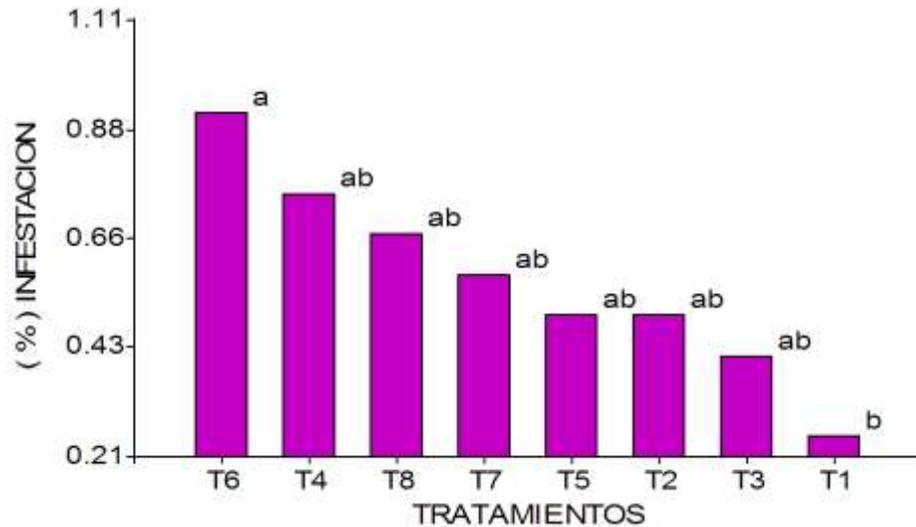
Análisis de varianza para la incidencia de pudrición parda en campo, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p=0.02193<0.05$ ), es decir, al menos un tratamiento registra alto porcentaje de incidencia, el coeficiente de varianza CV= 45,29 % e error estándar EE+ 0.15 % los mismos que dan confiabilidad a los resultados.

**Tabla 16** Promedios de incidencia *Phytophthora palmivora* en el mes de mayo

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio <i>Phytophthora. P (%)</i></b>	<b>5 %</b>
T6	0,92	a
T4	0,75	ab
T8	0,65	ab
T7	0,58	ab
T5	0,50	ab
T2	0,50	ab
T3	0,42	ab
T1	0,25	b

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

El registro de Duncan a los dos meses de evaluación para el porcentaje de incidencia de pudrición parda indica que, el tratamiento T6 supero en promedio con 0.92 % y difiere estadísticamente de los tratamientos; T4, T8, T7, T5, T2 y T3T1 con 0.75, 0.65, 0.58, 0.50 y 0.50 % respectivamente. A comparación de tratamiento T1 con 0.25 % respectivamente que no difiere entre ellos.



**Figura. 10** Prueba de significación de Duncan al 5 % para el primer mes de mayo.

**c) Resultado de análisis de Varianza en el mes de junio con Nivel de significación al 5 %**

**Tabla 17** Análisis de Varianza para incidencia (%) pudrición parda en el cultivo de cacao en mes de junio.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
<b>Tratamiento</b>	7	1.11	0.16	1.43	0.0510
<b>Bloque</b>	2	0.69	0.35	3.11	0.0761
<b>Error</b>	14	1.56	0.11		
<b>Total</b>	23	3.36			

CV= 55,20 % EE=+ 0.19 %

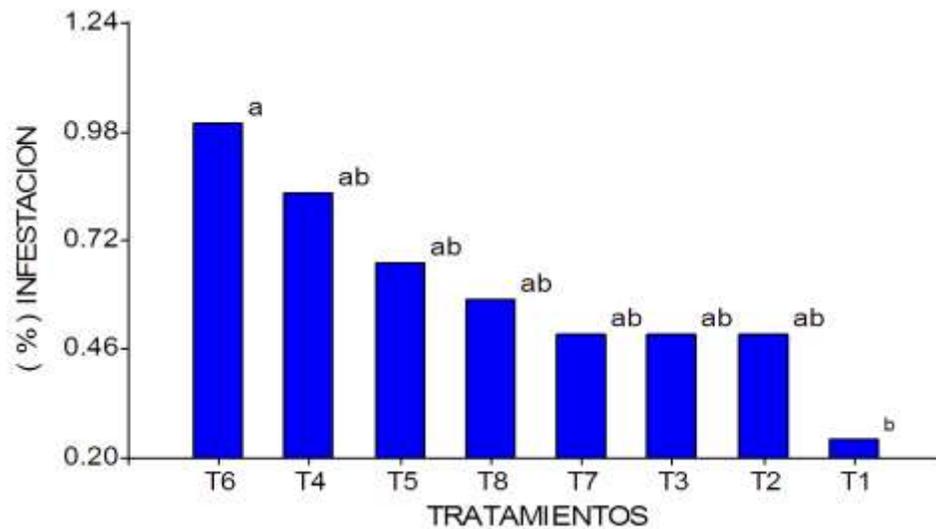
Análisis de varianza para la incidencia de pudrición parda en campo, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p=0.0510 < 0.05$ ), es decir, al menos un tratamiento registra alto porcentaje de incidencia, el coeficiente de varianza CV= 55,20 % e error estándar EE+ 0.19 % los mismos que dan confiabilidad a los resultados.

**Tabla 18** Promedios de incidencia *Phytophthora palmivora* en el mes de junio

Tratamientos	Promedio <i>Phytophthora.P (%)</i>	5 %
T6	1,00	a
T4	0,83	ab
T5	0,67	ab
T8	0,58	ab
T7	0,50	ab
T3	0,50	ab
T2	0,50	ab
T1	0,25	b

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

El registro de Duncan a los dos meses de evaluación para el porcentaje de incidencia de pudrición parda indica que, el tratamiento T6 supero en promedio con 1% y difiere estadísticamente de los tratamientos; T4, T5, T8, T7, T3 y T2 con 0.83, 0.67, 0.58, 0.50, 0.50 y 0.50 % respectivamente. A comparación de tratamiento T1 con 0.25 % respectivamente que no difiere entre ellos.



**Figura. 11** Prueba de significación de Duncan al 5 % para el primer mes de junio  
**d) Resultado de análisis de Varianza en el mes de julio con Nivel de significación al 5 %**

**Tabla 19** Análisis de Varianza para incidencia (%) pudrición parda en el cultivo de cacao en mes de julio

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
<b>Tratamiento</b>	7	1.97	0.28	2.86	0.0445
<b>Bloque</b>	2	0.09	0.05	0.48	0.6311
<b>Error</b>	14	1.37	0.10		
<b>Total</b>	23	3.43			

CV= 43,70 % EE=± 0.18 %

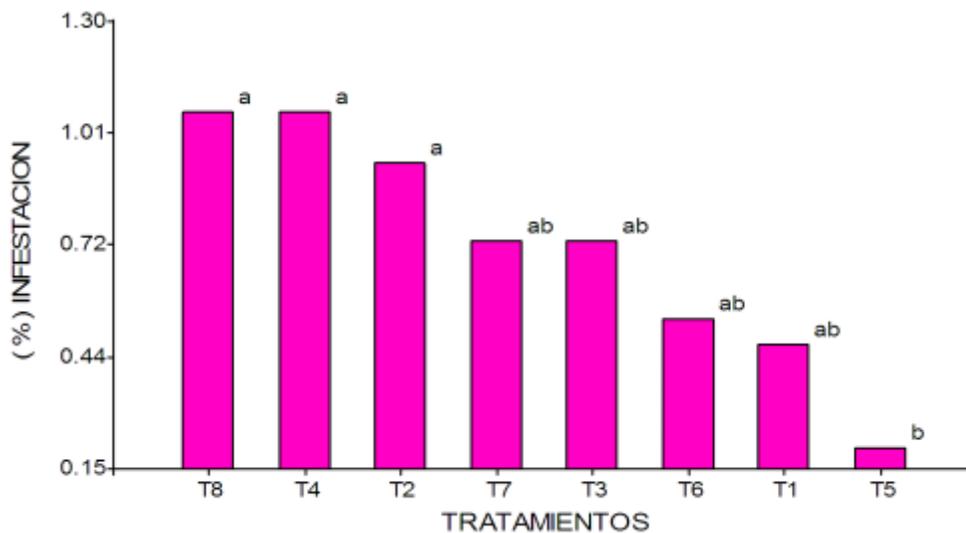
Análisis de varianza para la incidencia de pudrición parda en campo, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p=0.0445 < 0.05$ ), es decir, al menos un tratamiento registra alto porcentaje de incidencia, el coeficiente de varianza CV= 43,70 % e error estándar EE= ± 0.18 % los mismos que dan confiabilidad a los resultados.

