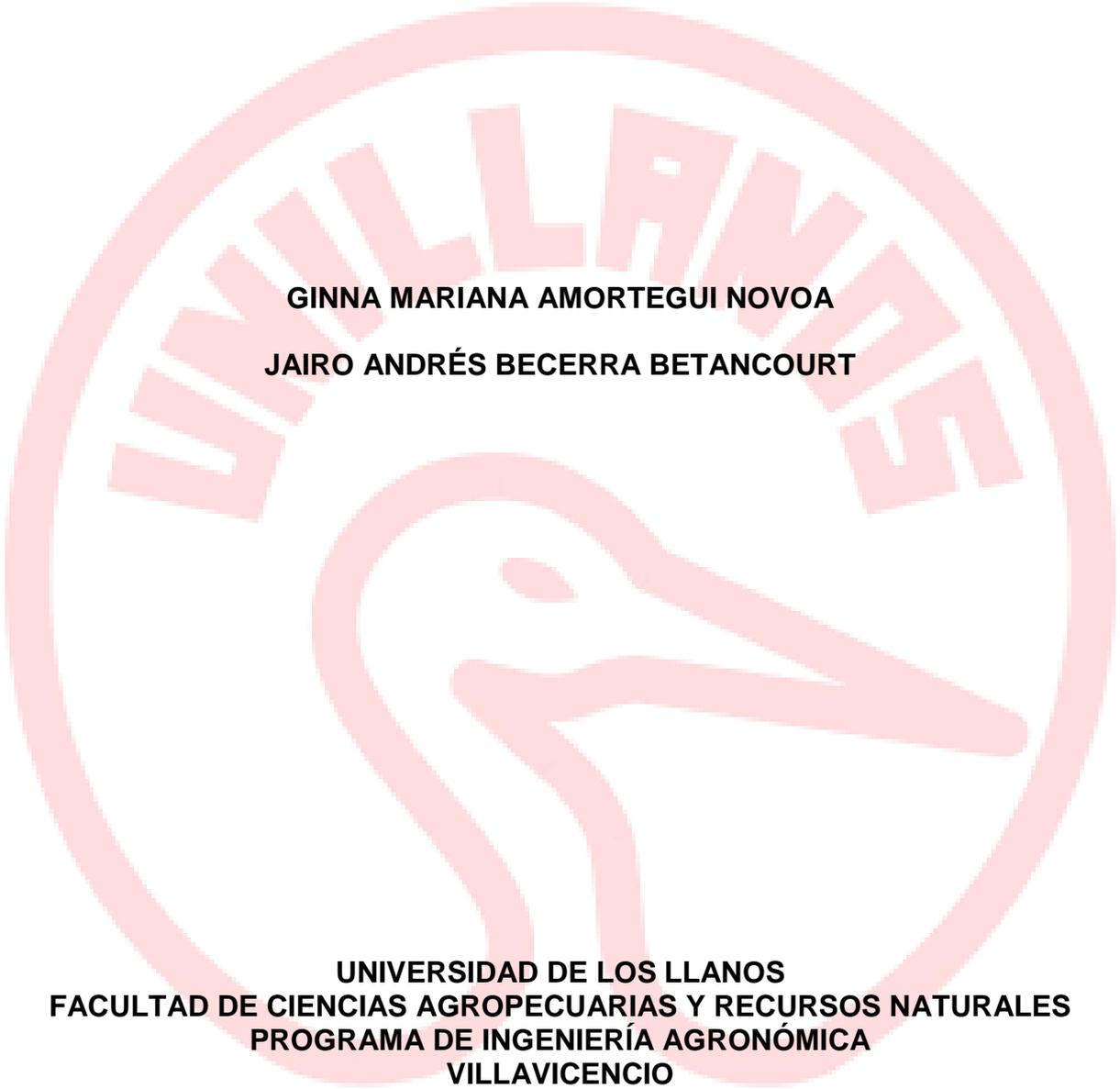


**DIAGNÓSTICO SANITARIO DEL JARDÍN CLONAL DE CACAO (*Theobroma cacao*), UBICADO EN LA GRANJA BARCELONA DE LA UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS**



**GINNA MARIANA AMORTEGUI NOVOA  
JAIRO ANDRÉS BECERRA BETANCOURT**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA  
VILLAVICENCIO  
2018**

**DIAGNÓSTICO SANITARIO DEL JARDÍN CLONAL DE CACAO (*Theobroma cacao*), UBICADO EN LA GRANJA BARCELONA DE LA UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS**

**GINNA MARIANA AMORTEGUI NOVOA**

**JAIRO ANDRÉS BECERRA BETANCOURT**

**Trabajo presentado como requisito para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo.**

**Director: Harold Batidas López  
Ingeniero Agrónomo**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
VILLAVICENCIO, META  
2018**

**ORDEN ADMINISTRATIVO**

**Pablo Emilio Cruz Casallas**

Rector

**Doris Consuelo Pulido de González**

Vicerrectora Académica

**Deiver Giovanni Quintero**

Secretario General

**Carlos Hernando Colmenares**

Decano Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Cristóbal Lugo López**

Director Escuela de Ciencias Agrícolas

**Álvaro Álvarez Socha**

Director de Programa de Ingeniería Agronómica

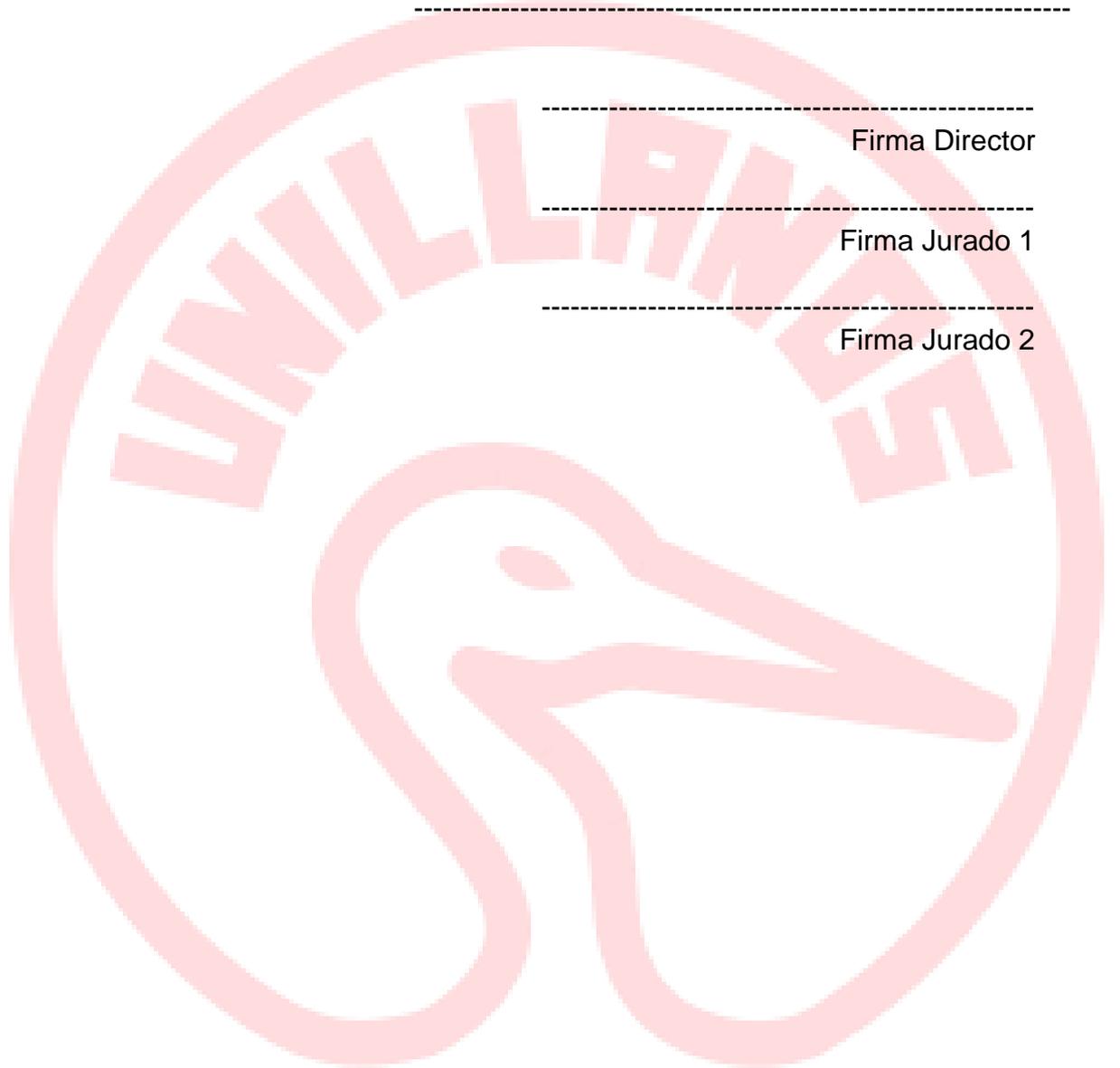
Nota de aceptación

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

-----  
Firma Director

-----  
Firma Jurado 1

-----  
Firma Jurado 2



Villavicencio, Meta. Noviembre 21 de 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por estar en mí todos los días y ayudarme a terminar esta etapa de mi vida.

A mis padres por su apoyo y comprensión, y a mi hermanita Natalia Becerra por motivarme con el solo hecho de existir.

A María Camila Herrera por ser parte de mi vida, demostrándome que siempre puedo contar con ella en mis alegrías y tristezas.

A Héctor por ser mi amigo y compañero fiel en la vida.

A mis abuelos paternos por brindarme siempre su amor y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A mis abuelos maternos por su amor a pesar de la distancia.

**Jairo Andrés Becerra Betancourt**

Quiero agradecer a Dios primeramente por darme la vida, a mi mamá Gloria Novoa y mi segunda mamá Catalina Novoa por su apoyo incondicional en cada etapa de mi carrera, porque a pesar de los buenos o malos momentos han estado a mi lado dándome ánimo, porque gracias a ellas voy a titularme como ingeniera agrónoma, sin su apoyo y compañía nada de esto hubiera dado frutos, a cada uno de los docentes que me han acompañado, enseñado y han aportado a mi desarrollo profesional y personal, en especial al Ing. Harold Bastidas que con su apoyo fue posible llevar a cabo este trabajo. A mi novio Yeison Ospina porque me ha apoyado en la última etapa de mi carrera y me ha aportado consejos que han ayudado a mi carrera profesional.