**Tabla 20** Promedios de incidencia *Phytophthora palmivora* en el mes de julio

Tratamientos	Promedio <i>Phytophthora.p (%)</i>	5 %
T8	1,07	a
T4	1,07	a
T2	0,93	a
T7	0,73	ab
T3	0,73	ab
T6	0,53	ab
T1	0,47	ab
T5	0,20	b

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

El registro de Duncan a los cuatro meses de evaluación para el porcentaje de incidencia de pudrición parda indica que, el tratamiento T8, T4 y T2 supero en promedio con 1.07, 1.07 y 0.93 % y difiere estadísticamente de los tratamientos. A comparación de los Tratamientos T7, T3 y T6 0.73, 0.73 y 0.53 % quedando en los últimos lugares según el orden de importancia los tratamientos T1 y T5 con los promedios de 0.47 y 0.20% respectivamente



**Figura. 12** Prueba de significación de Duncan al 5 % para el mes de julio.

**e) Resultado de análisis de Varianza en el mes de agosto con Nivel de significación al 5%**

Tabla 21 Análisis de Varianza de incidencia (%) pudrición parda en el cultivo de cacao en mes de agosto

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
<b>Tratamiento</b>	7	2.07	0.30	2.10	0.0247
<b>Bloque</b>	2	1.73	0.87	6.15	0.0121
<b>Error</b>	14	1.97	0.14		
<b>Total</b>	23	5.78			

CV= 54,62 % EE=±0.22%

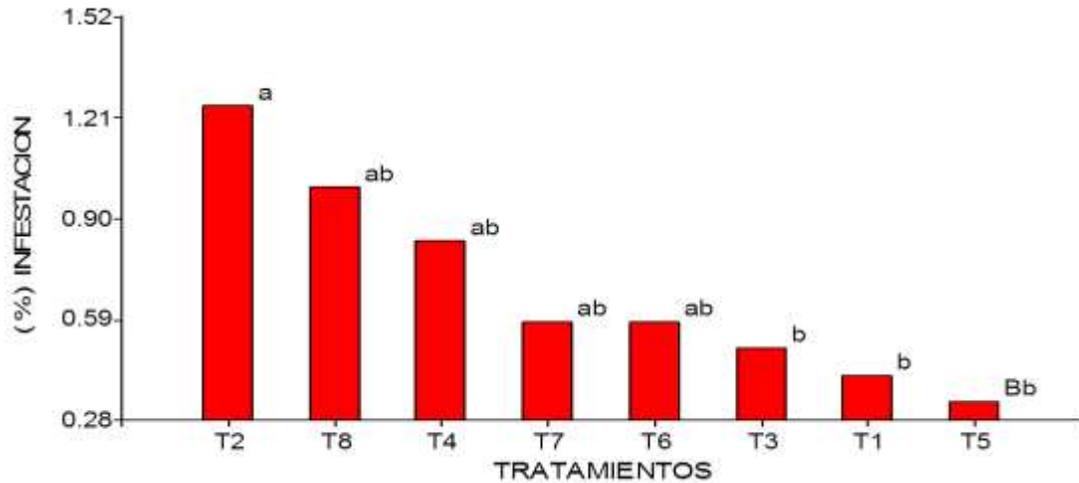
Análisis de varianza para la incidencia de pudrición parda en campo, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p=0.0247<0.05$ ), es decir, al menos un tratamiento registra alto porcentaje de incidencia, el coeficiente de varianza CV= 54,62 % e error estándar EE± 0.22 % los mismos que dan confiabilidad a los resultados.

**Tabla 22** Promedios de incidencia *Phytophthora palmivora* en el mes de agosto

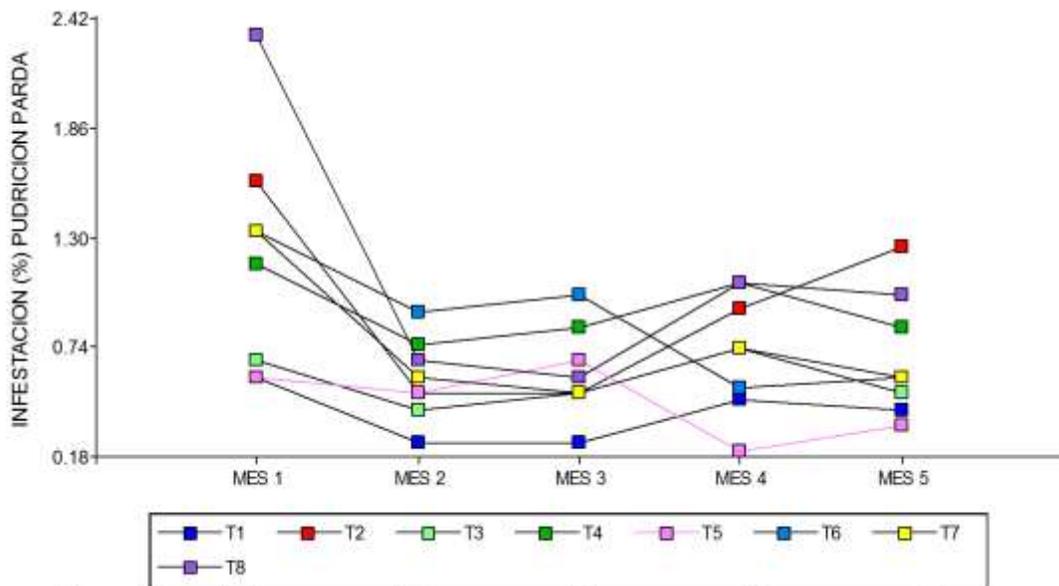
Tratamientos	Promedio Phytophthora. P(%)	5 %
T2	1,25	a
T8	1,00	ab
T4	0,83	ab
T7	0,58	ab
T6	0,58	ab
T3	0,50	b
T1	0,42	b
T5	0,33	b

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

El registro de Duncan para el porcentaje de incidencia de pudrición parda indica que, el tratamiento T2 supero en promedio con 1,25 % y difiere estadísticamente de los tratamientos; T8, T4, T7 Y T6 con 1.00, 0.83, 0.58 y 0.58 respectivamente. A comparación de los Tratamientos T3, T1 Y T5, con 0. 50, 0.42 y 0.33 % respectivamente que no difieren estadísticamente con los demás tratamientos



**Figura. 13** Prueba de significación de Duncan al 5% para el mes de agosto.



**Figura. 14** Porcentaje de Infestación de *Phytophthora palmivora* durante los 5 meses de evaluación de 8 tratamientos en el cultivo de cacao.

El registro en la comparación de porcentaje de infestación de *Phytophthora palmivora* para cada tratamiento comenzó en mes de abril, a partir de la instalación del ensayo. La presencia, ausencia o reducción significativa de *Phytophthora palmivora* en los tratamientos durante la temporada de evaluación se registró semanalmente. Para mayor comprensión los resultados se presentan en gráficos de perfiles multivariados con las diferencias entre el promedio de frutos con *Phytophthora palmivora* en áreas monitoreadas los diversos sistemas de monitoreo.