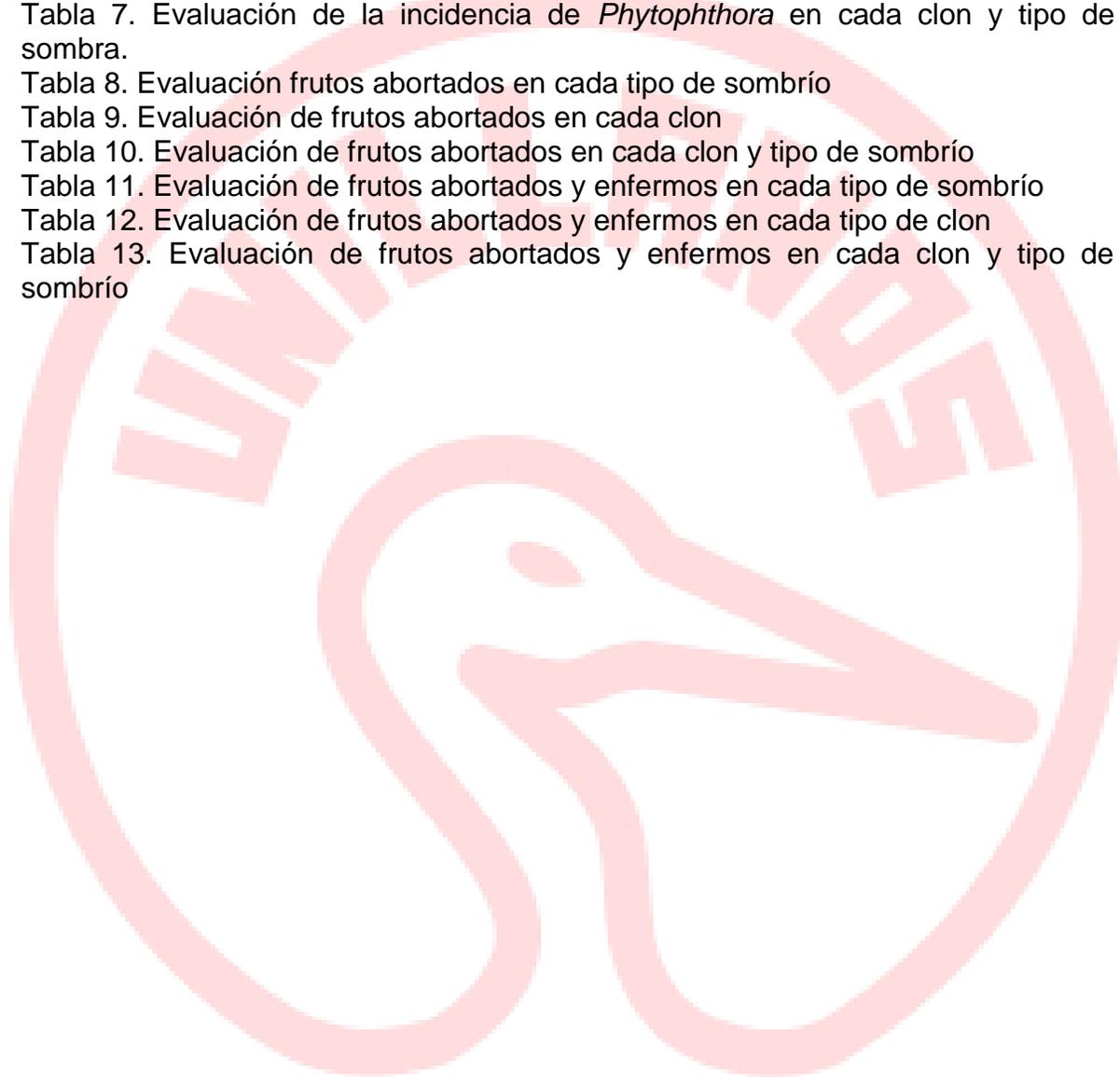
**Mariana Amórtegui Novoa**

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen .....	9
Abstract .....	10
Introducción .....	11
Objetivos .....	13
Marco teórico.....	14
Metodología.....	23
Resultados .....	24
Discusión.....	30
Conclusiones.....	32
Recomendaciones.....	33
Bibliografía .....	34
Anexos .....	36

## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Medios de cultivo para cada tipo de organismo  
Tabla 2. Clones recomendados según zona agroecológica  
Tabla 3. Enfermedades presentes en el cacao bajo sombrío de Yopo  
Tabla 4. Enfermedades presentes en el cacao bajo sombrío de Acacia  
Tabla 5. Evaluación *Phytophthora* en el jardín clonal bajo dos tipos de sombrío.  
Tabla 6. Evaluación de la incidencia de *Phytophthora* en cada clon.  
Tabla 7. Evaluación de la incidencia de *Phytophthora* en cada clon y tipo de sombra.  
Tabla 8. Evaluación frutos abortados en cada tipo de sombrío  
Tabla 9. Evaluación de frutos abortados en cada clon  
Tabla 10. Evaluación de frutos abortados en cada clon y tipo de sombrío  
Tabla 11. Evaluación de frutos abortados y enfermos en cada tipo de sombrío  
Tabla 12. Evaluación de frutos abortados y enfermos en cada tipo de clon  
Tabla 13. Evaluación de frutos abortados y enfermos en cada clon y tipo de sombrío



## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Imágenes correspondientes al jardín clonal evaluado

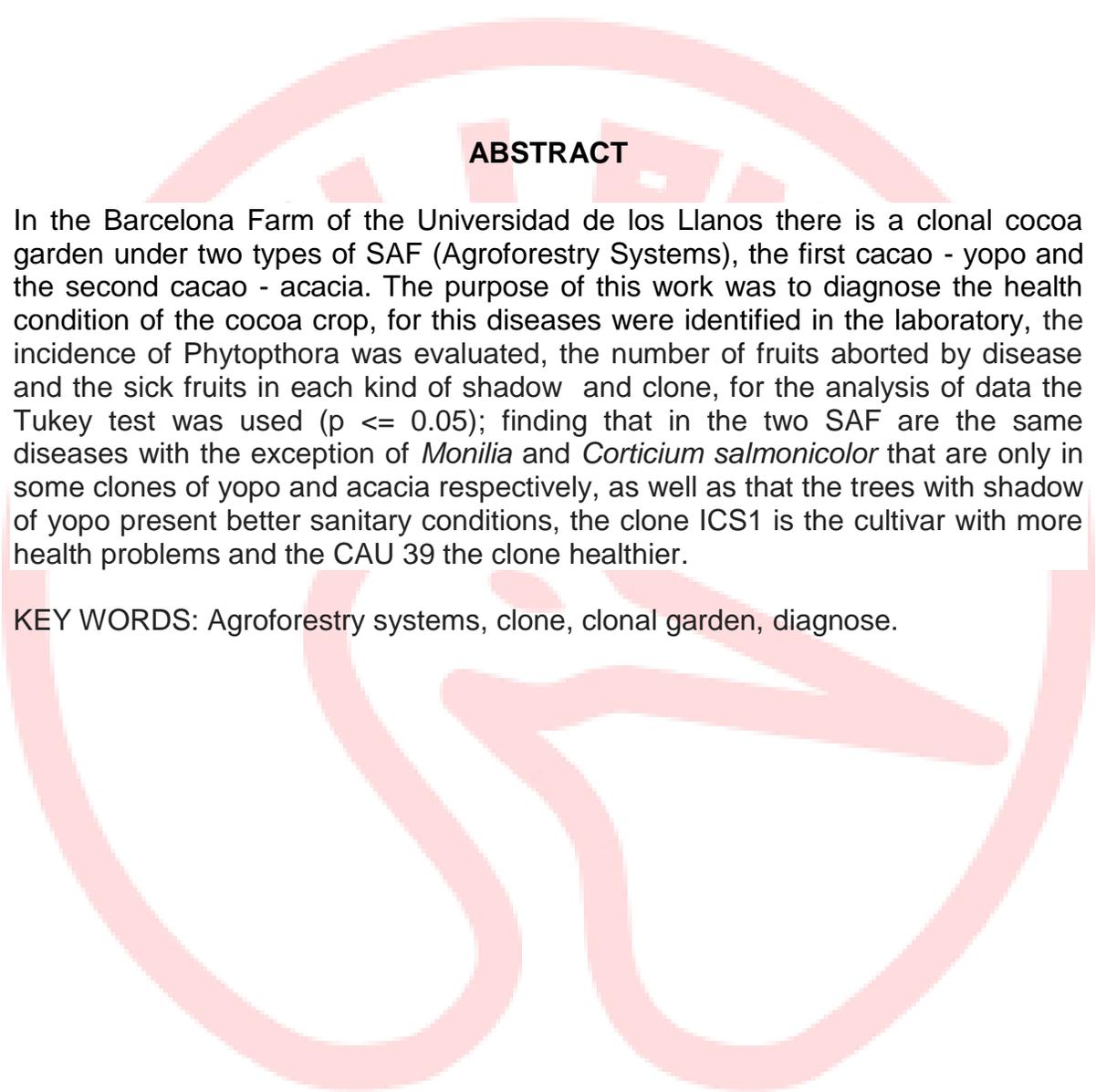
Anexo 2. Imágenes correspondientes al trabajo realizado en laboratorio para el diagnóstico sanitario.



## RESUMEN

En la Granja Barcelona de la Universidad de los Llanos se encuentra establecido el jardín clonal de cacao (*Theobroma cacao*) bajo dos tipos de SAF (Sistemas agroforestales), el primero es cacao – yopo y el segundo cacao – acacia. El presente trabajo tuvo como objeto diagnosticar el estado sanitario del cultivo de cacao, para tal objetivo fueron identificadas enfermedades en laboratorio, evaluado la incidencia de *Phytophthora*, el número de frutos abortados por enfermedad y los frutos enfermos en cada sombrío y clon, para el análisis de datos fue utilizada la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) ; encontrándose que en los dos SAF se encuentran las mismas enfermedades a excepción de *Monilia* y *Corticium salmonicolor* que solo están en algunos clones de yopo y acacia respectivamente, así como que los árboles bajo sombrío de yopo presentan mejor estado sanitario, el clon ICS1 es el cultivar con más problemas sanitarios y el CAU 39 el clon con mayor sanidad.

PALABRAS CLAVE: Clon, diagnóstico, jardín clonal, SAF.