En el primer mes de evaluación se registró alto infestación con un promedio de 2,42 % para luego decaerse para el segundo mes por debajo de 1,30 % de infestación y mantenerse con similar registro en el tercer mes y ascender levemente en mes cuatro y hasta promedio de 1,30 % por debajo de 1,86 % en el mes quinto, resultando crítico en esta etapa de evaluación.

#### **4.2 Porcentaje de Incidencia de mazorca negra (*Lasiodiopodia theobromae*) en los sistemas de muestreo en diseño cruz, zing zag, diseño por zona y en forma lineal para la detección de enfermedades en una plantación comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.).**

##### **a) Resultado de análisis de Varianza en el mes de abril con Nivel de significación al 5%**

**Tabla 23** Análisis de Varianza para incidencia (%) **mazorca negra (*Lasiodiopodia theobromae*)** en el cultivo de cacao en mes de abril

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
<b>Tratamiento</b>	7	0.25	0.04	0.68	0.0892
<b>Bloque</b>	2	2.10	1.05	20.01	0.0001
<b>Error</b>	14	0.73	0.05		
<b>Total</b>	23	3.08			

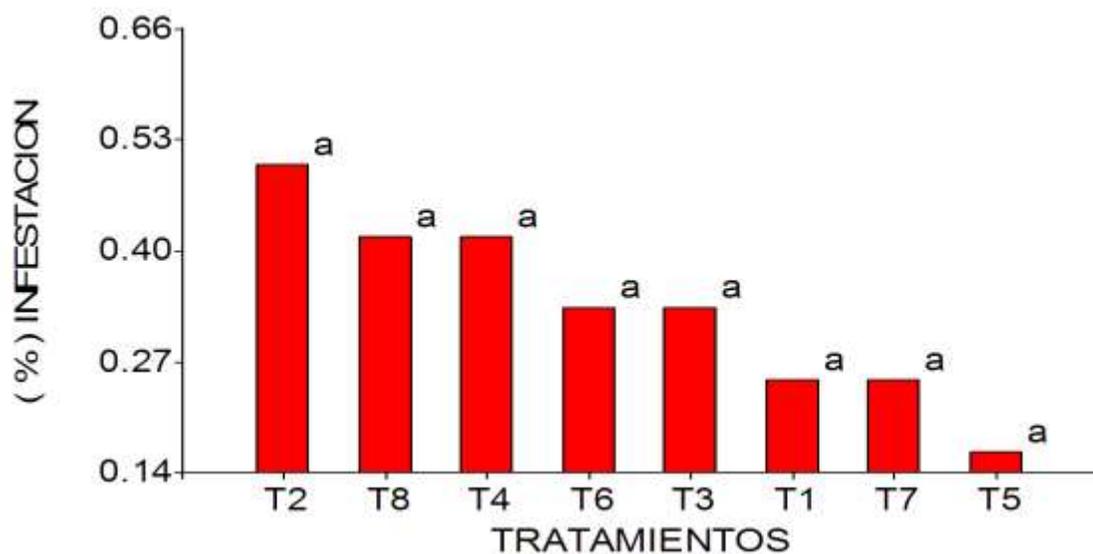
**CV= 68.71%** **EE=+ 0.13**

**Tabla 24** Promedios de incidencia **mazorca negra (*Lasiodiopodia theobromae*)** en el mes de abril.

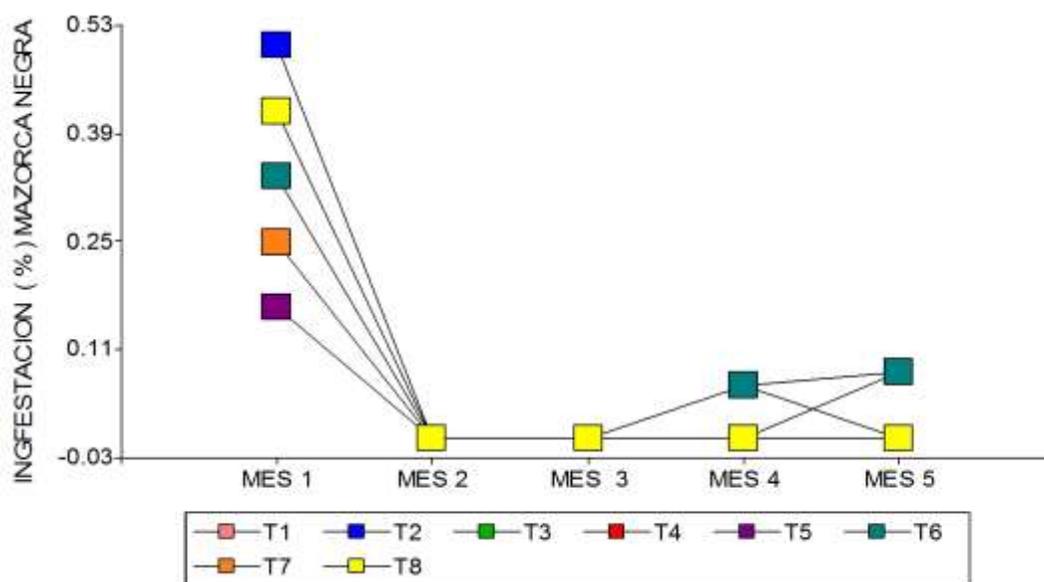
Tratamientos	Promedio <i>Lasiodiopodia.T</i> (%)	5 %
T2	0,50	a
T8	0,42	a
T4	0,42	a
T6	0,33	a
T3	0,33	a
T1	0,25	a
T7	0,25	a
T5	0,17	a

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

Según los resultados del análisis de varianza para el porcentaje de mazorca (*Lasiodiopodia theobromae*) en cinco meses de evaluación consecutiva, se ha observado que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos y las repeticiones, el coeficiente de varianza y el error estándar dan la confiabilidad a los resultados. Es decir, los porcentajes de infestación se mantienen constante y en bajas proporciones a través del tiempo en todo en el área de estudio.



**Figura. 15** Prueba de significación de Duncan al 5% para el mes de abril.



**Figura. 16** Porcentaje de Infestación de Mazorca negra durante los 5 meses de evaluación de 8 tratamientos en el cultivo de cacao.

El registro en la comparación de porcentaje de infestación de *Mazorca negra* para cada tratamiento comenzó en mes de abril, a partir de la instalación del ensayo. La presencia, ausencia o reducción significativa de *Mazorca negra* en los tratamientos

durante la temporada de evaluación se registró semanalmente. Para mayor comprensión los resultados se presentan en gráficos de perfiles multivariados con las diferencias entre el promedio de frutos con *Mazorca negra* en áreas monitoreadas los diversos sistemas de monitoreo.

En el primer mes de evaluación se registró alto infestación con un promedio de 0,5% para luego decaerse para el segundo mes por debajo de 0,1 % de infestación y mantenerse con similar registro en el tercer mes y descender levemente en mes cuatro hasta el promedio de 0,1% en el mes quinto, resultando crítico por encima de 0,1 % de promedio esta etapa de evaluación.

## V. DISCUSION

La presente tesis, se investigó en sistema de muestreo para la detección de las principales enfermedades en una plantación comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el distrito de Uchiza- Tocache 2021.

En todos los casos el sistema lineal con 15 puntos de muestreo (T8) resulta ser la más eficiente para la determinación del porcentaje de infestación de las enfermedades, seguida por el tratamiento T6 (Sistema zigzag 15 puntos) y el sistema zonal 15 puntos (T4).

SENASA (2017), reporta que en una evaluación se considera los “Principios básicos relacionados con la evaluación fitosanitaria” indicando que el primer punto de muestreo y el último deberán estar a 10 metros o hileras de surcos del borde del campo. La evaluación se inicia con un recorrido por el campo que permita obtener resultados representativos de la condición fitosanitaria del cultivo, el recorrido es en forma de X, en zigzag

Argüello-Navarro *et al.*, (2016), “cuantificación de bacterias diazótrofes aisladas de suelos cacaoteros (*Theobroma cacao* L.), por la técnica de Número Más Probable (NMP)”. concluye recorriendo los lotes en zig-zag, seleccionando árboles de cacao al azar que presentaran buen estado fitosanitario y se encontraran cercanos al centro del cultivo.

El Sistema zigzag 15 puntos resulta ser estadísticamente importante en el estudio. Ramírez, (2016) en su tesis Identificación y caracterización de plagas y enfermedades asociadas con el cultivo tradicional de piña Ananas comosus (L. Merr) realizó un muestreo sistemático que consistió en hacer un recorrido en zigzag dentro de cada parcela experimental (finca) hasta completar 1% del total de plantas de esa parcela; ocupó 10 puntos de muestreo dentro de cada una, dirigiendo el muestreo hacia la raíz, tallo, hojas y frutos.

En Sistema zonal con 15 puntos de muestreo resulta ser también de importancia al acercarse a un porcentaje mayor de la detección de la enfermedad, al respecto Corrales, (2018) en su tesis sobre Microorganismos asociados a daños en frutas y vegetales frescos. Ocupó el Sistema de muestreo dirigido *para* la determinación de los principales agentes o microorganismos asociados a daños en las frutas y vegetales con un total de 6 muestreos durante la duración de toda la investigación. En cada muestreo se seleccionaron dos ejemplares de cada fruto o producto vegetal con el mismo síntoma o anomalía, logrando determinar la incidencia de hongos en un 85% de las muestras, destacándose las especies, *Colletotrichum* spp, *Phytophthora* spp, *Botrytis* sp, *Alternaria alternata*, *Curvularia lunata*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Pestalotiopsis psidii*, *Guignardia psidii*, *Ceratocystis* sp, *Fusicladium* sp., *Aspergillus niger*, *Penicillium* spp, *Cladosporium* sp, *Rhizopus*

Se pudo determinar altas infestaciones de *Moniliophthora roreri* durante el periodo de evaluación. Ramírez, (2016), indica que las pérdidas económicas asociadas a la pudrición de la mazorca del cacao en Colombia causada por *Phytophthora* spp., y *Moniliophthora roreri* fueron superiores al límite máximo permitido, las pérdidas estuvieron asociadas a variables como son la edad del cultivo y la alta precipitación de la zona de estudio. Por su parte Fachin et al., (2019) en sus estudios sobre factores ambientales y su relación con la incidencia de *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) en frutos de *Theobroma cacao* “cacao” en San Martín, Perú. registraron a la “pudrición parda”, *Moniliophthora roreri* “monilia” y *Moniliophthora pernicioso* como plagas de interés económico para la zona de estudio

## VI. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el presente trabajo de investigación. El análisis y la discusión de los resultados de las evaluaciones de sistemas de muestreo para la detección de enfermedades en una plantación comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el distrito de Uchiza -Tocache 2021. Permite obtener las siguientes conclusiones:

En el análisis de porcentaje de incidencia de *Moniliophthora roreri* concluimos que el Tratamiento T8 que es el método lineal con muestra de 15 plantas obtuvo mejores resultados en los meses de abril, mayo junio, julio y agosto obteniendo porcentajes de incidencia de 19%, 9,50%, 9,00%, 8,00% y 4,42% respectivamente.

En el análisis de porcentaje de incidencia de *Phytophthora palmivora* el Tratamiento T8 que es método lineal con 15 muestras obtuvo mejores resultados en los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto obteniendo porcentajes de incidencia de 2,33%, 0,65%, 0,58%, 1,07% y 1,00% respectivamente.

En el análisis de porcentaje de incidencia de *Lasiodiopodia theobromae* en los Tratamiento tienen el mismo nivel de significación, observando en primer lugar al T2 cruz seguido de T8 que es método lineal con 15 muestras obtuvo obteniendo porcentajes de incidencia 0,42% respectivamente.

Se puede determinar que en los resultados de porcentaje de incidencia de enfermedades *Moniliophthora roreri* *Phytophthora palmivora*, *Lasiodiopodia theobromae* en distintos métodos de evaluación resulta el más óptimo para obtener mayores resultados para la evaluación en el T8 que consiste en un método lineal realizando evaluaciones de 15 plantas.

## VII. RECOMENDACIONES

Implementar sistema muestreo de forma Lineal con evaluaciones de 15 plantas ya sé que obtuvo mejores resultados, y es más fácil de efectuarse y requiere menos tiempo de evaluación para poder tomar decisiones para su control de enfermedades.

Monitorear con frecuencia de manera semanal o quincenal la evolución de las enfermedades principalmente en los periodos de mayor producción durante el año la empresa de palmas de espino.

Mejorar el manejo de las plantaciones de cacao, ejecutando técnicas de prevención tales como podas periódicas y mantenimiento del porcentaje de sombra adecuado, para disminuir la incidencia de las enfermedades moniliasis (*Moniliophthora roreri*), pudrición parda (*Phytophthora* sp.) y mazorca negra (*Lasidioploidia theobromae*).

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adu-Acheampong, R., Archer, S., & Leather, S. (2012). Resistance to dieback disease caused by *Fusarium* and *Lasiodiplodia* species in cacao (*Theobroma cacao* L.) Genotypes. *Experimental agriculture*, 48 (1), 85-98.
- Akrofi, A. Y., Amoako-Atta, I., Acheampong, K., Assuah, M. K., & Melnick, R. L. (2016). Fruit and Canopy Pathogens of Unknown Potential Risk. En Bailey B. A., & Meinhardt. L. W. (Eds). *Cacao Diseases: A History of Old Enemies and New Encounters* (361-38). Cham: Springer.
- Almeida AF, Valle RR (1995) Análise de crescimento do fruto e das sementes de sete genótipos de *Theobroma cacao* L. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30(7): 909-916
- Arevalo Gardini, Enrique; Zuñiga Cernades, Luis B.; Arevalo Arevalo, Carlos E.; Adrianzola DEL Aguila, Jorge. (2004) *Cacao: Manejo Integrado del Cultivo y Transferencia de Tecnología en la Amazonía Peruana*.
- Argüello-Navarro, A. Z., Madiedo Soler, N., & Moreno-Rozo, L. Y. (2016). Cuantificación de bacterias diazótrofes aisladas de suelos cacaoteros (*Theobroma cacao* L.), por la técnica de Número Más Probable (NMP). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(2), 40-47.
- Barnett, H. L. & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 4th edition. American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota, USA. 218p
- Bartley, B.G.D. (2005). *The genetic diversity of cacao and its utilization*. CABI Publish. Wallingford, England. 341 p.