## ABSTRACT

In the Barcelona Farm of the Universidad de los Llanos there is a clonal cocoa garden under two types of SAF (Agroforestry Systems), the first cacao - yopo and the second cacao - acacia. The purpose of this work was to diagnose the health condition of the cocoa crop, for this diseases were identified in the laboratory, the incidence of Phytophthora was evaluated, the number of fruits aborted by disease and the sick fruits in each kind of shadow and clone, for the analysis of data the Tukey test was used ( $p \leq 0.05$ ); finding that in the two SAF are the same diseases with the exception of *Monilia* and *Corticium salmonicolor* that are only in some clones of yopo and acacia respectively, as well as that the trees with shadow of yopo present better sanitary conditions, the clone ICS1 is the cultivar with more health problems and the CAU 39 the clone healthier.

KEY WORDS: Agroforestry systems, clone, clonal garden, diagnose.

## INTRODUCCION

El cacao es un cultivo de gran importancia económica para el país, en Colombia 25 mil familias campesinas tienen ingresos a partir de su producción, la industria chocolatera genera un elevado número de empleos y el chocolate de mesa hace parte de la canasta familiar colombiana (Jaimes & Aranzazu, 2010).

Además cada año la demanda de cacao crece y el producto nacional es más apetecido y reconocido internacionalmente por su calidad, sin embargo actualmente existe una amenaza a la economía mundial del cacao por la presencia de enfermedades, su mayor limitante en producción, estas pueden causar pérdidas mayores al 30% del potencial productivo (Jaimes & Aranzazu, 2010), en Colombia las principales enfermedades según (Fedecacao, 2011) son: Moniliasis (*Moniliophthora roreri*), Mazorca negra (*Phytophthora sp*), Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), Llaga estrellada (*Rosellinia*) y Mal del machete (*Ceratocystis fimbriata*).

La productividad de los cultivos es influenciada por diversos factores, uno de estos es su sanidad que depende de un adecuado diagnóstico sanitario, este en muchas ocasiones es realizado de manera incorrecta debido a que en campo es imposible saber con exactitud los patógenos y plagas presentes en un cultivo, por este motivo es necesario realizar diagnósticos más profundos y acertivos por medio de metodologías llevadas a cabo en laboratorios, que permiten conocer de manera precisa y con carácter científico problemas fitopatológicos presentes en un cultivo.

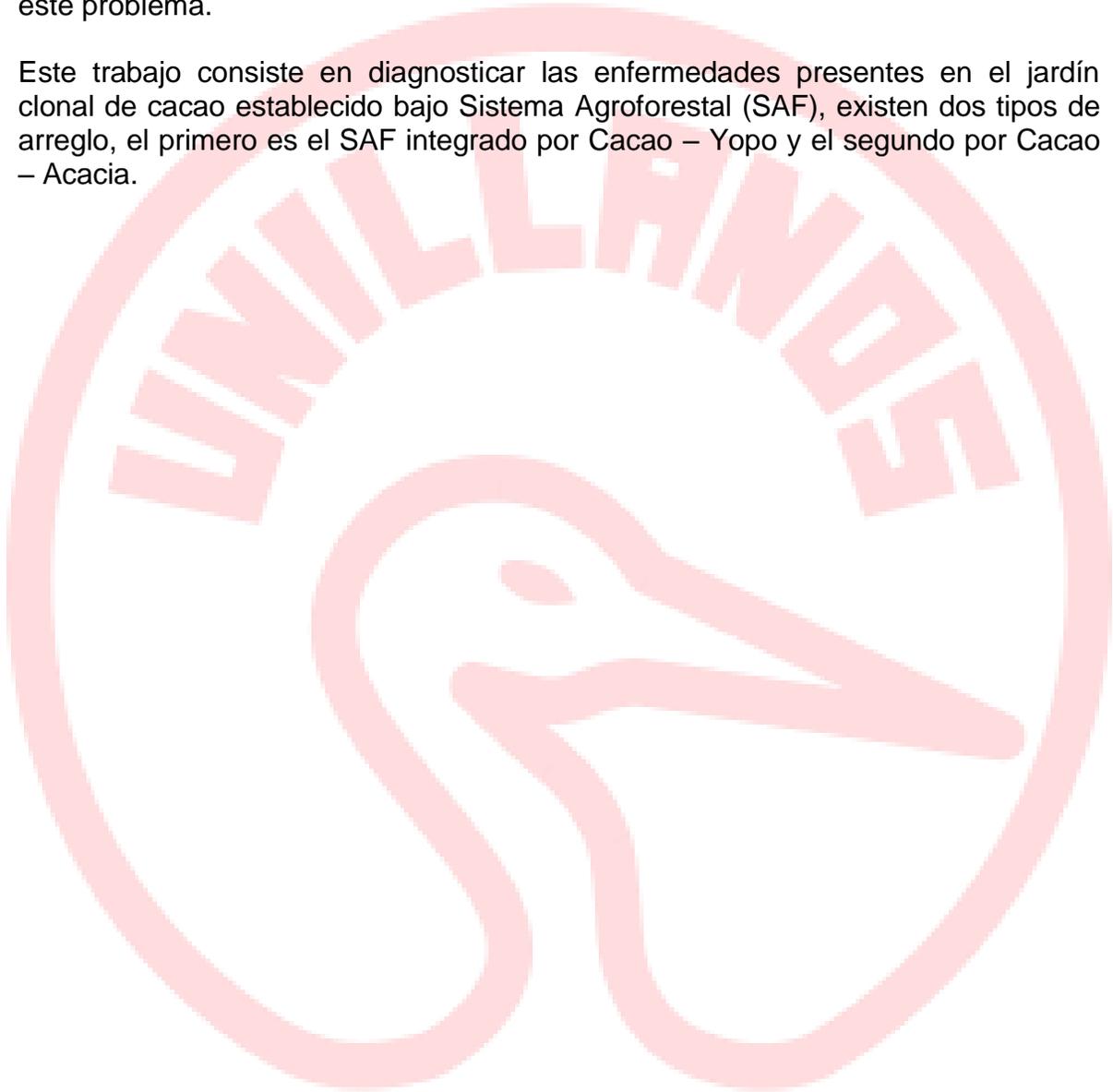
Debido a la importancia socioeconómica de este cultivo y su susceptibilidad a las enfermedades, es importante para su adecuado manejo realizar un correcto diagnóstico sanitario. El diagnóstico acertivo de las enfermedades de un cultivo está basado según (French & Hebert, 1980) en la observación adecuada de los síntomas; debido a que este no debe darse solo por su sintomatología deben ser realizadas pruebas en laboratorio que permitan identificar los organismos patógenos, para tal fin y elegir el procedimiento adecuado existen claves propuestas por (French & Hebert, 1980). A partir de la identificación es posible inferir la influencia de agentes ambientales externos y esto junto a la identificación de patógenos, es el primer paso para realizar un adecuado manejo de cultivos.

Además de conocer el estado sanitario, el diagnóstico permite inferir la influencia de otras especies en la sanidad de un cultivo, dar un manejo adecuado al sistema productivo e identificar todos los organismos presentes, siendo esto muy importante porque en algunos casos, estos sirven como agentes antagonistas.

En la Universidad de los Llanos, se encuentra establecido clones de cacao bajo

dos tipos de sombrío. Las plantas del jardín clonal de cacao ubicadas en la Universidad de los Llanos presentaban diferentes síntomas de enfermedades que han afectado su normal desarrollo y producción, sin embargo no existía un diagnóstico sanitario llevado a cabo en laboratorio que permitiera conocer realmente los patógenos presentes en el cultivo y así dar un adecuado manejo, por lo tanto la realización de este trabajo que consiste en un diagnóstico sanitario de las enfermedades presentes en cada clon es el primer paso para dar solución a este problema.

Este trabajo consiste en diagnosticar las enfermedades presentes en el jardín clonal de cacao establecido bajo Sistema Agroforestal (SAF), existen dos tipos de arreglo, el primero es el SAF integrado por Cacao – Yopo y el segundo por Cacao – Acacia.



## 1. OBJETIVOS

### 1.1 OBJETIVO GENERAL.

- Diagnosticar las enfermedades fúngicas presentes en el jardín clonal de cacao establecido bajo el SAF (Cacao, Acacia y Yopo) ubicado en la Granja de la Universidad de los Llanos.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Identificar los patógenos presentes en cada clon y tipo de sombrío.
- Evaluar la incidencia de Phytophthora según el tipo de sombrío.
- Evaluar el estado sanitario de los clones bajo los dos tipos de sombrío.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1. DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES EN LAS PLANTAS.

La fitopatología es una ciencia que estudia las enfermedades de las plantas, comprendiendo la investigación de hongos, bacterias, virus, viroides, micoplasmas, nematodos y protozoarios; así como las condiciones ambientales adversas (temperatura, luz, pH, agua, nutrientes del suelo) que ocasionan enfermedades (Urbina, 2011). Esta ciencia utiliza las técnicas básicas y los conocimientos de otras, su importancia no solo radica en el conocimiento que genera durante su estudio, sino en un fin más práctico como desarrollar y aplicar métodos de detección precisa para controlar enfermedades, partiendo del reconocimiento de los agentes causales.

Para identificar los agentes causales, se debe determinar su etiología, con este fin se debe recolectar muestras frescas de manera adecuada de los tejidos afectados de la planta (Agrios G. , 2005). Esto es necesario para dar un correcto diagnóstico y así un manejo adecuado a las enfermedades.

**Enfermedad:** Es el producto de la interacción entre un patógeno, un hospedante y el medio ambiente, el primer paso para manejarla adecuadamente es conocer el agente causal; en el año 2009 eran conocidas más de 1300 especies de hongos patógenos, 4105 nematodos, 950 virus, 30 viroides y alrededor de 100 especies de bacterias (French & Hebert, 1980).

**Importancia de las enfermedades:** Las enfermedades de gran importancia producen pérdidas en los cultivos de las siguientes formas (French & Hebert, 1980):

1. Reducción en el rendimiento de las plantas
2. Reducción de la calidad del producto cosechado
3. Contaminación del suelo
4. Pérdidas de pos cosecha
5. Formación de productos tóxicos
6. Incrementos en el costo de producción
7. Costos de manejo
8. Predisposición a otras enfermedades

Para realizar el diagnóstico de plantas se necesitan pasos consecutivos, que varían depende las circunstancias, aunque generalmente consisten en los siguientes:

1. Observación de síntomas
2. Determinación de circunstancias del caso: como condiciones climáticas, terreno, distribución de la enfermedad, historial, aplicación de productos agroquímicos y fertilizantes.
3. Observación de señas de patógenos
4. Correlación de lo observado con la bibliografía.