- Bartra, J (2021). Descripción de los sistemas de detección de enfermedades del cacao.
- Burgess, T. I., Barber, P. A., Mohali, S., Pegg, G., de Beer, W., & Wingfield, M. J. (2006). Three new *Lasiodiplodia* spp. from the tropics, recognized based on DNA sequence comparisons and morphology. *Mycologia*, 98(3), 423-435.
- Cardona, C., Araméndiz, H. y Barrera, C. (2009). Estimación del área foliar de papaya (*Carica papaya* L.) basada en muestreo no destructivo. *Revista U.D.C.A-Actualidad y Divulgación Científica*, 12(1), 131-139.
- Carrión J. (2012), Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao variedad CCN-51, Jama-Manabí. Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero en Agroempresas. Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición. Universidad de San Francisco de Quito.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (2009) Enfermedades del cacao en centroamerica. Manual Técnico no. 93. Turrialba, Costa Rica. Recuperado el 23/08/2020 de: [http://canacacao.org/uploads/smartsection/19\\_Enfermedades\\_del\\_cacao.pdf](http://canacacao.org/uploads/smartsection/19_Enfermedades_del_cacao.pdf).
- Cifuentes Santiz, L. E. (2016). Informe final de servicios realizados en finca la Loma, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez.
- Corrales, A. (2018). Microorganismos asociados a daños en frutas y vegetales frescos en una planta de procesamiento (Doctoral dissertation, Universidad de Panamá).
- Cubillos, C. Á., Ramírez, M. G., & Toledo, R. L. (2014). Aislamiento de *Trichoderma* sp., en las unidades productivas agrícolas del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura de Campoalegre (Huila). *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura*, 1(1), 15-20.

- Delgado A. y Suarez C. (1993) Moniliasis del cacao. Documento Técnico N° 10 EET Pichilingue, INIAP. FUNDAGRO. Quito, Ecuador. 18 p.
- Enríquez, Gustavo. (2004). Tecnología del Cacao: Plagas y Enfermedades. Disponible en: [http://www.infoagro.go.cr/agricola/tecnologia/cacao/pyenfermedades .htm](http://www.infoagro.go.cr/agricola/tecnologia/cacao/pyenfermedades.htm)
- Evans, H.C.; Holmes, K.A.; Reid, A.P (2003). Phylogeny of the frosty pod rot pathogen of cocoa. *Plant Pathology* 52: 476-485 p.
- Evans, H. C. (1981) Pot Rot of cacao caused by *Monilia rozeri* (Monilia rozeri) Kew Surrey; England Commonwealth Micological Institute Phytopathological. Papers N° 24. 24 p.
- Evans, H.C.; Krauss, U.; Ríos, R.R.; Agosta, Z.T. y Arévalo, G.E. (1998). Cocoa in Perú. *Cocoa Growers' Bulletin*. Junio de 1998. Boletín 51 p.
- Fachin, G., Pinedo, K., Vásquez, J., Flores, E., Doria, M., Alvarado, J., Koch, C. & Bellido, J. J. (2019). Factores ambientales y su relación con la incidencia de *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin (Lepidóptera: Sesiidae) en frutos de *Theobroma cacao* "cacao" en San Martín, Perú. *Boletín Científico*. Centro de Museos, 23(2), 133-145. Disponible en: <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/136>
- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). (2012). La moniliasis del cacao: el enemigo a vencer. Cortés, Honduras. 24 p. Recuperado el 6 de Septiembre del Consultado en: 2020, [http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao\\_pdfs/La\\_moniliasis\\_del\\_cacao\\_el\\_enemigo\\_a\\_vencer. Pdf](http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/La_moniliasis_del_cacao_el_enemigo_a_vencer.Pdf).
- Franqui, R. A., & Medina, G. S. (2003). La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari): Biología y aspectos básicos de control. *Entomología asociada* Universidad de Puerto Rico, estación experimental agrícola, departamento de producción de cultivos, Rio Piedras, Puerto Rico, 1-11.

- Fulton, R. (1989). The cacao disease trilogy black pod, monilia pod rot, and witches broom. *Plant Disease* 73: 601-603.
- Gregory, P. (1972) Cocoa: the importance of black pod disease. *Journal of the Agricultural Society of Trinidad y Tobago*. 72(2): 155-160 p.
- Guest D. (2007). Black pod: diverse pathogens with a global impact on cocoa yield. *Phytopathology* 97:1650-1653 p.
- Hebbar, P.K. (2007). Cacao diseases: A global perspective from an industry point of view. *Phytopathology* 97:1658-1663
- Hoopen, M., & Krauss, U. (2016). Biological Control of Cacao Diseases. En B. Bailey, & L. Meinhardt (Edits.), *Cacao Diseases: A history of old enemies and new encounters* (1 ed., págs. 511-566). London: Springer
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2006). Protocolo estandarizado de oferta tecnológica para el cultivo del cacao en el Perú / IICA. Lima, Perú. 73 p.
- ICCO. (2015). Pests and diseases. International cocoa organization. [En línea]: <http://www.icco.org/about-cocoa/pest-a-diseases.html>, (documento del 23 mayo 2021).
- Jaimes Y. y Aranzazu F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). Recuperado el 10 de abril del 2021 de: [http://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub\\_doctecnicos/fedecacao-pub-doc\\_04A.pdf](http://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_04A.pdf)

Jaiyeola, I., Akinrinlola, R. J., Ige, G. S., Omoleye, O. O., Oyedele, A., et al. (2014). Bot canker pathogens could complicate the management of Phytophthora black pod of cocoa. *African Journal of Microbiology Research*, 8(33), 3094-3100

Kadir, J et al glosario de términos agronómico 1ª edición marzo 2021

Kuswinanti, T., Junaid, M., Surapati, U., & Ratnawaty, R. (2019). A promising microbial use on cocoa: decomposing cocoa waste and controlling *Lasiodiplodia theobromae* in-vitro. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 343, 012256.

Larrea, G.C. 2007. Determinación de las reservas de carbono· en la biomasa aérea de combinaciones agroforestales de *Theobroma cacao* L. & determinación de la ecuación alométrica para el cacao. Tesis Ing. Ambiental. Lima, Perú. Universidad nacional Agraria La Malina. 80 p.

León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales*. 3 ed. San José, CR. Editorial Agroamérica del IICA. 522 p.

Mairena Vásquez, C. L. (2015). Identificación y fluctuación poblacional de insectos asociados al cultivo de la piña (*Ananas comosus* L. Merrill) Ticuantepe, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).

Mantilla, F. (2015). *Técnicas de muestreo. Un enfoque a la investigación de mercados*.

Marí, F. G. (2004). El muestreo de poblaciones de artrópodos: principios y métodos. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, (164), 12-18.

MEDEIROS, A.G. 1974. Novos conceitos sobre a podridão parda do cacau. *Cacau Atualidades (Brasil)* 11: 20-26.

- Mehl, J., Wingfield, M. J., Roux, J., & Slippers, B. (2017). Invasive everywhere? phylogeographic analysis of the globally distributed tree pathogen *Lasiodiplodia theobromae*. *Forests*, 8(5), 145
- Michereff, S. J., Andrade, D.E.G.T. & Menezes, M. (2005). Manejo Integrado de Doenças Radiculares. En Michereff, S. J., Andrade, D.E.G.T. & Menezes, M. (Eds.), *Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais*, (367-388)
- Minagri - Ministro DE Agricultura Y Riego. (2004). Estudio del Cacao en el Perú y el Mundo. Situación Actual y Perspectivas en el Mercado Nacional e Int PARRA, D. y SÁNCHEZ L. 2005. El control de la moniliasis en el cacao. INIA. Divulga 6:23-26.
- Mohali, S., Burgess, T. I., & Wingfield, M. J. (2005). Diversity and host association of the tropical tree endophyte *Lasiodiplodia theobromae* revealed using simple sequence repeat markers. *Forest Pathology*, 35(6), 385-396.
- Montoya, W. (2016). Revista El Agro. Recuperado el 06 de Junio de 2018, de <http://www.revistaelagro.com/cacao-ecuatoriano-un-cultivo-noble/>
- Mosquera, D.; and Espinosa, C. (2012) Estudio de factibilidad para la producción de cacao en el cantón, San Lorenzo, Provincia de Esmeraldas. Available at: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1559/1/T-UCE-0005-181.pdf>
- Mullen, J. M. (1991). Canker of dogwood caused by *Lasiodiplodia theobromae*: a disease influenced by drought stress or cultivar selection. *Plant Disease*, 75(9), 886-889

- Navarro, M.; Mendoza, I. (2006). Cultivo del cacao en sistemas agroforestales. Guía técnica para promotores. Río San Juan, NI. 67 p.
- Ogundana, S. K. (1983). Life cycle of *Botryodiplodia theobromae*, a soft rot pathogen of yam. *Journal of Phytopathology*, 106(3), 204-213
- Opeke, L. y Gorenz, A. (1974). *Phytophthora* pod rot: symptoms and economic importance. In Gregory, PH (ed). *Phytophthora disease of cocoa*. Longman, Londres, Reino Unido. Pp. 117-139 p.
- Paredes, S. (2016). “El manejo fitosanitario del cultivo de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) y el rendimiento del mismo, en la asociación kallari”. 112 p.
- Paredes, Mendis (2003). Manual del cultivo del cacao. Programa para el desarrollo de la amazonia – Proamazonia. Ministerio de Agricultura. Perú.
- Parra, D. y Sánchez, L. (2005). El control de la moniliasis en el cacao.
- Phillips-Mora, W. (2006). La moniliasis del cacao: un enemigo que podemos y debemos vencer. En: Taller regional andino de aplicación tecnológica en el cultivo de cacao. Quevedo, Ecuador. 21-25 p.
- Phillips-Mora, W. (2004). La moniliasis del cacao: una seria amenaza para el cacao en México. In: Memoria del Simposio Nacional de Manejo Fitosanitario de Cultivos Tropicales. Tabasco, México. 170 p.
- Pico J., Calderón D., Fernández F., y Díaz A., (2012). Guía del manejo integrado de enfermedades del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonía. Recuperado el 20 de marzo del 2021 de: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/guia-del-manejo-integradode-enfermedades-del-cultivo-de-cacao-theobroma-cacao-l-en-la-amazonia.pdf>

- Pitt, W. M., Huang, R., Steel, C. C., & Savocchia, S. (2013). Pathogenicity and epidemiology of Botryosphaeriaceae species isolated from grapevines in Australia. *Australasian Plant Pathology*, 42(5), 573-582.
- Ploetz, R. (2016). The impact of diseases on cacao production: a global overview. En B. Bailey, & L. Meinhardt (Edits.), *Cacao Diseases: A history of old enemies and new encounters* (1 ed., págs. 33-59). London.
- Ploetz, R. C. (2003). *Diseases of Tropical Fruit Crops*. CABI Publishing. Wallingford, UK. pp 76-77.
- Proamazonia (Programa para el Desarrollo de la Amazonía). (2003). *Caracterización de las zonas productoras de cacao en el Perú y su competitividad*. Lima, Perú. 208 p.
- Quintero, U. (1995). *Evaluación de Proyectos. Construcción de indicadores*. Colombia: Fundación FES.
- Quiroz, J., and Mestanza, S. (2012) Establecimiento y manejo de una plantación de cacao. INIAP. Estación Experimental Litoral Sur. Programa Nacional de cacao. Boletín divulgativo N° 146. pp 3-4. Available at: [http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/3442/1/boletin\\_146\\_establecimiento\\_y\\_manejo\\_de\\_una\\_plantacion\\_de\\_cacao.pdf](http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/3442/1/boletin_146_establecimiento_y_manejo_de_una_plantacion_de_cacao.pdf)
- Ramírez, A. (2013). *Los secretos para el cultivo de cacao. Incremente su productividad. Condiciones ideales para sembrar cacao y podas*. 1 ed. Santo Domingo de los Tsáchilas- Ecuador: TM Graficas, 11 y 99 p.
- Ramírez. (2008). *La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en Mexico*. Cancun, Mexico.

- Ramírez JG. Pérdidas económicas asociadas a la pudrición de la mazorca del cacao causada por *Phytophthora* spp. y *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al., en la hacienda Theobroma, Colombia. *Rev de Prot Veg.* 2016;31(1):42-49
- Rendón S. G. (1994). Muestreo. Aplicación en la estimación simultanea de varios parámetros. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 246 p.
- Rodrigues, R. (2003). Caracterização morfológica e patológica de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., agente causal das podridões de tronco e raízes da videira. Dissertatação de Mestrado, Instituto Agrônômico de Campinas.
- Rodríguez, G. e. (1999). *Sistemas de monitoreo y evaluación sensibles a género*. San José de Costa Rica: ABSOLUTO.
- Salvatore, M. M., Alves, A., & Andolfi, A. (2020). Secondary metabolites of *Lasiodiplodia theobromae*: distribution, chemical diversity, bioactivity, and implications of their occurrence. *Toxins*, 12(7), 457
- Sánchez, F.; Garcés, R. 2012. *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. in the crop of cocoa. Artículo de Revisión. *Scientia Agropecuaria*, 3:249 – 258.
- Sathya, K., Parthasarathy, S., Thiribhuvanamala, G., & Prabakar, K. (2017). Morphological and molecular variability of *Lasiodiplodia theobromae* causing stem end rot of mango Tamil Nadu, India. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 5(6), 1024-1031.
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria). (2017). Metodología de la evaluación de plagas agrícolas. 32 p.

- Shaidul, M., Most-Ferdousi, B., Montaz, A., Rafiqul, M., & Shah, M. (2001). Effect of Temperature, Light, and Media on Growth, Sporulation, Formation of Pigments and Pycnidia of *Botryodiplodia theobromae*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4(10), 1224-1227.
- Slippers, B., Boissin, E., Phillips, A., Groenewald, J., Lombard, L., et al. (2013). Phylogenetic lineages in the Botryosphaerales: a systematic and evolutionary framework. *Studies in Mycology*, 76, 31-49.
- Suarez L. y Rangel A. (2014). Aislamiento de microorganismos para control biológico de *Moniliophthora roreri*. Recuperado el 21 de marzo del 2021 de: <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v62n4/v62n4a11>.
- Valarmathi, P., & Ladhalakshmi, D. (2018). Post-harvest diseases of cocoa. *Agrobios Newsletter*, 16(11), 95-96.
- Valencia ICE, Hernández BA. (2002). Muestreo de suelos preparación de muestras y guía de campo. 1a. ed. Universidad Autónoma de México. 111 p.
- Vásquez-López, A., Mora-Aguilera, J. A., Cárdenas-Soriano, E., & Téliz-Ortiz, D. (2009). Etiología e histopatología de la muerte descendente de árboles de mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore y Stearn] en el estado de Guerrero, México. *Agrociencia*, 43, 717-728.
- Tondje P, Hebbar K, Samuels G, Bowers J, Weise S, Nyemb E, Begoude D, Foko J, Fontem D. (2006). Bioassays of *Geniculosporium* species for *Phytophthora megakarya* biological control on Cacao pod husk pieces. *African Journal of Biotechnology* 5.
- Torres, L. (2012). Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cuenca. Available at: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3250/1/TESIS.pdf>