En lo que se refiere al aislamiento *in vitro* o su perpetuación a través de hospedantes, prueba de patogenicidad e identificación del patógeno vienen después del diagnóstico.

### **Observación de síntomas**

Las enfermedades afectan todos los órganos de las plantas, existen diferentes combinaciones de síntomas para los distintos tipos de plantas y cultivos. Se tienen en cuenta a observar los que más se presentan en plantas anuales.

**Manchas:** estas pueden ser cloróticas, necróticas, oscuras, traslucidas, mosaico entre otras y pueden presentarse en todos los órganos de la planta.

**Necrosis terminal:** esta destruye la punta de crecimiento del tallo, tubérculo o raíz, lo que ocasiona la muerte de órganos sexuales y frutos.

**Taponamiento vascular:** son sustancias producidas por un patógeno o inducidas por el mismo, por lo que reducen la translocación de xilema o floema.

**Pudrición:** es la desintegración de tejidos y ocurre por la acción de los patógenos.

**Crecimiento anormal:** se observa en formas de hipertrofia, hiperplasia, distorsión entre otros.

La observación adecuada de los síntomas es la parte fundamental para iniciar un correcto y adecuado diagnóstico, debido a que este no debe darse solo por su sintomatología debe tenerse en cuenta la siguiente clave, propuesta por (French & Hebert, 1980):

### **Claves y pasos de un diagnóstico.**

#### **1. Manchas y canchros**

##### **1.1. Señas de patógeno visibles en estereoscopio**

- 1.1.1. Señas de hongo: Realizar preparaciones microscópicas de las estructuras, con tinción cuando sea apropiado. **(I)**

1.1.2. Señas de bacteria exudado o manchas húmedas: realizar preparación microscópica para observar el flujo bacteriano en campo oscuro, hacer rápidamente tinción de Gram. **(II)**

## **1.2. Ausencia de señas del patógeno**

1.2.1. Realizar técnica de cámara húmeda (Regresar al 1). **(III)**

1.2.2. Mosaicos, encarrujamiento u otros posibles síntomas virosicos.

1.2.3. Descoloraciones y otros síntomas de malnutrición: consultar bibliografía.

## **2. Marchitez**

### **2.1. Sistema radicular afectado**

2.1.1. Presencia de nematodos o sus síntomas: Consultar bibliografía.

2.1.2. Pudrición radicular, tratar como pasó 1.

### **2.2. Sistema vascular descolorido**

2.2.1. Prueba de flujo bacteriano, luego tinción de Gram rápida. **(II)**

2.2.2. Ausencia de flujo, hacer cortes para observar hongos. **(I)**

## **3. Pudriciones**

3.1. Tallo o raíz, tratar como paso 1.

3.2. Órganos de reserva (tubérculos, raíces)

3.2.1. Realizar montaje microscópico y observar para hongos, con tinción cuando sea apropiado. **(I)**

3.2.2. Observar preparación en campo oscuro para bacterias, luego tinción de Gram rápida. **(II)**

3.2.3. Inocular tejidos sanos con los afectados cuando la pudrición es avanzada, luego observar como en 3.2.1 y 3.2.2. **(IV)**

## **I. Preparaciones microscópicas para observar hongos.**

- Raspados
- Tinción de hongos
- Cortes
- Disecciones
- Observación de micelio en tejido

## **II. Observación de flujo bacteriano.**

- Tinción de bacterias: Existen procesos específicos para tinción gram rápida y gram negativa.

## **III. Cámara húmeda.**

- Con esta técnica se crean condiciones de humedad, las cuales son favorables para el rápido crecimiento de hongos que puedan estar relacionados a la enfermedad presente en el tejido vegetal, ya que esta no logra identificarse en la primera observación.

#### IV. Inoculación de tejidos sanos con material enfermo.

Finalmente, según (French & Hebert, 1980) es necesario realizar una **correlación bibliográfica** debido a que:

- Durante el proceso de diagnosticar o probar la causa de una enfermedad se deben escoger los momentos propicios para consultar la literatura al respecto.
- Basándose solamente en los síntomas se puede llegar, en algunos casos, aun diagnóstico tentativo.

Para lograr identificar microorganismos se requiere de su aislamiento, con este fin se aíslan de partes enfermas de la planta o suelo, según el caso. Cuando se realiza aislamiento a partir del suelo existen diferentes técnicas como la placa directa y la dilución en serie, si el patógeno se encuentra en una parte vegetal, el aislamiento puede ser directo, por medio de cámara húmeda o colocando las partes vegetales o lixiviados de estas en un medio cultivo determinado.

#### PREPARACIONES MICROSCOPICAS PARA OBSERVAR HONGOS

**Raspados:** Se realizan raspados superficiales de las zonas afectadas con el filo de un bisturí o remover el micelio algodonoso con una aguja de disección.

**Tinción de hongos:** El teñido de hongos se hace con el fin de facilitar las observaciones.

“cotton blue” en agua o lactofenol 0,05 – 0,1%

Phloxine (Eosin 10B) en agua destilada al 1%

Fucsina ácida en agua destilada 0,5 – 1%

El procedimiento es similar en estos casos, se observa el material en una gota de tinte en una lámina portaobjeto y se observa en el microscopio.

**Cortes:** Se utilizan parte de tejido para observar la estructura y el contenido de las estructuras fungosas como picnidios y ascos, el contenido celular del sistema vascular, las pudriciones radiculares entre otras.

En el proceso de diagnóstico se realizan cortes manuales con navaja de afeitar, se requieren tejidos sin rigidez como hojas y raicillas, lo que son tallos, raíces, tubérculos, frutos tienen la rigidez adecuada. Luego del corte se depositan en un platillo o placa, donde se escogen los mejores cortes y se pasan a tinción para observación.

A la hora de realizar cualquier diagnóstico se debe tener muy en cuenta la literatura que se encuentre disponible, ya que no solo se debe basar en lo que se observa si no en lo que ya está investigado para poder detectar diferentes síntomas y tener un diagnóstico definitivo. La observación de la presencia de microorganismos sirve así mismo para respaldar la opinión basada en los síntomas y así abrir nuevas rutas investigativas.

**Medios de cultivo:** Son mezclas de sustancias nutritivas usadas para el aislamiento, determinación, desarrollo, reproducción e identificación de organismos fitopatógenos, que se comportan como parásitos facultativos. Para lograr el desarrollo y reproducción de las diferentes especies fitopatógenas, los medios de cultivo deben reunir características especiales, tomando en cuenta los nutrientes, humedad, temperatura, pH, luz y asepsia. A continuación en la tabla 1, se encuentran relacionados algunos medios y el organismo específico que se desarrolla allí, según (French & Hebert, 1980).

Tabla 1. Medios de cultivo para cada tipo de organismo

Medios de cultivo para cada tipo de organismo	
Medio	Organismo
PDA	Hongos, bacterias como <i>Xanthomonas</i> y <i>Agrobacterium</i>
AA	Hongos del suelo como <i>Pythium</i> y algunos actinomicetos
AN	Bacterias como <i>Erwinia</i> , <i>Pseudomonas</i> y <i>Corynebacterium</i>
HMA	<i>Pythium</i> y <i>Phytophthora</i>
HFA	<i>Phytophthora</i>
JFA	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>
V8A	<i>Phytophthora infestans</i> y <i>Pythium</i> o <i>Phytophthora parasítica</i> y <i>P. palmivora</i> (Según preparación)

### Identificación de hongos.

Las esporas y cuerpos fructíferos son las características más usadas para su identificación, estos son observados bajo microscopio compuesto en donde se determina si es un organismo patógeno o saprofito, para ello la planta infectada debe mantenerse húmeda con el fin de que se desarrolle en ellas los cuerpos fructíferos, que luego deben aislarse y cultivarse en medios artificiales, es decir que la identificación se realiza con las estructuras desarrolladas en este. Existe para algunos hongos medios de crecimiento específicos que contribuyen a su rápida identificación (Agrios G. N., 1999).

### Estructuras de los hongos.

A continuación se encuentran enumeradas las estructuras que se pueden presentar en los diferentes hongos para realizar su identificación (Sosa & Herrera, 2013).

1. Cleistotecio
2. Peritecio
3. Ascostroma
4. Apotecio
5. Esporodoquio
6. Acérvulo
7. Picnidio
8. Ascas
9. Conidióforo
10. Uredosporas
11. Teliosporas
12. Esporangioforo

## 2.2 EL CULTIVO DE CACAO.

El cacao es un cultivo que normalmente requiere de la asociación con otras especies, dado que necesita sombrio, tanto en la fase del establecimiento como durante la fase productiva. Esta condición es favorable para el productor al permitirle la obtención de amplios beneficios económicos y ecológicos (FEDECACAO, 2018)

El clima apropiado para el desarrollo del cacao en Colombia coincide con las características del piso térmico cálido, que comprende la franja de tierras ubicadas desde el nivel del mar hasta 1.300 m.s.n.m. la humedad relativa es cercana del 80%. Cuando hablamos del ciclo productivo, el árbol de cacao es una planta perenne que rinde varias cosechas al año. A pesar que los frutos maduran a lo largo del año, normalmente se llevan a cabo dos cosechas en un año: la cosecha principal y la cosecha intermedia. En Colombia, por lo general el árbol de cacao presenta picos o épocas del año de mayor producción y épocas de baja o ninguna producción. La de mayor producción empieza desde principio de octubre a mediados de enero (FEDECACAO, 2018).

Cuando hablamos del cacao, se menciona que existen diferentes clones, los cuales se obtienen de injertos, para obtener injertos de alta calidad es necesario garantizar que la yema utilizada tenga como origen un clon probado de alta productividad y calidad, cuyas plantas generen abundante cantidad de mazorcas sanas y de grano con características deseables. Los clones utilizados de cacao, son grupos de plantas reproducidas vegetativamente originadas de un solo árbol de rendimiento sobresaliente. Algunos de los clones utilizados en el departamento del Meta son:

Tabla 2. Clones recomendados según zona agroecológica

CLONES RECOMENDADOS POR ZONA AGROECOLÓGICA					
No.	CLONES	BHT	VIS	ZMBC	MS
1	TSH-565	X	X	X	X
2	ICS-1	X	X	X	X
3	ICS-39		X	X	X
4	ICS-40			X	X
5	ICS-60	X	X	X	X
6	ICS-95	X	X	X	X
7	IMC-67	X	X	X	X
8	MON-1	X			
9	TSA-644		X	X	
10	EET-8				X
11	EET-96		X		
12	EET-400		X		
13	CCN-51	X	X	X	X
14	CAP-34				X
15	UF-613				X
16	FLE-3				X
17	SCC-61				X
18	FSA-11	X			
19	FSA-12	X			
20	FAR-5	X			
21	FTA-1	X			
22	FTA-2	X			

Los clones coloreados se encuentran presente dentro del bosque húmedo tropical, clasificación en la cual se encuentra el departamento del Meta.