- Torri, S. I., Cabello, M. J., & Lavado, R. S. (2007). Diagnóstico de la calidad de los suelos y su fertilidad para el cultivo de pecán. La Producción de Pecán en Argentina. INTA-FAUBA VI. Buenos Aires, Argentina, 1-20.
- Tovar-Pedraza, J. M., Mora-Aguilera, J. A., Nava-Díaz, C., Téliz-Ortiz, D., Villegas-Monter, N., & Leyva-Mir, S. G. (2013). Control of *Lasiodiplodia theobromae*, the causal agent of dieback of sapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore and Stearn] grafts in México.
- Walker C, Van West P. (2007). Zoospore development in the oomycetes. Fungal Biology Reviews. Wood, GAR; Lass, RA. Cocoa. New York, Estados Unidos. Longman. 11-37 p.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p><b>Problema general</b> ¿Cuáles serán los sistemas de muestreo para la detección de enfermedades en una plantación comercial de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) en el distrito de Uchiza-Tocache 2021?</p> <p><b>Problemas específico</b> ¿Cuál será la eficiencia del sistema de muestreo en diseño cruz, zigzag, diseño por zona y en forma lineal para la detección de <i>Moniliophthora roreri</i>. Cuál será la eficiencia del sistema de muestreo en diseño cruz, zigzag, diseño por zona y en forma lineal para la detección de <i>Phytothora palmivora</i> Cuál será la eficiencia del sistema de muestreo en diseño cruz, zigzag, diseño por zona y en forma lineal para la detección de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> ¿</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar el sistema de muestreo para la detección en una plantación comercial del cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) en el distrito de Uchiza-Tocache.</p> <p><b>Objetivo específico</b> Evaluar los sistema de muestreo en diseño cruz, zigzag, diseño por zona y en forma lineal para la detección e incidencia de <i>Moniliophthora roreri</i> Evaluar los sistema de muestreo en diseño cruz, zigzag, diseño por zona y en forma lineal para la detección e incidencia de <i>Phytothora palmivora</i> Evaluar los sistema de muestreo en diseño cruz, zigzag, diseño por zona y en forma lineal para la detección e incidenciade <i>Lasiodiplodia theobromae</i>,</p>	<p>Si ocupamos los sistemas de muestreo, entonces se tiene efecto significativo en la detección de enfermedades en una plantación comercial del cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) en el distrito de Uchiza-Tocache.</p> <p><b>Hipótesis específica</b> Evaluar los sistema de muestreo en diseño cruz, zing zag, diseño por zonal y en forma lineal facilita la detección y determinacion de la incidencia <i>Moniliophthora rorer</i>. Evaluar los sistema de muestreo en diseño cruz, zing zag, diseño por zonal y en forma lineal, facilita la detección y determinacion de la incidencia <i>Phytothora palmivora</i>. Evaluar ls sistema de muestreo en diseño cruz, zing zag, diseño por zonal y en forma lineal ,facilita la detección y determinacion de la incidencia <i>Lasiodiplodia theobromae</i>,</p>	<p><b>INDEPENDIENTE:</b> Sistema de muestreo</p> <p><b>DEPENDIENTE:</b> enfermedades</p> <p><b>INTERVINIENTE</b> Condiciones edafoclimáticas</p>	<p>Diseño cruz, diseño zigzag, diseño por zonal diseño forma lienal</p> <p><i>Moniliophthora roreri</i> % <i>Phytophthora palmivora</i> %</p> <p><i>Lasiodiplodia theobromae</i> %</p> <p>T° H° Precipitación</p>

TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	POBLACION Y MUESTRA	METODO DE INVESTIGACIÓN	TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Aplicada, porque se determinaron los sistemas de muestreo para las tres principales enfermedades</p> <p><b>Nivel de investigación</b></p> <p>Experimental, porque se evaluaron las sistemas de muestreo en el cultivo de cacao</p>	<p><b>Población</b></p> <p>Estará constituida por todo el cultivo de cacao</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Serán 9 y 15 por tratamiento plantas de cacao</p> <p><b>Tipo de muestreo</b></p> <p>Probabilístico, en su forma de Muestreo Simple, porque todas las plantas tienen la oportunidad de ser parte de la muestra.</p>	<p>Se seleccionaron sistemas de muestreo zigzag, cruz, lineal y zonal, en cada una de ellos se evaluará 9 y 15 plantas por tratamiento de las enfermedades existentes, en una ficha de control. el muestreo para evaluar se recorrerá todo el bloque</p> <p>En cada planta se evaluará frutos enfermos la cual se realizará contando de frutos enfermos</p>	<p><b>Técnicas bibliográficas</b></p> <p><b>Fichaje:</b> Se utilizó para registrar aspectos esenciales de los materiales leídos para elaborar la literatura citada.</p> <p><b>Análisis de contenido</b> Servirá para construir el sustento teórico.</p> <p><b>Técnicas de campo</b> Observación.</p>	<p><b>Instrumentos bibliográficos:</b></p> <p><b>Fichas</b> Fichas de localización y registro: Bibliográficas hemerográficas</p> <p><b>Fichas de investigación</b> Resumen Transcripción</p> <p><b>Instrumentos de campo</b> Libreta de campo:</p>



### Anexo 03. Panel fotográfico



Fig 1. Charlas técnicas sobre las principales enfermedades



Fig. 2. Establecimiento de terreno



Fig 3. Marcación de las plantas.

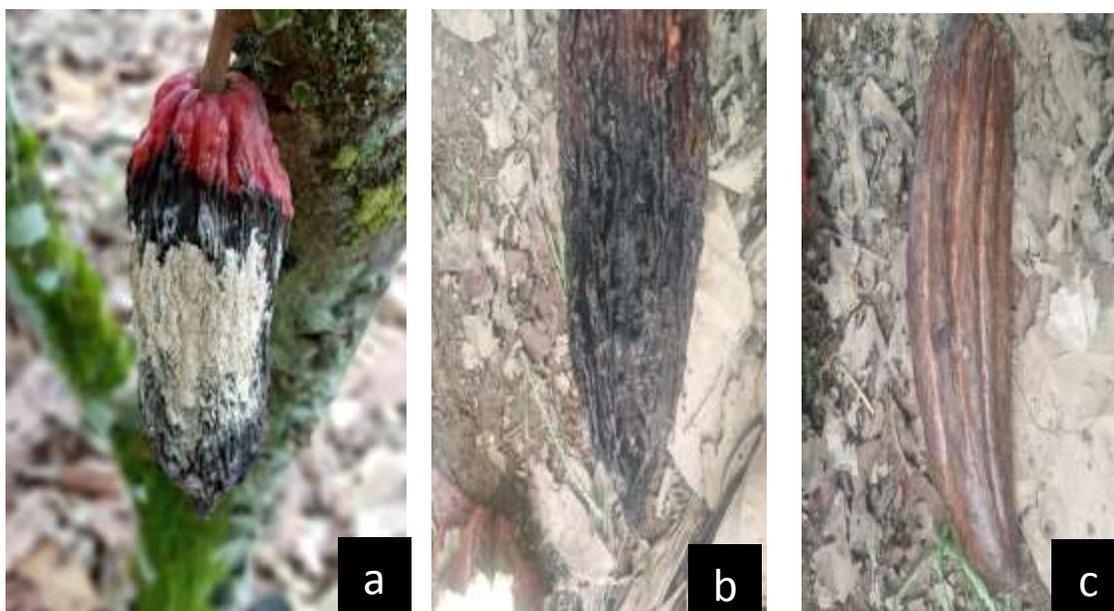


Fig. 4. Identificación de las 3 principales enfermedades a) *Moniliophthora roreri*  
b) *Phytophthora palmivora*, c) *Lasiodiplodia theobromae*



Fig. 5. Evaluaciones realizadas en campo.