El **jardín clonal** es una plantación de alta densidad y manejo específico cuyo objetivo es la reproducción de yemas de material vegetal genéticamente seleccionadas, que garanticen una alta producción, adaptabilidad a las condiciones agroecológicas del medio, y/o resistencia a enfermedades (ASOHECA, 2009).

Existen algunas enfermedades muy comunes en Colombia dentro de las cuales encontramos:

**Rosellinia:** Es más conocida como llaga estrellada o podredumbre negra. Afecta inicialmente, todo el sistema radical de la planta y posteriormente, el cuello del tallo, hasta causar la muerte. Dentro de los síntomas presenta amarillamiento en las hojas, clorosis, defoliación progresiva, secamiento de las ramas y finalmente la muerte. Para su control la prevención es la mejor, en principio debe darse al suelo y al cultivo un manejo racional, evitando el uso indiscriminado de correctivos, abonos y productos químicos, de tal forma que se favorezca el equilibrio biológico.

**Escoba de bruja:** Es otra de las enfermedades más comunes, esta es una enfermedad que ataca el cultivo de cacao, causada por el hongo *Crinipellis perniciosa* o *Moniliophthora perniciosa*. La planta manifiesta diferentes síntomas dependiendo de la parte de la planta y de su estado de desarrollo. Las escobas en ramas son las más importantes porque constituyen el mayor potencial de fuente de inóculo o fuente de propagación de la enfermedad. La forma más efectiva de control es mediante la remoción exhaustiva de los órganos enfermos, realizada en el momento de la poda del cultivo.

**Moniliasis:** La moniliasis del cacao es producida por el hongo de nombre científico *Moniliophthora rorei*, que vive alimentándose de los frutos del cacao y los daña. La enfermedad se manifiesta con diferentes síntomas según la edad del fruto en el momento de ser atacado. Se presenta en todas las regiones donde se desarrolla el cultivo en Colombia, causando daños y pérdidas considerables.

Algunos de los factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad es la falta de recoger semanalmente todos los frutos enfermos antes de su esporulación (producción de polvillo), es la mayor causa de la pérdida de cosecha. Esta labor debe hacerse sagradamente en cualquier clima.

Dentro de las medidas de control encontramos la disminución de los niveles de sombreado en los casos en los que se considera excesivo, soqueo de árboles, poda de los árboles entre otros.

**Mazorca negra:** Esta enfermedad afecta los frutos en cualquier edad, siendo más frecuente en aquellos que están próximos a la madurez. Se caracteriza por presentar manchas o pudriciones de color pardo, muy similar a la de *Monilia* pero con bordes bien definidos. Las mazorcas afectadas son blandas y menos pesadas que las mazorcas normales o las atacadas por *Monilia*, el daño es de apariencia acuosa.

El inicio del proceso de infección depende de las condiciones ambientales, la humedad relativa alta y las bajas temperaturas, las épocas de lluvia, son favorables para la liberación de las esporas y su dispersión. Los vehículos de

dispersión son la salpicadura de lluvia, que aprovecha el inóculo presente en el suelo para afectar a las mazorcas más cercanas.

Los controles utilizados son las podas, mantener el cultivo libre de malezas, sistema de drenajes, plateo al árbol, manejar la humedad y la sombra, fertilización entre otros (Fedecacao , 2011).



### 3. METODOLOGÍA.

#### 3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PATÓGENOS PRESENTES EN CADA CLON Y TIPO DE SOMBRÍO.

Fueron colectadas muestras de hojas, tallo y fruto que presentarán síntomas, llevadas a laboratorio y realizado el diagnóstico de enfermedades presentes siguiendo las claves y métodos propuestos por (French & Hebert, 1980). Para cada clon fueron evaluados 3 árboles por cada tipo de sombrío.

#### 3.2 EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE PHYTOPHTHORA EN LOS CLONES SEGÚN EL TIPO DE SOMBRÍO.

Para tal fin se identificó en campo la presencia de *Phytophthora* en cada árbol y se evaluó su incidencia en tres árboles de cada clon bajo cada tipo de sombrío. La incidencia se realizó utilizando la ecuación propuesta por (James, 1974):

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de frutos afectados con la enfermedad}}{\text{Número de frutos evaluados}} * 100 \text{ (Ecuación 1)}$$

#### 3.3 EVALUACIÓN DEL ESTADO SANITARIO DE LOS CLONES BAJO LOS DOS TIPOS DE SOMBRÍO.

Fueron tomadas en cuenta las variables frutos abortados por enfermedad y frutos enfermos. La muestra analizada fue en los frutos de tres árboles de cada clon y tipo de sombrío.

#### 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.

Con los datos obtenidos de incidencia, frutos abortados y enfermos fue realizada una prueba ANAVA utilizando el programa Infostat, para la separación de medias se aplicó la prueba de Tukey con una significancia de 0.05.

#### 4. RESULTADOS

A continuación se encuentran relacionados los resultados del análisis estadístico correspondiente a la identificación y evaluaciones sanitarias realizadas en el jardín clonal.

##### 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PATÓGENOS PRESENTES EN CADA CLON Y TIPO DE SOMBRÍO.

En las tablas 3 y 4 se encuentran relacionadas las enfermedades identificadas en los clones bajo sombrío de Yopo y Acacia. Para interpretar las tablas, las siguientes letras y números tienen esta lectura:

- |          |           |
|----------|-----------|
| T: Tallo | 1. CAU 39 |
| H: Hoja  | 2. FSA 12 |
| F: Fruto | 3. ICS 1  |
|          | 4. IMC 67 |
|          | 5. FEAR 5 |
|          | 6. FTA 2  |

Tabla 3. Enfermedades presentes en el cacao bajo sombrío de Yopo

Enfermedad identificada	Parte del árbol afectada			Clones afectados					
	T	H	F	1	2	3	4	5	6
<i>Phytophthora</i>			X	X	X	X	X	X	X
<i>Phytophthora</i>	X				X				X
<i>Cladosporium</i>			X				X		X
<i>Cladosporium</i>		X		X			X		
<i>Monilia</i>			X			X		X	
<i>Oidium</i>		X		X		X	X		
<i>Curvularia</i>		X		X	X	X		X	X
<i>Colletotrichum g.</i>		X		X		X		X	X
<i>Fusarium</i>	X			X	X				
<i>Lasiodiplodia t.</i>	X			X		X	X		
<i>Monilioptera Perniciosa</i>	X					X	X	X	

Tabla 4. Enfermedades presentes en el cacao bajo sombrío de Acacia

Enfermedad identificada	Parte del árbol afectada			Clones afectados					
	T	H	F	1	2	3	4	5	6
<i>Phytophthora</i>			X	X	X	X	X	X	X
<i>Phytophthora</i>	X								
<i>Cladosporium</i>			X	X	X	X	X	X	X
<i>Cladosporium</i>		X		X	X			X	X
<i>Oidium</i>		X				X	X	X	X
<i>Curvularia</i>					X	X			
<i>Colletotrichum g.</i>		X		X	X	X	X	X	
<i>Cercospora</i>		X					X	X	
<i>Fusarium</i>	X			X			X	X	X
<i>Lasiodiplodia t.</i>	X			X	X	X	X	X	
<i>Moniloptera Perniciosa</i>				X		X	X	X	X
<i>Corticium salmonicolor</i>	X			X	X			X	

A partir de los resultados es observado que la sanidad de los clones difiere entre sí, según el sombrío de la siguiente manera:

- *Monilia* solo se presenta en arboles bajo sombrío de Yopo en los clones ICS 1 y FSA12
- La Enfermedad *Corticium salmonicolor* solo es presentada en el sombrío de Acacia
- El hongo *Cercospora* únicamente se encontró en hojas de árboles de cacao bajo Acacia

#### 4.2 EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE *PHYTOPHTHORA* EN EL JARDÍN CLONAL.

En las tablas 5,6 y 7 se encuentran los resultados correspondientes a la incidencia del hongo *Phytophthora* en el jardín clonal.

Tabla 5. Evaluación *Phytophthora* en el jardín clonal bajo dos tipos de sombrío.

Incidencia de <i>Phytophthora</i> en el jardín clonal bajo dos tipos de sombrío	
Sombrío	Medias
Yopo	11.91 a
Acacia	23.64 b

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Tabla 6. Evaluación de la incidencia de *Phytophthora* en cada clon.

Incidencia de <i>Phytophthora</i> en cada clon	
Clon	Medias
FEAR5	7.08 a
FTA2	8.60 ab
CAU39	13.24 ab
IMC67	20.63 ab
FSA12	21.24 ab
ICS1	35.88 b

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Tabla 7. Evaluación de la incidencia de *Phytophthora* en cada clon y tipo de sombra.

Incidencia de <i>Phytophthora</i> en cada clon y tipo de sombra		
Sombrío	Clon	Medias
Yopo	IMC67	6,73 a
Yopo	ICS1	9,37 a
Yopo	FEAR5	10,00 a
Yopo	FTA2	11,31 a
Yopo	CAU39	15,05 a
Yopo	FSA12	19,02 ab
Acacia	FEAR5	4,17 a
Acacia	FTA2	5,88 a
Acacia	CAU39	11,43 a
Acacia	FSA12	23,45 ab
Acacia	IMC67	34,52 ab
Acacia	ICS1	62,38 b

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

A partir de los resultados estadísticos obtenidos, se resume que:

- Existen diferencias significativas en la incidencia de *Phytophthora* según el tipo de sombrío; el cacao ubicado bajo Acacia presenta mayor afectación por la enfermedad
- En cuanto a la incidencia de la enfermedad según el clon, los cultivares FEAR 5 y ICS1 se comportan diferentes al resto de los evaluados, siendo el primero menos afectado y el segundo el que presentó mayores niveles de incidencia.
- La evaluación en clones \* sombrío presentó diferencia para el clon ICS1 donde bajo sombrío de Acacia presenta mayor nivel de incidencia de enfermedad.

#### 4.3 EVALUACIÓN DEL ESTADO SANITARIO DE LOS CLONES BAJO LOS DOS TIPOS DE SOMBRÍO.

Para tal fin fueron realizadas las siguientes DOS evaluaciones:

- 1. Número de frutos abortados a causa de enfermedad en cada tipo de sombrío y clon:** Los resultados correspondientes a esta evaluación se encuentran en las tablas 8,9 y 10.

Tabla 8. Evaluación frutos abortados en cada tipo de sombrío

Frutos abortados en el jardín clonal bajo dos tipos de sombrío	
Sombrío	Medias
Yopo	30.28 a
Acacia	37.16 a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Tabla 9. Evaluación de frutos abortados en cada clon

Frutos abortados en cada clon	
Clon	Medias
FSA12	15,54 a
CAU39	22,58 a
FEAR5	29,45 a
ICS1	41,63 a
IMC67	44,12 a
FTA2	49,29 a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Tabla 10. Evaluación de frutos abortados en cada clon y tipo de sombrío

Frutos abortados en cada clon y tipo de sombrío		
Sombrío	Clon	Medias
Yopo	FSA12	0,00 a
Yopo	IMC67	31,56 ab
Yopo	CAU39	39,88 ab
Yopo	FTA2	31,56 ab
Yopo	FEAR5	58,89 ab
Yopo	ICS1	61,38 b
Acacia	FEAR5	0,00 a
Acacia	CAU39	13,33 ab
Acacia	ICS1	21,88 ab
Acacia	FSA12	31,08 ab
Acacia	IMC67	56,67 ab
Acacia	FTA2	58,70 ab

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

A partir de los resultados estadísticos de esta primera evaluación, se obtiene en resumen que:

- El tipo de sombrío no influye significativamente en el número de frutos abortados por enfermedad.
- No hay diferencia en los frutos abortados según el tipo de clon.
- Respecto a la evaluación en clones \* sombrío, existe diferencia entre los clones FSA 12 e ICS1 bajo sombrío de Yopo, donde el último presenta mayor cantidad de frutos abortados por enfermedad

2. **Evaluación de frutos abortados y enfermos en cada clon y tipo de sombra:** Los resultados correspondientes a dicha evaluación están consignados en las tablas 11, 12 y 13.

Tabla 11. Evaluación de frutos abortados y enfermos en cada tipo de sombrío

Frutos abortados y enfermos en cada tipo de sombrío	
Sombrío	Medias
Yopo	39,76 a
Acacia	50,35 a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Tabla 12. Evaluación de frutos abortados y enfermos en cada tipo de clon

Frutos abortados y enfermos en cada tipo de clon	
Clon	Medias

FSA12	28,43 a
CAU39	31,79 a
FEAR5	32,36 a
IMC67	51,35 ab
FTA2	52,90 ab
ICS1	73,49 b

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Tabla 13. Evaluación de frutos abortados y enfermos en cada clon y tipo de sombrío

Frutos abortados y enfermos en cada clon y tipo de sombrío		
Sombrío	Clon	Medias
Yopo	FSA12	2,33 a
Yopo	IMC67	32,90 ab
Yopo	CAU39	38,82 ab
Yopo	FTA2	41,21 ab
Yopo	FEAR5	60,56 ab
Yopo	ICS1	62,72 ab
Acacia	FEAR5	4,17 a
Acacia	CAU39	24,76 ab
Acacia	FSA12	54,53 ab
Acacia	FTA2	64,58 ab
Acacia	IMC67	69,80 b
Acacia	ICS1	84,26 b

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Es posible resumir a partir de los resultados estadísticos correspondientes a la evaluación de frutos abortados y enfermos que:

- No existe diferencia entre los frutos abortados y enfermos bajo Acacia o Yopo
- Los clones presentan comportamientos diferentes, marcando dos tendencias significativas de la siguiente manera: Clones FSA 12, CAU 39 Y FEAR 5 son menos afectados sanitariamente que el clon ICS1, que presenta la mayor afectación.
- Los clones FEAR 5, IMC67 e ICS1 presentan diferencias entre ellos bajo Acacia, el primero se encontró menos afectado que los dos últimos que arrojaron valores altos correspondientes a frutos abortados y enfermos.

## 5. DISCUSIÓN.

### 5.1 HONGOS HOSPEDEROS DE LA ACACIA.

Durante el diagnóstico de enfermedades presentes en el Cacao, se encontró que en los clones establecidos bajo sombra de la Acacia se presentó *Corticium salmonicolor* y *Cercospora*; siendo esto atribuible a que según (Old, 2000) y (Griffiths, 2010), la enfermedad conocida comúnmente como Mal Rosado (*Corticium salmonicolor*) se caracteriza por hospedarse en plantaciones leñosas como es el caso de la Acacia, este patógeno se encuentra reportado de importancia económica para este cultivo. Así mismo el hongo *Cercospora* se hospeda también en este árbol aunque no alcanza a ocasionar un daño económico (Díaz, 2013).

### 5.2 INFLUENCIA DE LA HUMEDAD Y SOMBRA EN LA SANIDAD DE LOS CULTIVOS.

El cacao que se encuentra bajo sombra de Acacia presenta mayor incidencia de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora*), mayor presencia de hongos y frecuencia de estos, debido a que la Acacia a diferencia del Yopo ofrece más sombra, es decir que hay más humedad en esta área y por ende mejores condiciones para el desarrollo de hongos. Las plantas naturalmente interactúan con los patógenos, sin embargo pueden permanecer sanas debido a la activación de sus mecanismos de defensas, así mismo los patógenos pueden afectar según su patogenicidad que es influenciada por diversos factores como el agro ecosistema que es conformado por variables como la humedad (Agrios G. , 2005) y (Lopez, 2007) en el caso del jardín clonal evaluado está ubicado en un lugar donde la humedad relativa es muy alta ( 67- 83% ) y presenta un exceso de sombra que contribuye a elevarla aún más.

### 5.3 SUSCEPTIBILIDAD DE LOS CLONES DE CACAO A LAS ENFERMEDADES.

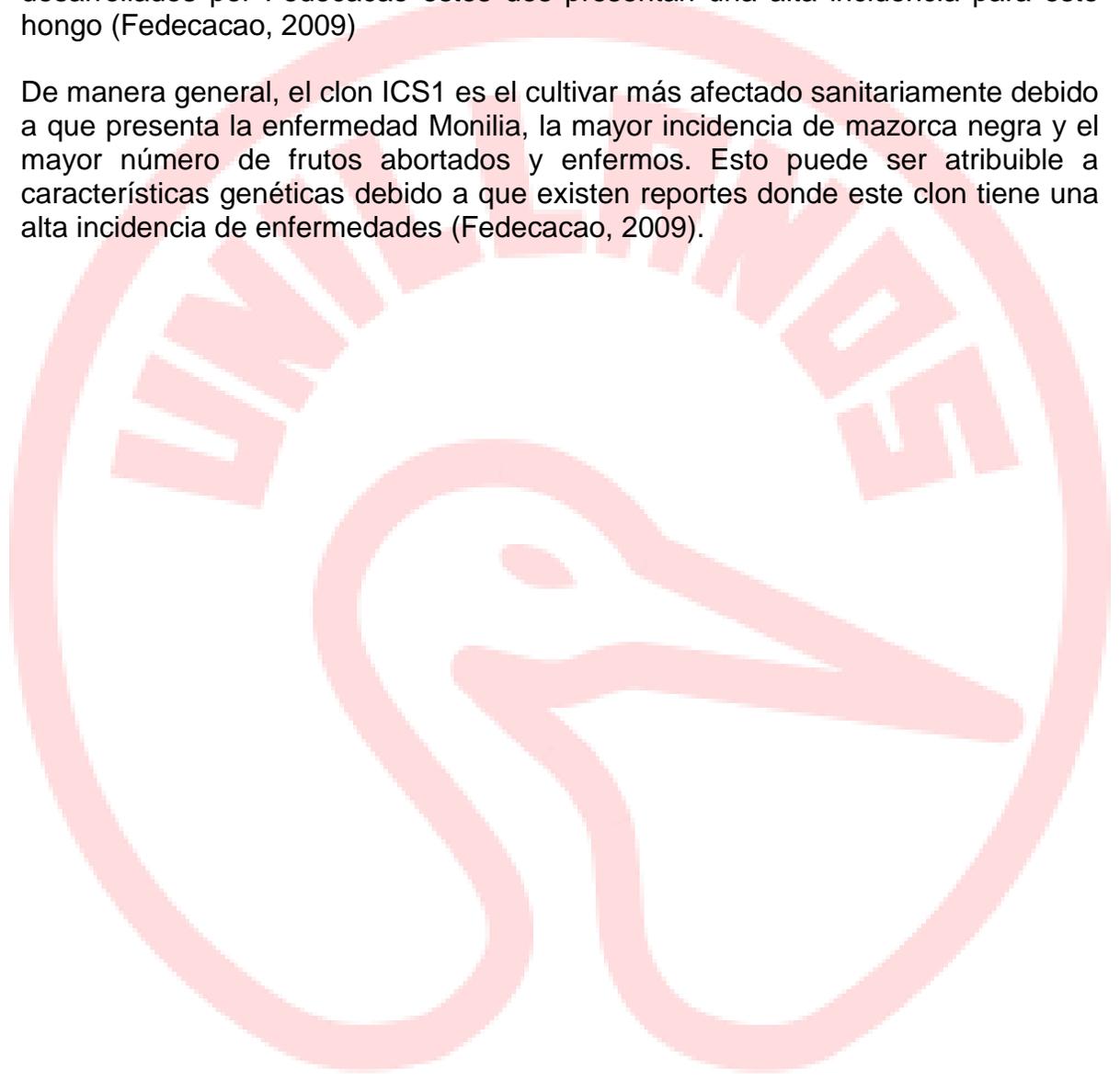
Con el fin de manejar las enfermedades que afectan el cacao se han desarrollado materiales que permiten ejercer un control genético, esto se ha dado gracias a que el cacao presenta una gran diversidad genética que se ha adaptado a diferentes agroecosistemas (Phillips, 1986).