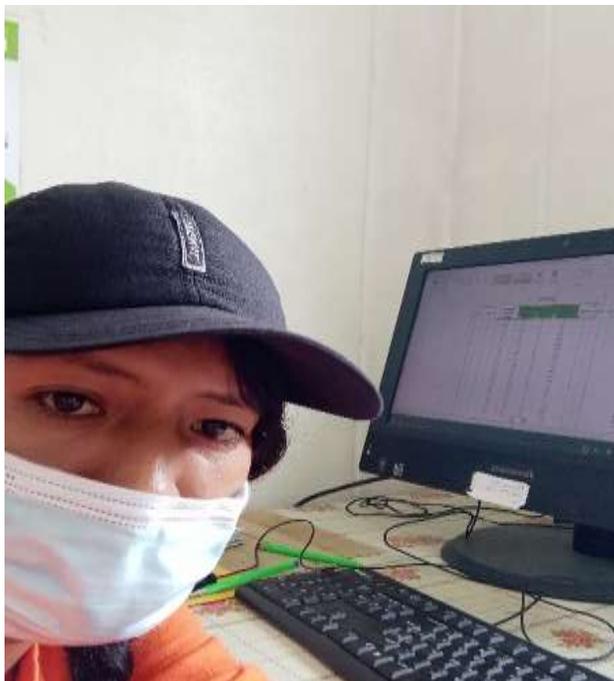


Fig. 6. Digitación de los datos de evaluación en la oficina de palmas de espino.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN – HUÁNUCO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DIRECCION DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE TURNITIN N° 030 - 2022- UNHEVAL- FCA

**CONSTANCIA DEL PROGRAMA**  
**TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS**

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**SISTEMAS DE MUESTREO PARA LA DETECCIÓN DE ENFERMEDADES  
EN UNA PLANTACIÓN COMERCIAL DE CACAO (*THEOBROMA CACAO*  
L.) EN EL DISTRITO DE UCHIZA-TOCACHE 2021**

Presentado por (el) (la) alumno (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias,  
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

**FAUSTINO DAMIÁN, EVELIN**

La misma que fue aplicado en el programa: “turnitin”

La TESIS; para Revisión.pdf; con Fecha: 20 de junio 2022

Resultado: **30 % de similitud general**, rango considerado: **Apto**, por disposición  
de la Facultad.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Atentamente.

030

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CONSTANCIA N°

Dr. Antonio S. Cornejo y Maldonado  
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN  
DE LA F.C.A.



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN  
HUANUCO - PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO.



En la ciudad de Huánuco los 22 días del mes de julio del año 2022, siendo las 01.00 pm horas con 00 minutos de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron en forma virtual a través de la plataforma de la UNHEVAL cisco webex, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante RESOLUCIÓN Nº 343 -2022-UNHEVAL/FCA-D de fecha 12 de julio de 2022, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada: **"SISTEMAS DE MUESTREO PARA LA DETECCIÓN DE ENFERMEDADES EN UNA PLANTACIÓN COMERCIAL DE CACAO (*theobroma cacao* L.) EN EL DISTRITO DE UCHIZA-TOCACHE 2021"**, Presentada por el Bachiller en Ingeniería Agronómica: a **EVELIN FAUSTINO DAMIAN**, Bajo el asesoramiento de la: **Dra. Agustina Valverde Rodríguez**.

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes Docentes:

**PRESIDENTE** : Dr. Antonio Salustio Cornejo y Maldonado  
**SECRETARIO** : Mg. Fleli Jara Claudio  
**VOCAL** : Ing. Grifelio Vargas García  
**ACCESITARIO** : Dr. Fernando Jeremías Gonzales Pariona

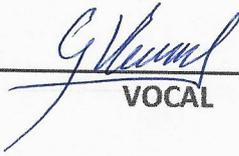
Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el cuantitativo de: **DIESESISEIS (16)** y cualitativo de, **BUENO** quedando el sustentante: **APTO** para que se le expida el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO**.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 03.00 pm horas.

Huánuco, 22 de julio del 2022

  
\_\_\_\_\_  
**PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**SECRETARIO**

  
\_\_\_\_\_  
**VOCAL**

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado



**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN  
 HUANUCO - PERÚ  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA**



OBSERVACIONES:

---



---



---



---

Huánuco, 22 de julio del 2022

\_\_\_\_\_  
 PRESIDENTE

SECRETARIO

\_\_\_\_\_  
 VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

---



---



---

Huánuco, 22 de julio del 2022

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

<b>Pregrado</b>	X	<b>Segunda Especialidad</b>		<b>Posgrado:</b>	Maestría		Doctorado
-----------------	---	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

<b>Facultad</b>	CIENCIAS AGRARIAS
<b>Escuela Profesional</b>	INGENIERÍA AGRONÓMICA
<b>Carrera Profesional</b>	INGENIERÍA AGRONÓMICA
<b>Grado que otorga</b>	-----
<b>Título que otorga</b>	INGENIERO AGRÓNOMO

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

<b>Facultad</b>	-----
<b>Nombre del programa</b>	-----
<b>Título que Otorga</b>	-----

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

<b>Nombre del Programa de estudio</b>	-----
<b>Grado que otorga</b>	-----

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

<b>Apellidos y Nombres:</b>	FAUSTINO DAMIAN EVELIN						
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	X	Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b> 931688872
<b>Nro. de Documento:</b>	72860776				<b>Correo Electrónico:</b> yajairaedf@gmail.com		

<b>Apellidos y Nombres:</b>							
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI		Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b>
<b>Nro. de Documento:</b>					<b>Correo Electrónico:</b>		

<b>Apellidos y Nombres:</b>							
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI		Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b>
<b>Nro. de Documento:</b>					<b>Correo Electrónico:</b>		

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos** según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

<b>¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?:</b> (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO		
<b>Apellidos y Nombres:</b>	VALVERDE RODRIGUEZ AGUSTINA			<b>ORCID ID:</b> https://orcid.org/ 0000-0003-1522-4827	
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	X	Pasaporte	C.E.	<b>Nro. de documento:</b> 42730740

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres** completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

<b>Presidente:</b>	CORNEJO Y MALDONADO ANTONIO SALUSTIO
<b>Secretario:</b>	JARA CLAUDIO FLELI
<b>Vocal:</b>	VARGAS GARCIA GRIFELIO
<b>Vocal:</b>	
<b>Vocal:</b>	
<b>Accesitario</b>	GONZALES PARIONA FERNANDO JEREMIAS

**5. Declaración Jurada:** (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

<b>a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado:</b> (Ingrese el título tal y como está registrado en el <b>Acta de Sustentación</b> )
“SISTEMAS DE MUESTREO PARA LA DETECCIÓN DE ENFERMEDADES EN UNA PLANTACION COMERCIAL DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN EL DISTRITO DE UCHIZA – TOCACHE 2021”
<b>b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de:</b> (tal y como está registrado en <b>SUNEDU</b> )
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO
<b>c)</b> El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
<b>d)</b> El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
<b>e)</b> El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
<b>f)</b> Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
<b>g)</b> Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
<b>h)</b> Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

**6. Datos del Documento Digital a Publicar:** (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

<b>Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación:</b> (Verifique la Información en el <b>Acta de Sustentación</b> )			2022			
<b>Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional:</b> (Marque con <b>X</b> según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	<b>Tesis</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Tesis Formato Artículo</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Tesis Formato Patente de Invención</b>	<input type="checkbox"/>
	<b>Trabajo de Investigación</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Trabajo de Suficiencia Profesional</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos</b>	<input type="checkbox"/>
	<b>Trabajo Académico</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Otros (especifique modalidad)</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Palabras Clave:</b> (solo se requieren 3 palabras)	SISTEMAS	ENFERMEDADES	CACAO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Tipo de Acceso:</b> (Marque con <b>X</b> según corresponda)	<b>Acceso Abierto</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Condición Cerrada (*)</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Con Periodo de Embargo (*)</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Fecha de Fin de Embargo:</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora?</b> (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una “X” en el recuadro del costado según corresponda):						
SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/>						
<b>Información de la Agencia Patrocinadora:</b>						
<input type="text"/>						

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

### 7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo Indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	FAUSTINO DAMIAN EVELIN	Huella Digital
DNI:	72860776	
Firma:		Huella Digital
Apellidos y Nombres:		
DNI:		Huella Digital
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha:		

### Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una **X** en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.