En Colombia se han desarrollado trabajos que han permitido obtener genotipos de caucasia que presentan características de resistencia a *Monilia* y enfermedades del cacao (Aránzazu, 2009), siendo esto comprobable en la evaluación sanitaria

realizada en este trabajo, debido a que los árboles pertenecientes a CAU 39 son los más sanos junto a FSA 12, genotipo obtenido por Fedecacao que se caracterizan por mayor tolerancia a enfermedades, alto rendimiento y calidad sensorial (Fedecacao, 2017).

Sin embargo respecto a la enfermedad Monilia, el clon FEAR 5 junto a ICS1 presentan este patógeno, lo anterior coincide con que entre los clones desarrollados por Fedecacao estos dos presentan una alta incidencia para este hongo (Fedecacao, 2009)

De manera general, el clon ICS1 es el cultivar más afectado sanitariamente debido a que presenta la enfermedad Monilia, la mayor incidencia de mazorca negra y el mayor número de frutos abortados y enfermos. Esto puede ser atribuible a características genéticas debido a que existen reportes donde este clon tiene una alta incidencia de enfermedades (Fedecacao, 2009).



## 6. CONCLUSIONES.

Los patógenos *Phytophthora*, *Cladosporium*, *Moniliophthora rorei*, *Oídium*, *Curvularia*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Moniliophthora perniciosa*, *Cercospora* y *Corticium salmonicolor* se encuentran presentes en los árboles del jardín clonal evaluado.

Los hongos *Phytophthora*, *Cladosporium*, *Colletotrichum g.* y *Lasiodiplodia*, afectan todos los clones; el hongo *Monilia* solo se encuentra en los clones ICS1 y FEAR 5, *Cercospora* se encuentra en IMC 67 y FEAR 5; *Fusarium* y *Monilioptera perniciosa* están en los clones CAU 39, FSA 12, FEAR 5 y IMC 67, respectivamente; finalmente *Corticium salmonicolor* solo se presenta en CAU 39, FSA 12 y FEAR 5.

En el sombrío de acacia se presenta *Corticium salmonicolor* junto con todos los patógenos a excepción de *Monilia* que solo se encuentra en clones ubicados bajo sombra de yopo.

Los clones de cacao con sombrío de Acacia presentan mayor afectación sanitaria debido a que tienen mayor incidencia de *Phytophthora* y mayor número de enfermedades, estas son asociadas al árbol de sombrío, que a su vez causan un exceso de sombreado y disminución del funcionamiento del árbol de cacao.

El clon CAU 39 fue el cultivar con mejor estado sanitario dentro del estudio y el clon ICS1 el cultivar más afectado por enfermedades como *Phytophthora* y *Monilia*.

## 7. RECOMENDACIONES

Se recomienda efectuar podas más severas en el sombrío de la acacia (), para aumentar la aireación y la luminosidad del cultivo con el fin de disminuir las condiciones favorables que ayudan al desarrollo de hongos Fito patógenos.

Realizar entresagues de los sombríos, dejando una distancia entre árboles que den por lo menos un 30 – 40% de sombra en el día.

A consideración del estudio realizado, es recomendable establecer como sombrío permanente el yopo frente a la acacia para el cultivo de cacao.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. (2005). *Fitopatología*. México.
- Agrios, G. N. (1999). *Fitopatología Agrios* (Segunda edición ed.).
- Aránzazu, H. F. (2009). *Manejo de recurso genético para incrementar la producción y productividad del sistema de Cacao en Colombia*.
- ASOHECA. (2009). *Ficha técnica para el establecimiento de jardines clonales*. valle del cauca .
- Diaz, A. (2013). *ENFERMEDADES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA ASOCIADAS A PLANTAS DE Acacia mangium WILD*. Bogotá.
- Fedecacao . (2011). *Fichas técnicas sobre el cacao*.
- Fedecacao. (2009). *Materiales de cacao en Colombia. Su compatibilidad sexual y modelo de siembra*. Bucaramanga.
- Fedecacao. (2017). *Resultados de Investigación: Mejoramiento genético a través de selección participativa*. Barranquilla.
- FEDECACAO. (2018). *Manejo integrado del cultivo de cacao* . San vicente de chucuri .
- French, R., & Hebert, T. (1980). *Métodos de Investigación Fitopatologica* . Costa Rica.
- Griffiths, T. P. (2010). *Healthy plantations. A field guide to pests and pathogens of Acacia, Eucalyptus and pinnus in Vietnam*. Department of Employment, Economic Development and Innovation.
- James, W. (1974). Assessment of plant diseases and losses. *Annual Review of Phytopathology*.
- Lopez, C. (2007). *Fitopatología Molecular*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

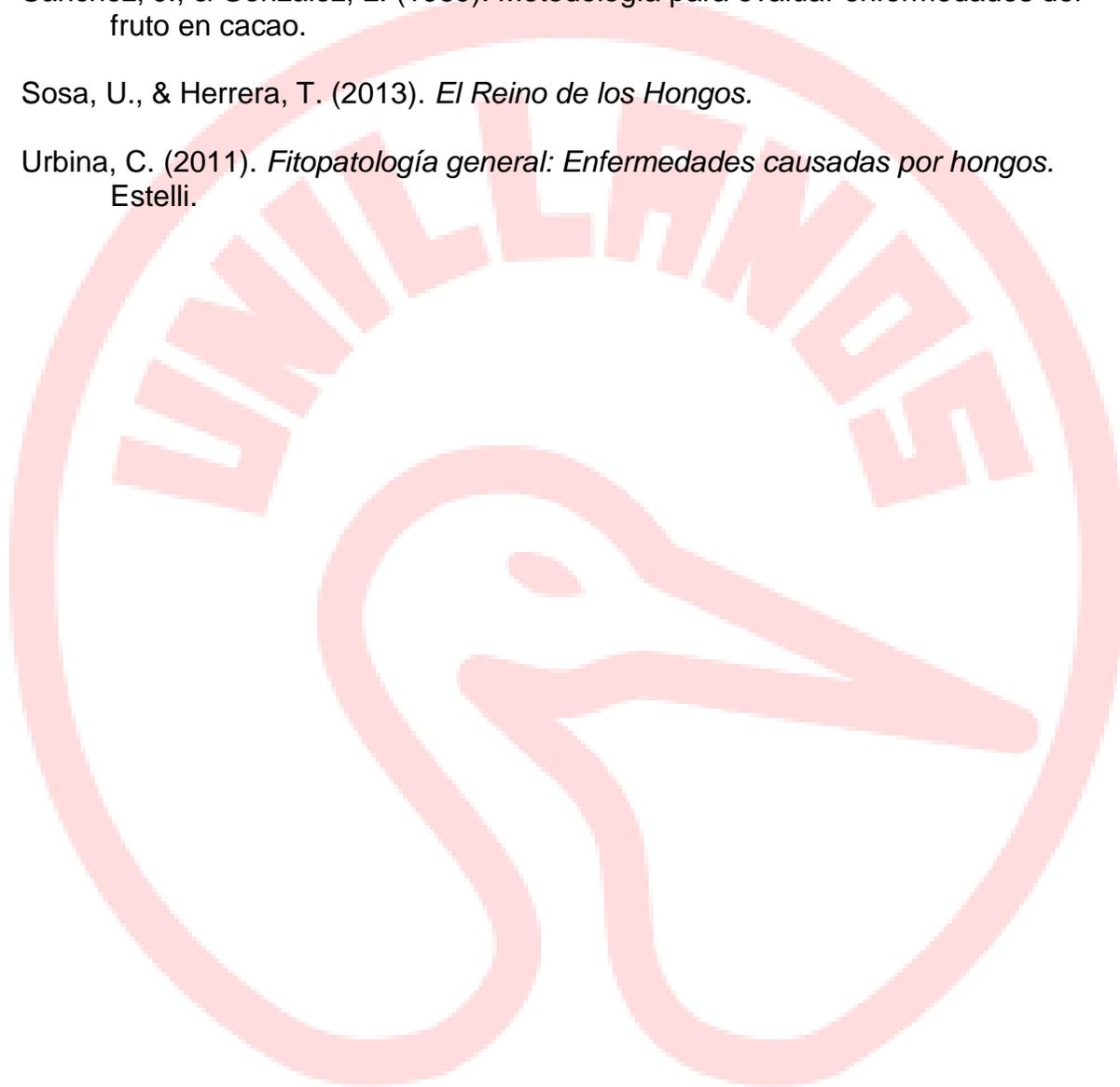
Old, K. (2000). *A Manual of Diseases of Tropical Acacias in Australia, South-east Asia and India*. CIFOR.

Phillips, M. (1986). *Evaluación de la resistencia de cultivares de cacao (Theobroma cacao L.)*. Costa Rica.

Sánchez, J., & González, L. (1989). Metodología para evaluar enfermedades del fruto en cacao.

Sosa, U., & Herrera, T. (2013). *El Reino de los Hongos*.

Urbina, C. (2011). *Fitopatología general: Enfermedades causadas por hongos*. Estelli.



## ANEXOS.

### 1. IMÁGENES CORRESPONDIENTES AL JARDIN CLONAL EVALUADO



Imagen 1. Sombrio de *Acacia magnum*  
Tomada por Jairo Andrés Becerra  
Betancourt y Gina M. Amórtegui



Imagen 2. Sistema agroforestal Yopo-  
Cacao  
Tomada por Jairo Andrés Becerra  
Betancourt y Gina M. Amórtegui



Imagen 3. *Phytophthora*  
Tomada por Jairo Andrés  
Becerra Betancourt y Gina M.  
Amórtegui



Imagen 4. Manchas pardas por *Phytophthora*  
Tomada por Jairo Andrés Becerra Betancourt y Gina M. Amórtegui



Imagen 5. Mazorcas afectadas por *Phytophthora*  
Tomada por Jairo Andrés Becerra Betancourt y Gina M. Amórtegui



Imagen 6. Fruto totalmente afectado por *Phytophthora*  
Tomada por Jairo Andrés Becerra Betancourt y Gina M. Amórtegui



Imagen 7. Antracnosis foliar  
Tomada por Jairo Andrés  
Becerra Betancourt y Gina M.  
Amórtegui



Imagen 8. *Colletotrichum g.*  
Tomada por Jairo Andrés Becerra  
Betancourt y Gina M. Amórtegui

## 2. IMÁGENES CORRESPONDIENTES AL TRABAJO REALIZADO EN LABORATORIO PARA EL DIAGNÓSTICO SANITARIO.

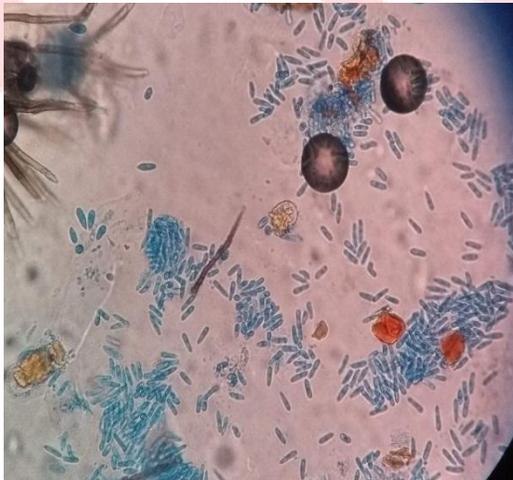


Imagen 9. Conidias  
(*Colletotrichum  
gloeosporioides*)  
Tomada por Jairo Andrés  
Becerra Betancourt y Gina M.  
Amórtegui

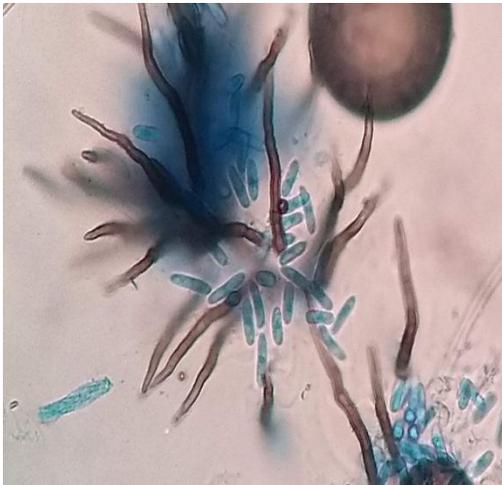


Imagen 10. Conidioforo  
*Colletotrichum g.*  
Tomada por Jairo Andrés  
Becerra Betancourt y Gina M.  
Amórtegui



Imagen 11. Corteza de tallo  
Tomada por Jairo Andrés  
Becerra Betancourt y Gina M.  
Amórtegui



Imagen 12 Cámara húmeda  
Tomada por Jairo Andrés  
Becerra Betancourt y Gina M.  
Amórtegui

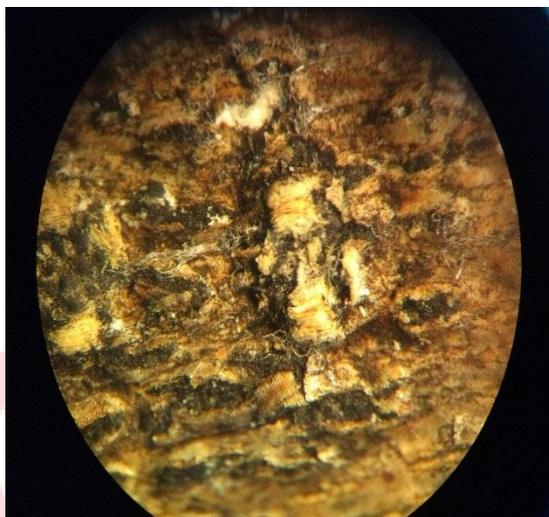


Imagen 13. Cancros por  
*Lasiodiplodia theobromae*  
Tomada por Jairo Andrés  
Becerra Betancourt y Gina M.  
Amórtegui



Imagen 14. Conidios de  
*Lasiodiplodia theobromae* y  
*Fusarium sp.*  
Tomada por Jairo Andrés  
Becerra Betancourt y Gina M.  
Amórtegui



Imagen 15. Roña  
Tomada por Jairo Andrés  
Becerra Betancourt y Gina M.  
Amórtegui



Imagen 16. Roñapor  
*Cladosporium*  
Tomada por Jairo Andrés  
Becerra Betancourt y Gina M.  
Amórtegui

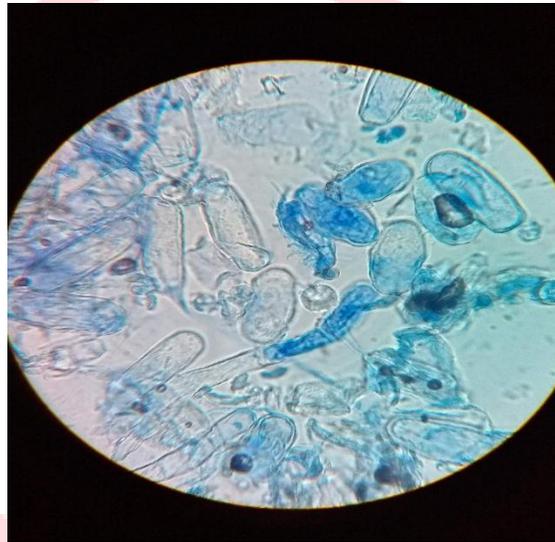


Imagen 17. *Oidium* y  
*Cladosporium*  
Tomada por Jairo Andrés  
Becerra Betancourt y Gina M.  
Amórtegui



Imagen 18. Desinfección de cortes de tallo  
Tomada por Jairo Andrés Becerra Betancourt y Gina M. Amórtegui



Imagen 19. Medio PDA y V8  
Tomada por Jairo Andrés Becerra Betancourt y Gina M. Amórtegui



Imagen 20. Cajas en incubadora  
Tomada por Jairo Andrés Becerra Betancourt y Gina M. Amórtegui

### 3. ANALISIS DE VARIANZA

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
enfer	36	0,62	0,40	89,06

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	9006,63	13	692,82	2,76	0,0172
sombrio	1237,16	1	1237,16	4,94	0,0369
clon	3401,13	5	680,23	2,71	0,0467
REP	86,65	2	43,32	0,17	0,8424
sombrio*clon	4281,69	5	856,34	3,42	0,0196
Error	5513,15	22	250,60		
Total	14519,78	35			

**Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 10,95117**

Error: 250,5978 gl: 22

sombrio	Medias	n	
YOPO	11,91	18	A
ACACIA	23,64	18	B

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 28,49398**

Error: 250,5978 gl: 22

clon	Medias	n		
FEAR5	7,08	6	A	
FTA2	8,60	6	A	B
CAU39	13,24	6	A	B
IMC67	20,63	6	A	B
FSA12	21,24	6	A	B
ICS1	35,88	6		B

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 16,24567**

Error: 250,5978 gl: 22

REP	Medias	n	
1,00	15,72	12	A
3,00	18,15	12	A
2,00	19,46	12	A

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 47,05988**

Error: 250,5978 gl: 22

sombrio	clon	Medias	n

ACACIA	FEAR5	4,17	3	A	
ACACIA	FTA2	5,88	3	A	
YOPO	IMC67	6,73	3	A	
YOPO	ICS1	9,37	3	A	
YOPO	FEAR5	10,00	3	A	
YOPO	FTA2	11,31	3	A	
ACACIA	CAU39	11,43	3	A	
YOPO	CAU39	15,05	3	A	
YOPO	FSA12	19,02	3	A	B
ACACIA	FSA12	23,45	3	A	B
ACACIA	IMC67	34,52	3	A	B
ACACIA	ICS1	62,38	3		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
aborta	36	0,65	0,44	59,66

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	16364,82	13	1258,83	3,10	0,0094
sombrio	438,48	1	438,48	1,08	0,3099
clon	5315,92	5	1063,18	2,62	0,0527
REP	67,75	2	33,88	0,08	0,9202
sombrio*clon	10542,66	5	2108,53	5,20	0,0027
Error	8928,69	22	405,85		
Total	25293,50	35			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 13,93652

Error: 405,8495 gl: 22

sombrio	Medias	n	
ACACIA	30,28	18	A
YOPO	37,26	18	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 36,26160

Error: 405,8495 gl: 22

clon	Medias	n	
FSA12	15,54	6	A
CAU39	22,58	6	A
FEAR5	29,45	6	A
ICS1	41,63	6	A
IMC67	44,12	6	A
FTA2	49,29	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 20,67433

Error: 405,8495 gl: 22

REP	Medias	n	
2,00	32,38	12	A
1,00	33,28	12	A
3,00	35,64	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 59,88868**

Error: 405,8495 gl: 22

sombrio	clon	Medias	n		
YOPO	FSA12	0,00	3	A	
ACACIA	FEAR5	0,00	3	A	
ACACIA	CAU39	13,33	3	A	B
ACACIA	ICS1	21,88	3	A	B
ACACIA	FSA12	31,08	3	A	B
YOPO	IMC67	31,56	3	A	B
YOPO	CAU39	31,82	3	A	B
YOPO	FTA2	39,88	3	A	B
ACACIA	IMC67	56,67	3	A	B
ACACIA	FTA2	58,70	3	A	B
YOPO	FEAR5	58,89	3	A	B
YOPO	ICS1	61,38	3		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
enf + abort	36	0,68	0,49	48,77

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	22415,70	13	1724,28	3,57	0,0042
sombrio	1010,18	1	1010,18	2,09	0,1621
clon	9138,46	5	1827,69	3,79	0,0126
REP	565,97	2	282,98	0,59	0,5649
sombrio*clon	11701,09	5	2340,22	4,85	0,0039
Error	10619,75	22	482,72		
Total	33035,44	35			

**Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 15,19909**

Error: 482,7158 gl: 22

sombrio	Medias	n	
YOPO	39,76	18	A
ACACIA	50,35	18	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 39,54670**

Error: 482,7158 gl: 22

clon	Medias	n	
FSA12	28,43	6	A

CAU39	31,79	6	A	
FEAR5	32,36	6	A	
IMC67	51,35	6	A	B
FTA2	52,90	6	A	B
ICS1	73,49	6		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 22,54731

Error: 482,7158 gl: 22

REP	Medias	n	
2,00	40,55	12	A
1,00	44,42	12	A
3,00	50,20	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 65,31426

Error: 482,7158 gl: 22

sombrio	clon	Medias	n		
YOPO	FSA12	2,33	3	A	
ACACIA	FEAR5	4,17	3	A	
ACACIA	CAU39	24,76	3	A	B
YOPO	IMC67	32,90	3	A	B
YOPO	CAU39	38,82	3	A	B
YOPO	FTA2	41,21	3	A	B
ACACIA	FSA12	54,53	3	A	B
YOPO	FEAR5	60,56	3	A	B
YOPO	ICS1	62,72	3	A	B
ACACIA	FTA2	64,58	3	A	B
ACACIA	IMC67	69,80	3		B
ACACIA	ICS1	84,26	3		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )