



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**  
**MODALIDAD SEMIPRESENCIAL**  
**INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**Tema de la Tesis**

**INCIDENCIA DE Phytophthora sp., Moniliophthora perniciosa,  
y Moniliophthora roreri, EN EL FRUTO DE CACAO (Theobroma  
cacao) VARIEDAD TRINITARIO, EN EL CANTON PICHINCHA.**

**Previo a la obtención del título de:  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor**

**AUXILIO JAVIER SOLORZANO NAVARRETE**

**Director de Tesis**

**ING. FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO, MSc.**

**Quevedo - Ecuador**

**2013**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, Auxilio Javier Solórzano Navarrete, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Auxilio Javier Solórzano Navarrete**

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

El suscrito, Ing. Francisco Espinosa Carrillo MSc., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **Auxilio Javier Solórzano Navarrete**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario titulada “**INCIDENCIA DE Phytophthora sp., Moniliophthora perniciosa, y Moniliophthora roreri, EN EL FRUTO DE CACAO (Theobroma cacao) VARIEDAD TRINITARIO, EN EL CANTON PICHINCHA.**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**ING. FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO, MSc.**  
**DIRECTOR DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA  
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL  
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**INCIDENCIA DE Phytophthora sp., Moniliophthora perniciosa,  
y Moniliophthora roreri, EN EL FRUTO DE CACAO (Theobroma  
cacao) VARIEDAD TRINITARIO, EN EL CANTON PICHINCHA.**

**TESIS DE GRADO**

Presentado al Comité Técnico Académico como requisito previo a la obtención  
del título de **INGENIERO AGROPECUARIO**

**Aprobado:**

---

**Ing. Freddy Javier Guevara Santana MSc  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Ing. Caril Cedeño Arteaga MSc  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

---

**Ing. María Samaniego Armijo MSc  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**QUEVEDO - LOS RÍOS – ECUADOR**

**AÑO 2013**

## **AGRADECIMIENTO**

El autor deja constancia de su agradecimiento:

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, digna institución de enseñanza e investigación, a través de la Unidad de Estudios a Distancia, por recibirme como estudiante.

A las autoridades de la Universidad

Al Ing. Manuel Haz Álvarez +, por su decisión y apoyo a la formación de la U.E.D.

Al Ing. Roque Luis Vivas Moreira, MSc., Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la comunidad universitaria.

Al Ec. Roger Tomás Yela Burgos, MSc., Director de la UED, por su gestión realizada.

Al Ing. José Francisco Espinosa Carrillo, MSc., por su generosidad en su tiempo y dedicación para asesorar el presente trabajo.

A todos y cada uno de mis compañeros por compartir sus experiencias y consejos. Gracias y que Dios les bendiga.

## **DEDICATORIA**

Con infinito amor, dedico este sencillo y humilde trabajo a mi Señor Padre Celestial, a mi esposa a mis hijos, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final.

Auxilio Solórzano

## ÍNDICE

PORTADA .....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS .....	iii
TRIBUNAL DE TESIS .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
ÍNDICE .....	vii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xiii
ABSTRAC .....	xv
CAPÍTULO I .....	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Introducción .....	2
1.2. Objetivos .....	4
1.2.2. Específicos .....	4
1.3. Hipótesis .....	4
CAPÍTULO II .....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Fundamentación Teórica .....	5
2.1.1. El cacao en el Ecuador .....	6
2.2. Morfología y taxonomía del cacao .....	7
2.3. Exigencias en clima y suelo .....	8
2.3.1. Exigencias en clima .....	8
2.3.2. Temperatura .....	8
2.3.3. Agua .....	8

2.3.4. Viento.....	9
2.3.5. Sombreamiento.....	9
2.3.6. Exigencias en suelo.....	10
2.4. Variedades comerciales.....	11
2.4.1. Se distinguen dos variedades de cacao:.....	11
a) Forastero (= Trinitario) o cacao amargo.....	11
b) Criollo, híbridos o cacao dulce.....	11
2.5. Principales enfermedades que atacan al cultivo.....	11
2.5.1. La mazorca negra (Phytophthora sp.).....	12
2.5.1.1. Origen de la enfermedad.....	12
2.5.1.2. Distribución geográfica.....	12
2.5.1.3. Etiología.....	13
2.5.1.4. Taxonomía.....	14
2.5.1.5. Morfología.....	15
2.5.1.6. Ciclo de vida.....	18
2.5.1.7. Sintomatología.....	18
Pudrición de la mazorca.....	18
Cánceres.....	19
2.5.1.8. Epidemiología.....	20
2.5.2. Escoba de bruja (Moniliophthora perniciosa (Stahel) Aime y Phillips-Mora).....	23
Origen de la enfermedad.....	23
2.6. Factores ambientales que causan enfermedades en las plantas.....	40
2.6.1 Características generales.....	40
2.6.2. Efectos de la temperatura.....	40

2.6.3. Efectos de las altas temperaturas .....	40
2.6.4. Efectos de las bajas temperaturas .....	40
2.6.5. Efectos de la humedad. ....	41
2.6. Deficiencias nutricionales en las plantas .....	44
2.7. Minerales del suelo tóxicos para las plantas .....	47
2.8. Síntomas que producen los hongos en las plantas.....	47
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>50</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>50</b>
3.1. Materiales y Métodos .....	51
3.1.1. Localización y duración del experimento .....	51
3.2. Condiciones meteorológicas.....	52
3.3. Materiales y equipos .....	54
3.4. Métodos .....	55
3.5. Tipos de investigación .....	56
3.6. Fuentes .....	56
3.7. Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	57
3.8. Población y muestra.....	57
3.9. Procedimiento Metodológico .....	58
3.9.1. Identificación de las zonas .....	58
3.9.2. Identificación de plantas con síntomas .....	58
3.9.3. Toma de muestras para laboratorio .....	58
 <b>CAPÍTULO IV .....</b>	 <b>62</b>

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>62</b>
4.9. Número de frutos (Rendimiento por cosecha) .....	71
4.10. Costos de producción .....	73
4.11. Análisis económico de la producción .....	74
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>77</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
5.1. Conclusiones .....	77
5.2. Recomendaciones .....	79
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>80</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>80</b>
6.1. Literatura Citada .....	81
<b>CAPÍTULO VII .....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>
7.1. Anexos.....	90
Anexo 1. Encuesta.....	90
Anexo 2. Hoja de registro de datos de campo .....	91
Anexo 3. Fotografías de la investigación .....	92
Anexo 4. Protocolo para aislamiento de <i>Moniliophthora roreri</i> .....	96

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		pág.
1	Condiciones Meteorológicas de la zona de investigación en, incidencia de <i>Phytophthora</i> sp., <i>Moniliophthora perniciosa</i> y <i>Moniliophthora roreri</i> en el fruto de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.....	53
2	Descripción de materiales y equipos que se utilizaron en incidencia de <i>Phytophthora</i> sp., <i>Moniliophthora perniciosa</i> y <i>Moniliophthora roreri</i> en el fruto de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.....	54
3	Población de cultivadores de cacao por sectores de estudio en incidencia de <i>Phytophthora</i> sp., <i>Moniliophthora perniciosa</i> y <i>Moniliophthora roreri</i> en el fruto de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.....	57
4	Incidencia de <i>Phytophthora</i> sp., <i>Moniliophthora perniciosa</i> , y <i>Moniliophthora roreri</i> , en el fruto de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) variedad Trinitario, en fincas del cantón Pichincha. 2013.....	65
5	Porcentaje de incidencia enfermedades en, incidencia de <i>Phytophthora</i> sp., <i>Moniliophthora perniciosa</i> y <i>Moniliophthora roreri</i> en el fruto de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.....	67
6	Altura de planta, perímetro del tallo, número de ramas en, incidencia de <i>Phytophthora</i> sp., <i>Moniliophthora perniciosa</i> y <i>Moniliophthora roreri</i> en el fruto de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.....	69
7	Número de flores, número de frutos cuajados, número de frutos cosechados y diámetro la mazorca en, incidencia de <i>Phytophthora</i> sp., <i>Moniliophthora perniciosa</i> y <i>Moniliophthora roreri</i> en el fruto de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.....	71
8	Rendimiento por cosecha en, incidencia de <i>Phytophthora</i> sp., <i>Moniliophthora perniciosa</i> y <i>Moniliophthora roreri</i> en el fruto de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.....	72

9	Costos de producción de una hectárea cacao Trinitario en, incidencia de <i>Phytophthora</i> sp., <i>Moniliophthora perniciosa</i> y <i>Moniliophthora roreri</i> en el fruto de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.....	74
10	Análisis económico por hectárea cacao Trinitario en, incidencia de <i>Phytophthora</i> sp., <i>Moniliophthora perniciosa</i> y <i>Moniliophthora roreri</i> en el fruto de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.....	75

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en las Parroquias San Sebastián y Barraganete, del cantón Pichincha, provincia de Manabí, se encuentra entre las coordenadas geográficas 01° 06' de latitud Sur y 79° 29' de longitud Oeste, a una altura de 73 msnm.msnm, con el objetivo de Diagnosticar la incidencia de *Phytophthora* sp. *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario, en el cantón Pichincha

La investigación se realizó con 20 cultivadores de cacao Trinitario ubicados en las zonas en estudio y en 20 lotes de producción de cacao Trinitario ubicados en las localidades de San Sebastián y Barraganete.

Para el diagnóstico se estructuraron encuestas que se aplicaron a los productores; se estructuraron hojas de registro de campo para tomar la información de los 20 lotes de producción de cacao utilizados para esta investigación. El número de productores y lotes de producción estudiados corresponde al 4,5% de la población total. Se analizó la información obtenida en campo, para lo que se estableció una base de datos en el programa Excel.

Se realizó el análisis y síntesis de la información primaria obtenida, para luego redactar el diagnóstico situacional de la incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* en el fruto de cacao en las localidades de San Sebastián y Barraganete. Los resultados obtenidos manifiestan que: En promedio por agricultor se cultivan áreas de 5,5 ha, en Barraganete y 3,9 ha en San Sebastián, son pequeños productores los que se dedican al cultivo de cacao Trinitario, en donde se utiliza para cada planta 24,88 y 26,25m<sup>2</sup>/planta<sup>-1</sup> respectivamente. Los cultivos de cacao Trinitario en San Sebastián y Barraganete en términos generales están afectados por: *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri*.

El grado de afección del cultivo en las dos localidades varía de medio a terminal, pues se tiene más del 20% de plantas afectadas; en ambos casos el número de

plantas enfermas supera el umbral económico. La prueba de patogenicidad para el microorganismo aislado reveló un resultado positivo. Detectándose principalmente *Moniliophthora roreri*, seguido de *Phytophthora* sp y *Moniliophthora perniciosa* mismo que siempre se presenta como oportunista acompañando heridas en la planta.

En San Sebastián La incidencia de *Phytophthora* sp. *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* provocan la pérdida del 74,60% de los frutos en las plantas afectadas y del 71,09% en la localidad de Barraganete.

En las localidades de Barraganete y San Sebastián la rentabilidad del cultivo de cacao bajo las condiciones que realizan los productores es negativa.

## ABSTRAC

The present investigation was carried out in the Parishes San Sebastian and Barraganete, of the Pichincha town, county of Manabí, is among the geographical coordinates 01° 06' of South latitude and 79° 29 of longitude West, to a height of 73 msnm. msnm, with the objective of Diagnosing the incidence of Phytophthora sp. Pernicious Moniliophthora and Moniliophthora roreri in the fruit of cocoa (Theobroma cocoa) Trinitarian variety, in the Pichincha town.

The investigation was carried out with 20 farmers of tree tomato located in the areas in study and in 20 lots of production of trinitarian cocoa located in San Sebastian's towns and Barraganete. For the diagnose surveys they were structured that were applied to the producers; you, structured leaves of field registration for taking the information of the 20 lots of tomato production used for this investigation. The number of producers and studied production lots correspond to the total population's 4,5%. The information was analyzed obtained in field, for what a database settled down in the program Excel.

He/she was carried out the analysis and synthesis of the obtained primary information, he/she stops then to edit the I diagnose situational of the incidence of Phytophthora sp., pernicious Moniliophthora and Moniliophthora roreri in the fruit of cocoa in San Sebastian's towns and Barraganete. The obtained results manifest that: On the average for farmer ha of 5,5 are cultivated there is, in Barraganete and 3,9 there is in San Sebastian, they are small producers those that are devoted to the cultivation of Trinitarian cocoa where is used respectively for each plant 24,88 and 26,25m<sup>2</sup>/planta<sup>-1</sup>.

The cultivations of Trinitarian cocoa in San Sebastian and Barraganete in general terms are affected for: Phytophthora sp., pernicious Moniliophthora and Moniliophthora roreri. The grade of affection of the cultivation in the two towns varies of half to terminal, because one has more than 20% of affected plants; in both cases the number of plants sick persons overcomes the economic threshold. The patogenicidad test for the isolated microorganism revealed a positive result.

Being detected mainly *Moniliophthora roreri*, followed by *Phytophthora* sp and same pernicious *Moniliophthora* that it is always presented as opportunist accompanying wounded in the plant.

In San Sebastian The incidence of *Phytophthora* sp. Pernicious *Moniliophthora* and *Moniliophthora roreri* cause the loss of 74,60% of the fruits in the affected plants and of 71,09% in the town of Barraganete.

In the towns of Barraganete and San Sebastian the profitability of the cultivation of low cocoa the conditions that you/they carry out the producers are negative.

**CAPÍTULO I**  
**MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. Introducción

En el Mundo existen 7,5 millones de hectáreas cultivadas con cacao, de las que se obtienen 3,7 millones de Tm/año. La producción mundial de cacao se distribuye de la siguiente manera: África el 68%; Asia con 188%; países de América 14%. La industria de este grano se concentra en Europa y EEUU. Costa de Marfil, Ghana e Indonesia participan con el 70% de la producción mundial. El 95% de la producción mundial es cacao ordinario proviene principalmente de África, Asia y Brasil; el 5% restante de la producción mundial de cacao corresponde al cacao fino y de aroma y proviene principalmente de Ecuador, Indonesia y Nueva Guinea. La tasa de crecimiento de la producción de este cultivo es de 2,2% desde 2005 hasta el 2010.

La producción de cacao fino o de aroma es de 173.000 TM (4,62%); el cacao fino o de aroma proviene de 17 países en Suramérica, América Central, Islas del Caribe y Sudeste asiático. Ecuador lidera la producción mundial de cacao fino y de aroma con el 61%. Las características de aroma y sabor determinan un premio en los mercados internacionales.

En el Ecuador se cultiva desde época de la colonia (400 años); después del banano y flores es la más importante cadena productiva. Ecuador es primer productor de cacao fino y de aroma con el 61% de la producción mundial. Existen 433.000 ha cultivada con cacao, de las cuales el 90% es fino de aroma. Hay 20.000 ha, de cacao especial y con certificación orgánico, rainforest alliance, comercio justo y de calidad-origen y existe un alto potencial para incrementar la oferta a 200.000 Tm/año.

La Provincia de Manabí cultiva 96,948 hectáreas de cacao y aporta a la producción nacional con 18,420 Tm/año, se desconoce cuál es el grado de afectación tanto en la producción como en la rentabilidad que sufre el cultivo de cacao en el cantón Pichincha.

En el cantón Pichincha los agricultores enfrentan problemas fitosanitarios en el cultivo, que ocasionan pérdidas considerables a los productores al tener rendimientos bajos y frutos en mala calidad

La presente investigación se realizó en cantón Pichincha, de la provincia de Manabí, con el propósito de diagnosticar la incidencia de las enfermedades en el cultivo, producción y rentabilidad del cacao

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. General**

- Diagnosticar la incidencia de *Phytophthora* sp. *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario, en el cantón Pichincha

### **1.2.2. Específicos**

- Diagnosticar la incidencia de 3 enfermedades fungosas en el fruto de cacao en el cantón pichincha
- Establecer la producción y productividad del cultivo de cacao en el cantón Pichincha

## **1.3. Hipótesis**

- La presencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri*, provoca pérdidas superiores al 15% en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario en el cantón Pichincha.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## 2.1. Fundamentación Teórica

### 2.1.1. El cacao en el Ecuador

Desde la época de la independencia del Ecuador, ya existían muchas familias adineradas dedicadas a la producción de cacao, en haciendas denominadas “Grandes Cacaos”, la mayoría ubicadas en Vinces y otros cantones de Los Ríos. Según la Asociación de Exportadores de Cacao, ANECACAO, la producción de este producto en el Ecuador se duplicó en 1880 (15.000 TM). Durante la década de 1980, Ecuador se convierte en el principal exportador mundial de cacao, dinamizando la economía del país, y gracias a ello se crearon los primeros bancos del país.

Sin embargo, la década de 1920 fue negativa para este sector, ya que aparecieron y se expandieron enfermedades como la Monilla y Escoba de la Bruja, que causaron la reducción de la producción al 30%. Agravando la crisis, la falta de medios de transporte y mercados internacionales como consecuencias de la Primera Guerra Mundial, el cacao y la economía ecuatoriana entran en un periodo de depresión e inestabilidad. **(Anecao ,2010).**

Hoy en día la mayor parte del cacao ecuatoriano corresponde a una mezcla del cacao Nacional y Trinitario y Forastero, la cantidad de cacao tipo Nacional puro es cada día menor y puede desaparecer poco a poco debido a que las plantaciones existentes son muy viejas, poco productivas y los agricultores podrían preferir producir otros cultivos más remunerativos<sup>10</sup> El cacao es conocido en el Ecuador como la “pepa de oro”, que dominó por varios siglos la generación de divisas para el país, antes del boom petróleo, dando lugar al apareamiento de los primeros capitales y desarrollando sectores importantes como la banca industria, el comercio. Su importancia en la economía radica en que el cacao, en el 2010, fue el quinto producto más exportado por el Ecuador, dentro de las exportaciones no petroleras, después del banano, pescados y crustáceos, preparaciones de carne, pescado o de crustáceos o moluscos acuáticos(conservas de pescado) y flores.**(IICA ,2012).**

## 2.2. Morfología y taxonomía del cacao

Familia: Esterculiáceas.

Especie: *Theobroma cacao* L.

Origen: Trópicos húmedos de América, noroeste de América del Sur, zona amazónica.

Planta: Árbol de tamaño mediano (5-8 m) aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece libremente bajo sombra intensa. Su corona es densa, redondeada y con un diámetro de 7 a 9 m. Tronco recto que se puede desarrollar en formas muy variadas, según las condiciones ambientales. **(Bartley, 2001)**.

Sistema radicular: Raíz principal pivotante y tiene muchas secundarias, la mayoría de las cuales se encuentran en los primeros 30 cm de suelo.

Hojas: Simples, enteras y de color verde bastante variable (color café claro, morado o rojizo, verde pálido) y de pecíolo corto.

Flores: Son pequeñas y se producen, al igual que los frutos, en racimos pequeños sobre el tejido maduro mayor de un año del tronco y de las ramas, alrededor en los sitios donde antes hubo hojas. Las flores son pequeñas, se abren durante las tardes y pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente. El cáliz es de color rosa con segmentos puntiagudos; la corola es de color blancuzco, amarillo o rosa. Los pétalos son largos. La polinización es entomófila destacando una mosquita del género *Forcipomya*.

Fruto: De tamaño, color y formas variables, pero generalmente tienen forma de baya, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo lisos o acostillados, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto es gruesa, dura o suave y de consistencia como de cuero. Los frutos se dividen interiormente en diez celdas. La pulpa es blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática. El contenido de semillas por baya es de 20 a 40 y son planas

o redondeadas, de color blanco, café o morado, de sabor dulce o amargo.(**Infoagro ,2010**).

## **2.3. Exigencias en clima y suelo**

### **2.3.1. Exigencias en clima**

Los factores climáticos críticos para el desarrollo del cacao son la temperatura y la lluvia. A estos se le unen el viento y la luz o radiación solar. El cacao es una planta que se desarrolla bajo sombra. La humedad relativa también es importante ya que puede contribuir a la propagación de algunas enfermedades del fruto. Estas exigencias climáticas han hecho que el cultivo de cacao se concentre en las tierras bajas tropicales.

### **2.3.2. Temperatura.**

El cacao no soporta temperaturas bajas, siendo su límite medio anual de temperatura los 21 °C ya que es difícil cultivar cacao satisfactoriamente con una temperatura más baja. Las temperaturas extremas muy altas pueden provocar alteraciones fisiológicas en el árbol por lo que es un cultivo que debe estar bajo sombra para que los rayos solares no incidan directamente y se incremente la temperatura.

La temperatura determina la formación de flores. Cuando ésta es menor de 21 °C la floración es menor que a 25 °C, donde la floración es normal y abundante. Esto provoca que en determinadas zonas la producción de mazorcas sea estacional y durante algunas semanas no haya cosecha, cuando las temperaturas sean inferiores a 22 °C.

### **2.3.3. Agua.**

El cacao es una planta sensible a la escasez de agua pero también al encharcamiento por lo que se precisarán de suelos provistos de un buen drenaje. Un anegamiento o estancamiento puede provocar la asfixia de las raíces y su muerte en muy poco tiempo.

Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos.**(Cárdenas y Gilraldo, 1986).**

#### **2.3.4. Viento.**

Vientos continuos pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras es preciso el empleo de cortavientos para que el cacao no sufra daños. Los cortavientos suelen estar formados por distintas especies arbóreas (frutales o madereras) que se disponen alrededor de los árboles de cacao.

#### **2.3.5. Sombreamiento.**

El cacao es un cultivo típicamente umbrófilo. El objetivo del sombreado al inicio de la plantación es reducir la cantidad de radiación que llega al cultivo para reducir la actividad de la planta y proteger al cultivo de los vientos que la puedan perjudicar. Cuando el cultivo se halla establecido se podrá reducir el porcentaje de sombreado hasta un 25 o 30 %. La luminosidad deberá estar comprendida más o menos al 50 % durante los primeros 4 años de vida de las plantas, para que estas alcancen un buen desarrollo y limiten el crecimiento de las malas hierbas.

Para el sombreado del cultivo se emplean las llamadas especies para sombra, que generalmente son otros árboles frutales intercalados en el cultivo con marcos de plantación regulares. Las especies más empleadas son las musáceas (plátano, toposchos y cambures) para sombras temporales y de leguminosas como el poró o bucare (*Eritrina* sp.) y las guabas (*Ingas*) para sombras permanentes.

En nuevas plantaciones de cacao se están empezando a emplear otras especies de sombreado que otorgan un mayor beneficio económico como son especies maderables (laurel, cedro, cenízaro y terminalia) y/o frutales (cítricos, aguacate, zapote, árbol del pan, palmera datilera, etc.).

### **2.3.6. Exigencias en suelo.**

El cacao requiere suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcillosos, con buen drenaje y topografía regular. El factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica. Esta capa se degrada muy rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta al sol, al viento y a la lluvia directa. Por ello es común el empleo de plantas leguminosas auxiliares que proporcionen la sombra necesaria y sean una fuente constante de sustancias nitrogenadas para el cultivo.

Las plantaciones están localizadas en suelos que varían desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas y limos, con pH que oscilan entre 4,0 y 7,0. Se puede decir que el cacao es una planta que prospera en una amplia diversidad de tipos de suelo. **(Argüello, 2000).**

## **2.4. Variedades comerciales**

### **2.4.1. Se distinguen dos variedades de cacao:**

#### **a) Forastero (= Trinitario) o cacao amargo.**

Originario de las Américas es la raza más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil.

Se caracteriza por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados de color morado y sabor amargo.

Dentro de esta raza destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta.

#### **b) Criollo, híbridos o cacao dulce.**

Actualmente están sustituyendo a las plantaciones antiguas de Forasteros debido a su mayor adaptabilidad a distintas condiciones ambientales y por sus frutos de mayor calidad.

Se caracterizan por sus frutos de cáscara suave y semillas redondas, de color blanco a violeta, dulces y de sabor agradable.

La superficie del fruto posee diez surcos longitudinales marcados, diez de los cuales son más profundos que los que alternan con ellos. Los lomos son prominentes, verrugosos e irregulares.

## **2.5. Principales enfermedades que atacan al cultivo**

Existen ciertos hongos cuya presencia se manifiesta por el apareamiento de manchas, tizones y cenicillas, tanto a nivel de hojas, brotes, frutos y ramas, entre los cuales tenemos:

## 2.5.1. La mazorca negra (*Phytophthora* sp.)

### 2.5.1.1. Origen de la enfermedad

Estudios moleculares indican que el centro de origen de este microorganismo se encuentra en África, y sugieren que la especialización de esta especie por el cacao se originó al momento de la introducción de las primeras plantas a este continente, (**Brasier y Hansen, 1992**).

### 2.5.1.2. Distribución geográfica

El género *Phytophthora* se encuentra distribuido en todo el mundo; predominan diferentes especies de acuerdo con la zona geográfica y el hospedero. En cacao se han reportado siete especies patógenas: *P. palmivora*, *P. megakarya*, *P. capsici*, *P. citrophthora*, *P. nicotianae* var. *Parasitica*, *P. megasperma* y *P. arecae*.

Las especies patógenas del género *Phytophthora* que afectan el cultivo de cacao se encuentran distribuidas geográficamente así:

- *P. palmivora* se encuentra ampliamente distribuida en las regiones tropicales con climas cálidos y de alta pluviosidad (**Stamps, 1998**).

- *P. capsici* se encuentra distribuida en Europa (Bulgaria, Francia, Italia, Grecia, España, Unión Soviética), Asia (China, India, Irán, Israel, Japón, Corea, Líbano, Malasia, Arabia Saudita, Turquía), América del Norte (Canadá, Estados Unidos y México), Centro y Suramérica y las Antillas (**Stamps, 1998**).

- *P. megakarya* se encuentra distribuida en el este y centro de África. (**Stamps, 1998**).

- *P. citrophthora* se encuentra distribuida en África (Argelia, Angola, Congo, Egipto, Mauricio, Marruecos, Mozambique, Rodesia del Norte, Sudáfrica,

Rodesia del Sur, Túnez); Asia (China, India, Irak, Israel, Japón, Malasia, Filipinas, Tailandia, Turquía);Australia (Australia, Islas Cook, Hawái, Nueva Caledonia, Nueva Zelanda); Europa(Chipre, Francia, Italia, España); América Central (Cuba, El Salvador, Jamaica, Puerto Rico); América del Norte (México, Estados Unidos); Suramérica (Argentina, Brasil, Chile, Perú, Surinam, Uruguay) **(Stamps, 1998).**

- *P. nicotianae* var. parasítica se encuentra distribuida en África (Etiopía, Malí, Madagascar, Mauricio, Marruecos, Nigeria, Sierra Leona, Rodesia del Sur, Tanganyika); Asia (Birmania, Ceilán, China, Formosa, India, Israel, Japón, Java, Malasia, Filipinas); Australia y Oceanía (Australia, Hawaii, Tasmania); Europa (Chipre, Francia, Alemania, Gran Bretaña, Holanda, Irlanda, Italia, Polonia, Portugal, Unión Soviética); América del Norte (Bermuda, Canadá, México, Estados Unidos); Centro América y Antillas (Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Jamaica, Montserrat, Puerto Rico, Trinidad); Suramérica (Argentina, Brasil, Guyana Británica, Colombia, Paraguay, Perú, Venezuela) **(Stamps, 1998).**

- *P. megasperma* se ha reportado que afecta al cacao en Venezuela y Cuba.

- *P. arecae* se encuentra distribuida en Asia (India, Sri Lanka) **(Stamps, 1998).**

### **2.5.1.3. Etiología**

La mazorca negra es causada por varias especies del género *Phytophthora*. Este género alberga varios agentes causales de enfermedades, en un amplio rango de plantas hospederas. Los microorganismos que integran este género se encuentran clasificados dentro del reino Stramenopila, filum Oomycota.

Durante la mayor parte de su ciclo de vida, las especies de *Phytophthora* tienen una fase haploide y la pared celular está compuesta por celulosa; esta característica las diferencia de los hongos, que en vez de celulosa contienen quitina. Otra característica diferencial entre *Phytophthora* sp. y los hongos es la

motilidad, la cual juega un papel importante en los patrones de dispersión de la enfermedad.

La especie considerada más agresiva es *P. megakarya*, que causa pérdidas cercanas a 80% de la producción de grano en Nigeria, Camerún y parte de Ghana (**Pokou et al., 2008**).

Según los patrones de avance del patógeno, se estima que en los próximos 10 a 15 años *P. megakarya* se habrá diseminado a todas las regiones productoras de Ghana y Costa de Marfil. Cuando esto ocurra, se pronostican pérdidas en la producción mundial de grano entre 20% y 40%, lo que ocasionaría un gran impacto negativo sobre la economía global del cacao (**Tahi et al., 2006**).

A pesar de la gran importancia de *P. megakarya*, en el ámbito mundial existen otras especies como agentes causales de la mazorca negra. La especie con mayor incidencia y más ampliamente diseminada en el mundo es *P. palmivora* responsable de 20% a 30% de pérdidas anuales de la producción mundial de grano y aproximadamente 10% de muerte de árboles (**Guest, 2007**).

Otra especie del mismo género es *P. parasítica*, que incide tanto en el continente Africano como en Latinoamérica. Además, en Latinoamérica existen otras especies de *Phytophthora* que causan la enfermedad de la mazorca negra, tales como *P. citriophthora* y *P. capsici* y otras especies sin identificar (**Hebbar, 2007**).

Las pérdidas generadas por especies de *Phytophthora* han sido ampliamente reportadas desde 1921. Actualmente, la mazorca negra es considerada como la enfermedad más común e incidente en el mundo, siendo los países productores del África los más afectados. De ahí su importancia, ya que estos países producen aproximadamente 72% del grano.

#### **2.5.1.4. Taxonomía**

Las especies causantes de la enfermedad mazorca negra del cacao pertenece al dominio Eukaryota, reino Chromalveolata, filum Heterokontophyta, clase Oomycetes, Orden Pythiales, familia Pythiaceae, género Phytophthora.

Las especies del género Phytophthora y pertenecientes a la clase Oomycetes difieren de los hongos en características especiales, tales como el contenido de celulosa en la pared celular; la fase vegetativa diploide, el flagelo heteroconte, y las cristas mitocondriales tubulares. Aún más, los Oomycetes poseen rutas metabólicas únicas que los diferencian de sus homólogos los hongos superiores **(Griffith et al 1992)**.

#### **2.5.1.5. Morfología**

Las especies que afectan al cultivo comercial difieren en su morfología, lo cual es una característica que permite hacer su diferenciación. A continuación se describe brevemente la morfología de cada especie:

- *P. palmivora*: las hifas de esta especie son completamente uniformes, pocas veces sobrepasan los 5 µm de diámetro. A menudo, esta especie produce clamidiosporas con diámetro entre 30 - 35 µm en abundancia y en las primeras fases de desarrollo.

Los esporangioforos son estrechos, simpoidales simples y con paredes muy bien definidas. Los esporangios se forman fácilmente sobre medio de cultivo, estos son elipsoides u ovoides con un tamaño de 35 – 60 µm x 20 – 40 µm y puede llegar hasta 90 x 45 µm. No se encuentran normalmente oogonios en cultivos puros, pero abundan cuando son aislados de compatibilidad opuesta (A1 y A2) y se aparean. Presentó anteridios anfígenos, esféricas u ovaes con un tamaño de 14 x 15 µm.

Las oosporas casi llenan el oogonio, tienen una pared de 2 µm. Los cultivos in vitro son uniformes, ligeramente radiados con escaso micelio aéreo. La temperatura de crecimiento mínima es de 11° C, la óptima está entre 27° y 32° C, y la máxima es de 35° C o menos **(Stamps, 1998)**.

- *P. capsici*: las hifas de esta especie son uniformemente gruesas con 5 – 7  $\mu\text{m}$  de ancho. Tiene esporangios estrechos, algunas veces son ligeramente anchos en la base del esporangio y ramificados irregularmente. Las clamidiosporas son raras o ausentes. Los esporangios son a menudo irregulares, casi esféricos, ovoides o alargados, que pueden medir 30-100 x 25-35  $\mu\text{m}$ , a menudo distorsionados y con más de un apéndice, papila, pedicelo de 10  $\mu\text{m}$  o más de largo. El oogonio se puede encontrar en cultivos puros de algunos aislados con 30  $\mu\text{m}$  de diámetro (máximo 39) y una pared de color pardo amarillento. Tiene anteridio anfígeno de 15 x 17  $\mu\text{m}$ . Las oosporas casi llenan el oogonio, éstas son de pared delgada.

Los cultivos in vitro son finamente radiados, con temperaturas de crecimiento: Mínima de 10° C, óptima de 28° C y máxima de 37° C. **(Stamps, 1998)**.

- *P. megakarya*: las hifas de esta especie son completamente uniformes con un diámetro de 2,5 – 5  $\mu\text{m}$ . Los esporangioforos tienen desarrollo simpoidal y sólo se producen sobre medio de cultivo in vitro, ovoide (20 – 60 x 13 – 41 $\mu\text{m}$ ), pedicelado (10 – 30  $\mu\text{m}$ ), estrecho, no ocluido y con papila prominente.

Los oogonios se forman en cultivos de tipos A1 y A2 compatibles y con tamaño de 19 – 37  $\mu\text{m}$  de diámetro. Los cultivos in vitro se caracterizan por el micelio aéreo abundante y bordes de la colonia difusos. Las temperaturas de crecimiento son: mínima de 10° – 11° C, óptima de 24° – 26° C y máxima de 29° – 30° C **(Stamps, 1998)**.

- *P. citrophthora*: las hifas de esta especie son de hasta 6 ó 7  $\mu\text{m}$  de ancho. Tiene esporangioforos de 1 – 2  $\mu\text{m}$  de ancho, con pequeña ampliación en la base, ramificaciones irregulares con una ligera hinchazón en las bifurcaciones. Los esporangios son más bien escasos en medios de cultivo, en agua son muy variables en su tamaño y forma, a menudo con dos vértices muy divergentes con medidas de 40 – 45 x 27  $\mu\text{m}$  ó 50 – 55 x 30  $\mu\text{m}$ , y pueden llegar a tener hasta 90 x 60  $\mu\text{m}$ , las papilas son casi hemiesféricas.

Esta especie puede no presentar clamidiosporas o son escasas con 28  $\mu\text{m}$  de diámetro y con un grosor de pared de 1,5 – 2  $\mu\text{m}$ .

No se le conoce oogonio ni anteridio. Los cultivos in vitro tienen una apariencia finamente radiada, en algunas ocasiones similar a una llama. Las temperaturas de crecimiento son: mínima de 5° C, óptima de 24° – 28° C y máxima de 32° C **(Stamps, 1998)**.

- *P. nicotiana* var. Parasítica: las hifas de esta especie son gruesas, de hasta 9  $\mu\text{m}$  de ancho, irregulares en anchura pero sin la hinchazón típica en la base de la hifa.

Los esporangióforos son más delgados que las hifas, ramificados irregularmente y simpoidales. Tiene esporangios ampliamente ovoides a esféricos, sin reducción notable del apéndice con un tamaño de 30 x 38  $\mu\text{m}$  (máximo 40 x 50  $\mu\text{m}$ ). La especie tiene clamidiosporas de hasta 60  $\mu\text{m}$  de ancho, de formación tardía (entre 1 y 2 semana) con un grosor de pared de 3 – 4  $\mu\text{m}$  y con la edad se tornan de color pardo amarillento. El oogonio se produce en cultivo puro tras varias semanas de crecimiento con un tamaño de 24 – 31  $\mu\text{m}$ ; con la edad la pared de estas estructuras se torna parda amarillenta.

El anteridio es esférico u oval con 10 – 16  $\mu\text{m}$  de diámetro. Tiene esporas apleróticas de 18 – 20  $\mu\text{m}$  con una pared gruesa de 2  $\mu\text{m}$ . Los cultivos in vitro son variables, pero normalmente son irregulares, suaves con un patrón irregular de roseta. Las temperaturas de crecimiento son: mínima de 10° C, óptima de 30° – 32° C y máxima de 37° C o más **(Stamps, 1998)**.

- *P. megasperma*: las hifas de esta especie tienen 3  $\mu\text{m}$  de ancho; raras veces las hifas presentón hinchazones en medio de cultivo, pero aparecen con gran frecuencia en soluciones acuosas como inflamaciones esferoidales o elipsoidales.

Los esporangióforos son delgados entre 2 – 2,5  $\mu\text{m}$  de ancho y pueden llegar a ser de hasta 5  $\mu\text{m}$  en la base del esporangio. Los esporangios no se producen sobre medio de cultivo, pero son regularmente ovoides, usualmente de 35 – 50 $\mu\text{m}$  x 2 – 35  $\mu\text{m}$ ; no presentón papila, pero sí, un engrosamiento apical ligero. Los órganos de reproducción sexual abundan en medio de cultivo.

Los oogonios son esféricos con diámetro de 40 – 50  $\mu\text{m}$  en promedio, con paredes hialinas o ligeramente amarillentas, lisas de hasta 1,5  $\mu\text{m}$  de espesor. Las oosporas son apeleróticas.

#### **2.5.1.6. Ciclo de vida**

El ciclo de vida de *Phytophthora* sp., involucra tanto el estado asexual como el sexual, que se presentón 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. **(Judelson y Blanco, 2005; 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).**

#### **2.5.1.7. Sintomatología**

##### **Pudrición de la mazorca**

La mazorca negra, causada por especies de *Phytophthora*, inicia sobre la superficie de la mazorca con una mancha descolorida, sobre la que posteriormente se desarrolla una lesión chocolate o negra con límites bien definidos (figura 5 A y B). En dos semanas, ésta se empieza a dispersar hasta alcanzar toda la superficie de la mazorca.

Sobre mazorcas mayores a tres meses de edad, las infecciones inician principalmente en la punta o al final del pedúnculo que une a la mazorca. **(McMahon y Purwantara, 2004).**

Los granos o almendras de las mazorcas enfermas permanecen sin daño por varios días, después de iniciar la infección en la cáscara. Esto significa que la cosecha frecuente puede prevenir muchas pérdidas de la producción.

Las infecciones ecuatoriales están usualmente asociadas con el daño por heridas de la superficie de la mazorca; en ella se involucra la pudrición total del tejido carnoso como también la pulpa y las semillas. **(McMahon y Purwantara, 2004).**

Los frutos cercanos a la madurez fisiológica, con semillas no muy grandes y sin contacto cercano con la cáscara no presentó infección de semillas y pueden ser cosechados y fermentados.

El patógeno aparece sobre la superficie de la mazorca como una pelusa blanquecina, sobre la que se forma la masa de esporangios. La mazorca finalmente se ennegrece y marchita, y es colonizada por hongos secundarios, *P. palmivora* puede causar marchitez en mazorcas inmaduras o cerezas, pero es necesario distinguirla de la marchitez fisiológica relacionada con estrés por un excesivo número de frutos en el árbol. **(McMahon y Purwantara, 2004).**

## **Cánceres**

El cáncer en el tallo se caracteriza por el desarrollo de un área necrótica marrón en la, alrededor del tronco. Cuando se raspa la superficie de la corteza afectada,

el tejido expuesto se torna de acuoso a pegajoso y de un color opaco gris parduzco a un color rojizo claro. La necrosis no se extiende más allá de la capa del cadmium. En el caso de un cáncer grande, éste puede rodear en círculo el tronco, causando la muerte súbita del árbol. **(McMahon y Purwantara, 2004).**

Además, el uso de herramientas contaminadas en la poda se convierte en el vehículo de transmisión de la enfermedad a nuevos brotes. Los cánceres en cojines florales resultan de la contaminación con cuchillos de cosecha o por la visita de insectos vectores. **(McMahon y Purwantara, 2004).**

El patógeno ataca naturalmente tanto hojas muertas endurecidas como tejidos de tallos verdes jóvenes. A menudo *Phytophthora* sp. También afecta hojas maduras, aunque esto no se suele considerar como un problema serio. Las infecciones de las hojas y tallos influorescentes puede conducir a la muerte del punto de crecimiento o de toda la planta en el caso de plántulas, ocasionando cánceres en la corteza cuando el patógeno se dispersa hacia un chupón.

Dado que las plántulas de cacao crecen muy rápido durante los primeros meses, las hojas jóvenes son muy susceptibles al ataque del patógeno. **(McMahon y Purwantara, 2004).**

#### **2.5.1.8. Epidemiología**

El inicio del proceso de infección depende en gran medida de las condiciones ambientales, la humedad relativa alta y las bajas temperaturas, características de la época de lluvias, son favorables para la liberación de las zoosporas del esporangio y su dispersión.

Los vehículos de dispersión de la enfermedad son: la salpicadura de la lluvia, que aprovecha el inoculo presente en el suelo para afectar a las mazorcas más cercanas; la escorrentía, que transporta en la corriente del agua las zoosporas y permite la dispersión del patógeno hasta 2 metros y también el viento moviliza

las zoosporas atrapadas en microgotas de agua, las cuales pueden ser transportadas hasta 12 metros de distancia. **(Efombagn et al., 2004).**

Después de su liberación, las zoosporas responden a estímulos generados por el hospedero y a los 20 y 30 minutos se enquistan en el material vegetal. El proceso de infección inicia después de esta etapa, la zoospora pierde los flagelos y germina. La germinación se da como respuesta a las señales generadas por la planta, que dependen de los iones de  $\text{Ca}^{2+}$ , dando lugar a la formación de la hifa infectiva, la cual penetra directamente al tejido e invade los espacios intercelulares. Existen evidencias de que la penetración tiene lugar a través de los estomas. **(Iwaro et al., 1999).**

En condiciones ambientales favorables, esta etapa tiene una duración aproximada de 48 horas **(Attard et al., 2008).**

El desarrollo de la enfermedad está determinado por varios factores que tienen que ver con las características morfogénicas, las cargas iónicas de la planta, los factores ambientales, también la frecuencia y tamaño de los estomas, ya que se cree que el patógeno penetra a través de éstos. **(Iwaro et al., 1999).**

La duración del ciclo de fructificación de cada material puede contribuir o no a la susceptibilidad. **(Berry y Cilas, 1994; Efombagn et al., 1994).**

Otra característica de gran importancia es la edad del fruto, siendo más susceptibles a mayor edad.

Durante la infección del fruto de cacao, la concentración de azúcares en los tejidos disminuye, sobre todo en clones altamente susceptibles. Esta disminución se encuentra relacionada con la rápida evolución del área necrótica en el tejido, donde *Phytophthora* sp., presentó un alto consumo de los azúcares simples y dobles, predominando en la pared celular la glucosa, fructosa y sacarosa.

Por lo tanto, *Phytophthora* sp., no le permite a la planta hospedera la síntesis de componentes relacionados con la patogénesis, similares a los fenoles.

De igual manera, durante el proceso de infección se presentó una disminución de aminoácidos, esto se debe a que durante la interacción patógeno-planta hospedera, se activa la ruta del fenilpropanoide (Omokolo et al., 2002) y al final, se colapsan los tejidos vegetales. En este tiempo de avance de la enfermedad, aparecen los síntomas sobre las mazorcas, que en genotipos susceptibles aparecen en cualquier parte del fruto y se manifiestan como pequeñas manchas oscuras que crecen rápidamente, entre una a dos semanas, hasta cubrir la superficie total del fruto.

De manera ocasional los tejidos, incluidos los granos, se marchitan para dar lugar a las mazorcas momificadas, las cuales son un reservorio del inóculo y pueden proveerlo, al menos durante los tres años siguientes. **(Dennis y Konam, 1994; Flood y Murphy, 1994).**

En condiciones de humedad, se pueden producir alrededor de 4 millones de esporangios sobre una mazorca. Estos son diseminados por el viento, la lluvia, los insectos, los restos vegetales de la cosecha, las herramientas contaminadas de la poda y el suelo; de esta forma se inicia un nuevo ciclo de la enfermedad. **(Flood y Murphy, 2004).**

En contraste con la atención dada a la enfermedad de la mazorca negra, el cáncer causado por las especies de *Phytophthora* ha sido subestimado durante los últimos 5 años. Es importante destacar que esta afección reduce el vigor y la productividad del árbol.

Los cánceres están asociados frecuentemente con la presencia de barrenadores de tallo y corteza. Las especies de *Phytophthora* causan la muerte súbita de hasta 10% de los árboles cada año, reducción y pérdidas de la producción e impone un costo extra por las resiembras. **(Flood y Murphy, 2004).**

La fase sexual de *Phytophthora* sp., es bastante escasa en condiciones naturales, debido a que las especies fitopatógenas de ésta en cacao son heterotálicas. Por este motivo, se requiere de un anteridio y un oogonio de hifas compatibles, pero de diferente grupo o cepas, para dar lugar a la formación de las oosporas. Las oosporas son importantes por su capacidad de sobrevivir en el suelo o en restos de tejido vegetal durante muchos años, ya que resisten a condiciones ambientales adversas tales como el frío, la degradación microbiana o los fungicidas químicos.

En otros patosistemas localizados en áreas donde se presentón las cuatro estaciones climáticas, las oosporas germinan al inicio de la primavera, así éstas estructuras en reposo representón el inóculo primario para el inicio de nuevas epidemias. La importancia que tiene la fase sexual es la generación de nuevos genotipos recombinantes, que pueden resultar en cepas o individuos más agresivos o resistentes a los fungicidas químicos. **(Prakob y Judelson, 2007).**

La variabilidad en las poblaciones del patógeno está determinada por la frecuencia o número de veces que se lleva a cabo la fase sexual, esto hace más difícil el control de las especies de *Phytophthora*. Además, las oosporas también son estructuras o propágulos de resistencia que le permiten a este patógeno sobrevivir por largo tiempo, en condiciones ambientales adversas, con lo cual se dificulta, aún más, su erradicación. **(Kellman y Zentmyer, 1986).**

### **2.5.2. Escoba de bruja(*Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime y Phillips-Mora)**

#### **Origen de la enfermedad.**

*Moniliophthora perniciosa* es endémico de las especies nativas del género *Theobroma* en los sistemas de los ríos Amazonas y Orinoco. **(Holliday, 1998).**

#### **Distribución geográfica**

El agente causal de la escoba de bruja, *Moniliophthora perniciosa*, se encuentra confinado a las zonas productoras de cacao en Suramérica, Trinidad y Tobago, y Granada. **(Holliday, 1998).**

## **Etiología**

*Moniliphthora perniciosa* (Stahel) Aime y Phillips-Mora es el agente causal de una de las tres principales enfermedades del cultivo de cacao en Latinoamérica, denominada escoba. Este hongo fue inicialmente descrito como *Marasmius perniciosus* Stahel, pero en 1942 Singer lo reclasificó en el género *Crinipellis*, especie *C. perniciosa* (Stahel) Singer. Éste se conoció bajo el nombre de *C. perniciosa* hasta el 2005, cuando Aime y Phillips-Mora (2005) demostraron, mediante el uso de la secuenciación de ADN, que este hongo se encuentra muy relacionado con *Moniliophthora roreri*, agente causal de la moniliasis. Estas dos especies forman actualmente un linaje separado de *Marasmiaceae* que incluye varios miembros de *Crinipellis* sección *Iopodinae*, la cual compromete formalmente individuos con pigmentación rosa/púrpura de los miembros del género *Crinipellis*. **(Meinhardt et al., 2008).**

Se cree que *Moniliophthora perniciosa* tiene su origen y ha coevolucionado con plantas hospederas en la cuenca alta del río Amazonas, del lado este de los Andes. **(Purdy y Schmidt, 1996).**

Este es patógeno de cinco familias de dicotiledóneas, incluyendo miembros de las familias *Malvaceae*, *Solanaceae*, *Bignoniaceae*, *Bixacea* y *Malpighiaceae*. **(Evans, 1980; Purdy y Schmidt, 1996; Griffith et al., 2003; Do Rio et al., 2008).**

## **Taxonomía**

*Moniliophthora perniciosa* es un organismo del dominio Eukaryota, reino Fungi, filum Basidiomycota, clase Basidiomycetes, subclase Agaricomycetidae, orden Agaricales, familia Tricholomataceae, género *Moniliophthora* y especie *M. perniciosa*.

## Morfología

M. perniciosa presentó:

- Píleos color carmesí, generalmente débiles, que se tornan pálidos con la edad y presentón una mancha en el centro de color rojo a negro. Estos se encuentran dispuestos de forma radial y del mismo color, acanalados y acampanados, los cuales se expanden con una margen cóncava o convexa aplanada con un centro deprimido. Los píleos presentón diámetro que va desde 2 hasta 25 mm, su promedio está entre 5 y 15 mm. **(Holliday, 1998).**

- Subpileopellis: de pared gruesa, con hifas no amilodes, con escasez de pelos, numerosos en el centro, con una pared roja cuando son frescos, los cuales se tornan hialinos con la edad y en la medida que se secan. Estas estructuras tienen un tamaño de 80-150 x 4-12  $\mu\text{m}$ . **(Holliday, 1998).**

- Lamelas blanquecinas, muy gruesas (0,2 mm), medianamente gruesas o muy anchas (1-2 mm), distantes (8 – 20 lamelas), con ranuras que corresponden a los pileus. **(Holliday, 1998).**

- Cheilocistidias muy regulares, en forma de botella con un tamaño de 35-50 x 9-14  $\mu\text{m}$ .

- Pleurocistidias ausente.

- Estipe blanco, excepto en la base sub-bulbosa engrosada, la cual es ligeramente verde o amarilla. El estipe mide entre 5-10 mm de largo x 0,5–0,7 mm de ancho y la base mide 0,7 x 1,1 mm (Holliday, 1998).

- Hifas con conexiones de gancho (Holliday, 1998).

- Basidios con un tamaño de 31–32  $\mu\text{m}$  de largo x 7–9  $\mu\text{m}$  de ancho con 4 esporas (Holliday, 1998).

- Basidiosporas hialinas con un tamaño de 7–11  $\mu\text{m}$  de largo x 4-5  $\mu\text{m}$  de ancho. **(Holliday, 1998).**

## Ciclo de vida

M. perniciososa tiene un ciclo de vida paralelo con los síntomas de la enfermedad en la planta. El ciclo inicia con las basidiosporas, consideradas como los únicos propágulos del hongo capaces de infectar los tejidos meristemáticos de cacao. **(Evans, 1980; Scarpari et al., 2005).**

Las basidiosporas son estructuras hialinas, ovales, con un tamaño de 12 µm x 6 µm. A partir de ellas se forma el micelio biotrófico monocariótico, sin conexiones de gancho. Este micelio infecta los cojines florales, los frutos en desarrollo y los brotes vegetativos. **(Evans, 1980; Evans y Bastos, 1980; Do Rio et al., 2008).**

Avanzada la infección, M. perniciososa causa hipertrofia, hiperplasia y la pérdida de dominancia apical de los tejidos, con proliferación de los brotes auxiliares y la formación de tallos anormales; estas estructuras son similares a una escoba, de ahí su denominación. **(Meinhart et al., 2008).**

### **Sintomatología**

La sintomatología de la escoba de bruja es bastante variada; ha sido descrita en detalle por **(Holliday ,1952), (Baker y Holliday ,1957), (Evans ,1981) y (Rugard y Butler ,1987).**

Cuando el hongo infecta ramas y brotes vegetativos, provoca hinchazón en la parte afectada, acompañada de la proliferación de pequeños brotamientos próximos a los otros, donde se forman las hojas con apariencia de una escoba de bruja.

La infección de los cojines florales se manifiesta con la formación de escobas, con la presencia o no de pequeños frutos partenocárpicos (frutos chirimoya).

También, M. perniciososa causa la pudrición de los frutos de cacao los cuales son susceptibles durante todo su desarrollo.

Cuando el patógeno infecta los frutos durante las primeras semanas de edad, se detiene su crecimiento causando la muerte o marchitez prematura. En frutos enfermos de 1 a 4 meses de edad, se presentón deformaciones, hinchazón y se forma un área necrótica (figura 12 C) más oscura que la ocasionada por la pudrición por monilia, la cual termina en una pudrición acuosa y en la pérdida total de las semillas. En infecciones tardías, es decir, en frutos mayores de 4 meses, la infección causa una pérdida parcial de las semillas de cacao. **(Meinhardt et al., 2008).**

Extraordinariamente, después de estos síntomas, la hifa biotrófica de *M. perniciosa* se encuentra en bajas densidades y no produce haustorio; sólo se limita a ocupar el espacio apoplástico y presentó un crecimiento lento. Se ha demostrado que el micelio biotrófico se puede mantener viable en condiciones in vitro, si se ponen a crecer las esporas en un medio carente de nutrientes, pero con glicerol como única fuente de carbono.

A partir de estas observaciones, se cree que la baja concentración de nutrientes en el apoplasto puede ser la clave para la fase biotrófica de este patógena. **(Do Rio et al., 2008).**

Más aún, durante esta fase, parece ser que el tejido infectado se somete a un intenso estrés oxidativo, que se evidencia por un incremento de la peroxidación de lípidos (Scarpari et al., 2005; Do Rio et al., 2008). Este evento oxidativo se debe a la producción de peróxido de hidrógeno por la degradación enzimática de cristales de oxalato de calcio, los cuales se han producido y almacenado durante el progreso de la enfermedad y están presentes en el tejido infectado. **(Do Rio et al., 2008).**

Después de 1 ó 2 meses de presentóirse las alteraciones, los tejidos enfermos se necrosan y mueren, dando lugar a la formación de una estructura denominada escoba seca (figura 13 B) (Meinhart et al., 2008). En esta fase necrótica, el hongo adquiere unas características distintivas, tales como: un micelio dicariótico saprofitico/necrótico, en el cual se observan las conexiones de gancho. A

diferencia de la fase biotrófica, el micelio saprofítico (diámetro de 1 – 3  $\mu\text{m}$ ) crece vigorosamente, colonizando rápidamente el material vegetal infectado. Durante esta fase, después de alternar periodos húmedos y secos, tiene lugar la formación de los basidiocarpos sobre el tejido vegetal necrosado. **(Rocha y Wheeler, 1985; Almeida et al., 1997; Scarpari et al., 2005).**

Esta fase tiene una duración aproximada entre 17 a 25 semanas. **(Holliday, 1952; Meirelles, 2002).**

Durante la fase saprofítica, el hongo sobrevive en un estado dormante sobre las escobas secas o frutos momificados hasta el inicio de la época de lluvias. **(Evans y Bastos, 1979; Meirelles, 2002).**

La condición ambiental requerida para la liberación de las basidiosporas es la humedad relativa próxima a la saturación (es decir cercana al 100%), la oscuridad y las temperaturas entre 20° a 30° C. **(Rocha y Wheeler, 1985).**

La liberación nocturna garantiza la supervivencia de estos propágulos por más tiempo. En condiciones de campo, en Trinidad y en Ecuador, la mayor liberación de basidiosporas ocurre entre 10 p.m. y 4 a.m., con una humedad relativa mayor al 95% y temperaturas entre 20° a 24° C (Evans y Solórzano, 1982). Una vez liberadas, las basidiosporas tienen un periodo de viabilidad corto, debido a su sensibilidad a la luz y al secamiento. **(Evans, 1980; Flood y Murphy, 2004).**

La dispersión natural de las basidiosporas se da principalmente por el viento y la lluvia, a partir de fuentes de inóculo como escobas necrosadas y frutos enfermos. La infección tiene lugar cuando las esporas son depositadas sobre las yemas vegetativas, cojines florales o frutos en desarrollo. La infección de yemas dormantes se convierte en infecciones latentes, ya que forman pequeños puntos necróticos que se activan cuando inicia el periodo de brotación. **(Bastos, 1994; Meirelles, 2002).**

Sin duda alguna, el principal mecanismo de dispersión del patógeno es el hombre, por el transporte de material vegetal de un lugar a otro. Por tal motivo,

en Panamá se ha mantenido un cordón fitosanitario, con el fin de evitar el avance de la escoba de bruja a Centroamérica.

La variación genética de *M. perniciosa* es evidente, dada por la adaptación de este patógeno a otras especies vegetales. Se han definido cuatro biotipos de *M. perniciosa*, a saber: el biotipo S que afecta a solanáceas, el biotipo B que afecta a *Bixa orellana* (familia Bixaceae) o achiote, el biotipo L que afecta a *Arrabidaea verrucosa* (familia Bignoniaceae) y el biotipo C que afecta a especies del género *Theobroma*. Los biotipos B, C y S son homotáticos, lo cual indica la alta variabilidad genética de sus poblaciones. **(Purdy y Schmidt, 1996).**

De acuerdo con lo anterior, la posible formación de heterocariones puede ocurrir sobre los tejidos infectados aún verdes, mediante basidiosporas diferentes genéticamente antes del desarrollo del micelio binucleado necrótico, en las escobas secas. **(Griffith ,1989)** reportó la presencia de numerosos grupos de compatibilidad somática (GCS) entre los aislados del biotipo C de la provincia de Napo (Ecuador), en contraste con los de la costa de Ecuador donde sólo se identificó un GCS.

## **Epidemiología**

El patosistema Cacao - *M. perniciosa* es dependiente y limitado por la humedad atmosférica (lluvia, niebla, rocío y humedad relativa). La presencia o ausencia de cualquiera de las condiciones ambientales afecta la fenología del hospedero, la producción de basidiocarpos, la liberación de basidiosporas, la dispersión, infección y la sincronía entre estos eventos.

La temperatura regula la tasa de desarrollo de la enfermedad, pero rara vez es un factor limitante de su desarrollo; ésta juega un papel importante en: (1) el secado de las escobas, por ende promueve la producción de basidiocarpos; (2) la evapotranspiración, la cual induce estrés por humedad y asfixia de los tejidos del hospedero, por ende incrementa el número y sincronía de los sitios de infección; y (3) la formación de rocío sobre hospederos susceptibles proveen la

humedad requerida para la germinación de las basidiosporas y la subsecuente infección .**(Purdy y Schmidt, 1996).**

Los basidiocarpos se forman sobre tejido necrótico del dosel y tronco del cacao. La fuente más importante de estas estructuras son las escobas vegetativas necróticas en el dosel del árbol, escobas podadas o caídas descubiertas por el lecho o mulch sobre el suelo, escobas sobre cojines florales y mazorcas enfermas en el árbol o el suelo.

Mientras que las escobas del dosel son la fuente más importante de basidiocarpos, otras fuentes pueden tener significancia epidemiológica dependiendo de la edad del árbol, los factores climáticos y las prácticas fitosanitarias. **(Purdy y Schmidt, 1996).**

Los basidiocarpos son producidos por *M. perniciosa* en respuesta tanto a la humedad como a la sequía. Durante periodos secos prolongados los basidiocarpos son pocos, mientras que en periodos con amplia presencia de lluvias, se presentón durante todo el año. En campo, los basidiocarpos aparecen sobre las escobas a las 4-8 semanas de lluvia continua, pero también pueden aparecer antes dependiendo de la edad, la localización de la escoba y el clima. **(Purdy y Schmidt, 1996).**

Las escobas vegetativas pueden producir docenas o cientos de basidiocarpos, y cada uno de ellos puede producir desde cientos a miles de basidiosporas durante su periodo de viabilidad, las que dispersa el viento y la lluvia. Las basidiosporas son liberadas en abundancia entre las 8 p.m. y 7 a.m., cuando la humedad es alta y la temperatura baja. La temperatura óptima para la liberación de las esporas es de 20° a 25° C, pero los basidiocarpos liberan esporas entre 10° y 30° C entre 2 y 8 días. Cuando las escobas son abundantes, el inóculo no es un factor limitante de la epidemia, excepto durante periodos secos prolongados. **(Purdy y Schmidt, 1996).**

### **2.5.3 La moniliasis(*Moniliophthora roreri*)**

La moniliasis, causada por *Moniliophthora roreri*, es una enfermedad fúngica severa que hasta ahora se encuentra en 11 países de América Latina. El daño causado por esta enfermedad varía desde 25% hasta la pérdida total de la producción.

### **Origen de la enfermedad**

Durante años, Ecuador fue considerado como el centro de origen de la enfermedad, debido a que en 1917 se realizó el primer reporte oficial del patógeno, cuando el fitopatólogo J. B. Rorer llegó de Trinidad a Ecuador para identificar el agente causal de la reducción de la producción de cacao. Las muestras recolectadas por Rorer fueron enviadas a R. E. Smith en la Universidad de California, allí se identificó el hongo como *Monilia* sp. Phillips–Mora (2003) señaló que la moniliasis del cacao pudo aparecer por primera vez en Colombia en el departamento de Norte de Santander en 1817 y en 1851 en el departamento de Antioquia. Además, Phillips–Mora y Wilkinson (2007) encontraron reportes de la enfermedad en 1832, 1850 y 1956 para Norte de Santander y en 1881, 1916 y 1949 para Antioquia.

Según resultados de estudios moleculares, mediante el polimorfismo de la longitud de fragmentos amplificados (AFLP), perfiles ISSR y datos de secuencias ITS, indican que existe gran diversidad genética de *M. roreri* en Colombia; también evidencian que es allí donde se pudo originar la enfermedad, en vez de Ecuador) encontraron que existen cinco grupos genéticos de *M. roreri*, de los cuales en Colombia se encuentran los grupos Co-East y Co-Central, localizados en la región del Magdalena Medio como los de mayor variabilidad genética y endémicos en la región. **(Phillips-Mora et al., 2007; Phillips y Wilkinson, 2007).**

### **Distribución geográfica**

Las elevadas pérdidas por la enfermedad fueron reportadas en el suroccidente de Ecuador en 1909. **(Evans, 1981).**

Sin embargo, existen reportes de 1817 en Colombia, sobre la aparición de la enfermedad en el oriente y centro del país. **(Phillips et al., 2007).**

Van Hall visitó Ecuador en 1914, durante los años de bonanza del cacao y describió los síntomas que presentó varias mazorcas enfermas. Los dos tipos de síntomas fueron denominados con nombres locales: “mancha”, lesión con pudrición de toda la mazorca probablemente causada por un hongo y “helada”, crecimiento anormal de las mazorcas y los granos.

En la actualidad, la enfermedad afecta la mayor parte de las áreas productoras de cacao en Colombia y Ecuador.

En Venezuela, la enfermedad se reportó oficialmente por primera vez en la región del río Catatumbo, estado Zulia en 1941 y sigue restringida a esta región del occidente de Venezuela, separada geográficamente de las principales áreas productoras del oriente y Barlovento. **(Phillips y Wilkinson, 2007).**

Mc Laughlin (1950) reportó la enfermedad en los departamentos de Cajamarca, Huanuco y Cuzco de Perú; este reporte fue controversial hasta cuando Hernández et al. (1990) reportaron la presencia del hongo en el departamento del Amazonas (Perú). Para 1999, cerca del total de plantaciones de cacao en el Perú, estaban afectadas por *M. royeri*. **(Phillips y Wilkinson, 2007).**

En 1956, la presencia de *M. royeri* en Panamá marcó una expansión significativa del hongo a través de Mesoamérica. **(Phillips y Wilkinson, 2007)**

De hecho, durante los últimos 50 años, *M. royeri* se ha dispersado a lo largo de 2.500 km por las principales áreas productoras de cacao de esta región: en Costa Rica se detectó en 1978 (Enríquez y Suárez, 1978), Nicaragua en 1980 (López y Enríquez, 1980), Honduras en 1997 (Porrás y Enríquez, 1998), Guatemala en 2002 (Phillips-Mora y Wilkinson, 2007), Belice en 2004 (Phillips et al., 2006a) y México en el 2005 (Phillips-Mora et al., 2006). Con este último reporte, *M. royeri*

alcanzó el límite norte de las zonas productoras en el continente de América. **(Phillips-Mora y Wilkinson, 2007).**

Teniendo en cuenta la gran susceptibilidad de la mayoría de los genotipos comerciales de cacao, la agresividad de este patógeno, su excepcional capacidad para sobrevivir en diferentes condiciones ambientales y su rápida dispersión natural y mediada por el hombre, se concluye que *M. roreri* representó una gran amenaza para los agricultores de cacao del mundo. Las pocas barreras naturales entre las áreas con presencia de la enfermedad y las que aún no existe, se consideran como la única forma de prevenir la dispersión de la moniliasis, especialmente a Brasil y Bolivia. **(Evans, 1986; Phillips-Mora y Wilkinson, 2007).**

### **Etiología**

Se sabe que el centro de origen de este patógeno está en la región nororiental de Colombia, capaz de afectar especies de los géneros *Herrania* y *Theobroma*. El agente causal de la moniliasis fue inicialmente llamado *Monilia roreri* por Ciferri, y Parodi (1933) y clasificado dentro del filum Ascomycota, describiéndolo como un hongo anamórfico debido a la aparente ausencia de un estado meiótico o de estructuras sexuales y sus similitudes morfológicas con otros fitopatógenos del género. **(Evans et al., 2003).**

Sin embargo, Evans et al. (1978), mediante estudios de microscopía electrónica, encontraron la presencia de septo doliporo (característico de hongos homobasidiomicetos) y un evento único de esporogénesis basipetal, resultado que motivó la creación del nuevo género *Moniliophthora*. **(Evans et al., 2003; Griffith et al., 2003).**

### **Taxonomía**

*Moniliophthora roreri* es un organismo del dominio Eukaryota, reino Fungi, filum

Basidiomycota, clase Basidiomycetes, subclase Agaricomycetidae, orden Agaricales, familia Tricholomataceae, género Moniliophthora y especie *M. roreri*.

## **Morfología**

Evans et al. (2002) encontraron evidencias que la meiosis ocurre en las esporas de *M. roreri*, fenómeno consistente con su contenido nuclear variable. De ahí que es incorrecto referirse a estas estructuras como conidios (por definición estos provienen del proceso de mitosis). Parece que esto se debe a que el antepasado de *M. roreri* perdió la habilidad de formar un basidiocarpo, pero no la habilidad de llevar a cabo la división nuclear meiótica. **(Evans et al., 2003).**

Lo anterior sugiere que los propágulos de monilia se deben llamar esporas y no conidios. Las esporas provienen de un basidio modificado, con un pseudoestroma denso y carnoso sobre el cual el hongo produce los vestigios del pileo. Las esporas son multifuncionales, sirven no sólo para el intercambio genético, sino también para la dispersión, la infección y la supervivencia (Evans, 2007). Éstas pueden ser esféricas u ovaladas (Figura 16 C) y tienen dos formas de germinación a través del poro germinativo o directamente a través de su pared. **(Urquillas, 2004).**

Las esporas viejas desarrollan paredes gruesas y se tornan oscuras, las cuales pueden marcar el inicio de la fase de dormancia (Evans, 2007). El tubo germinativo presentó en el extremo distal una estructura similar a un apresorio y la hifa infectiva. Éste es único y en raras ocasiones doble. **(Urquillas, 2004).**

## Ciclo de vida del patógeno

Las condiciones climáticas y la cantidad de esporas libres son factores determinantes en el ciclo de vida de *M. roreri*. El ciclo comienza con la estación seca, época en la que se encuentran la mayor cantidad de esporas disponibles en el ambiente. Sin embargo, para que inicie la infección es necesario que existan condiciones de humedad.

En Colombia, se presentón condiciones favorables para la infección y desarrollo de la monilia durante todo el año, debido a la distribución de las lluvias. Por tal motivo, es importante considerar el periodo entre cultivos, es decir, el periodo entre la cosecha y la próxima floración.

En Ecuador, el factor crítico en el ciclo de la enfermedad es la marcada estación seca y su importancia para determinar cómo *M. royeri* sobrevive entre cosechas y la disponibilidad de fuentes de inóculo al inicio de la estación húmeda. **(Evans, 1981).**

En investigaciones adelantadas por el ICA entre 1960 y 1980 sobre etiología, epidemiología y control de la moniliasis, se resalta que los conidios sólo germinan en presencia de una película de agua, con mayor germinación cerca de los 24° C.

En condiciones de laboratorio, las esporas que provienen de micelio esporulante, conservan la viabilidad y poder infectivo hasta 22 meses después de iniciar esporulación. Estos propágulos almacenados y conservados en seco a 4,5° C mantienen la viabilidad superior al 50%, después de 10 meses. **(Merchán, 1981).**

También se encontró que en condiciones de laboratorio la germinación de las esporas ocurre aproximadamente entre 6 y 8 h. La hifa infectiva del hongo penetra la epidermis del fruto, desde la cual se propaga inter e intracelularmente a los tejidos subepidermales y el exocarpo. La infección continúa a los tejidos centrales, incluyendo las semillas, e inicia el desarrollo de la necrosis desde la parte interna hacia la epidermis.

Externamente, la infección aparece como puntos aceitosos muy pequeños y circulares, los cuales se convierten en lesiones (manchas) irregulares de color amarillo y marrón (figura 18 C y E). El proceso desde la infección a la aparición de mancha tiene una duración aproximada de 60±10 días, dependiendo de la susceptibilidad del clon de cacao (figura 17). Entre 3 y 4 días, se desarrolla el

micelio blanco sobre las lesiones y luego aparecen las esporas, las cuales confieren un color crema a marrón.

En las condiciones de Santander, el ciclo de vida de *M. royeri* dura  $60\pm 5$  días sobre clones susceptibles y,  $73\pm 8$  días sobre clones con resistencia parcial.

En Colombia (Granja Luker a 1.050 msnm), se demostró con la primera aproximación al ciclo de la enfermedad y evolución de síntomas y signos, que los primeros síntomas aparecen en promedio a los 22 días, después de la inoculación del patógeno, y 73 días para la esporulación. **(Merchán, 1981).**

### **Sintomatología**

En condiciones de campo, la enfermedad se ha encontrado sólo sobre frutos. Artificialmente se han logrado infecciones sobre plántulas y primeros estadios foliares **(Evans, 2007).**

La penetración e infección puede ocurrir en cualquier fase de desarrollo del fruto, pero son más susceptibles durante los primeros estados. La susceptibilidad de los frutos es inversamente proporcional a su edad, es decir que a mayor edad menor susceptibilidad.

Después de penetrar el fruto, el hongo se desarrolla intercelularmente en las células del parénquima cortical, presentándose normalmente un largo periodo de incubación. Los síntomas de monilia varían con la edad del fruto y con la severidad del ataque del patógeno. **(Merchán, 1981).**

Sobre frutos jóvenes se observan áreas de crecimiento anormal, formándose protuberancias pronunciadas sobre la superficie de los frutos. Los síntomas externos pueden estar completamente ausentes hasta la formación de lesiones entre 45 y 90 días después de la penetración del hongo. Esta fase se podría considerar como la fase biotrófica del hongo, en cuanto a que la necrótica puede ser precedida por la maduración irregular o prematura, la aparición de lesiones irregulares de color chocolate o castaño oscuro, que van creciendo

gradualmente hasta cubrir con rapidez toda la superficie del fruto. **(Evans et al. 1978)**

En infecciones tardías, predominan las lesiones deprimidas de color castaño oscuro (figura 19). Después del inicio de la lesión, alrededor de los 3 a 7 días, se desarrolla un micelio blanco y crema sobre los frutos infectados, tornándose luego en una densa masa pulverulenta constituida por esporas del hongo, que van cambiando gradualmente de ceniza a marrón. **(Evans, 1981).**

En laboratorio, *M. royeri* crece tanto en medios naturales como artificiales. También, este patógeno es capaz de colonizar órganos vegetativos, previamente esterilizados, lo que lleva a pensar en este método como una alternativa para la evaluación de resistencia de materiales. **(Merchán, 1981).**

Los síntomas de la enfermedad pueden variar con la edad del fruto o tipo de material genético. Los tejidos internos de la mazorca pueden ser sustituidos por sustancias acuosas o gelatinosas, razón por la cual esta enfermedad también es conocida y denominada de forma inadecuada como pudrición acuosa de los frutos. Con frecuencia, las almendras se presentón pegadas unas con otras de manera desorganizada, haciendo difícil su remoción.

Los frutos enfermos son normalmente más pesados que los frutos sanos. En algunos materiales o clones de cacao no se presentó esporulación sobre los frutos maduros infectados, lo cual no permite diferenciarlos de aquellos afectados por escoba de bruja. **(López y Martins, 2005).**

### **Epidemiología**

La esporulación del hongo sobre la superficie del fruto es tan intensa que las nubes de esporas son liberadas y transportadas por el viento, la lluvia y en menor proporción por insectos. **(Evans, 1986).**

Se estima que las densidades de esporulación del hongo sobre un fruto pueden alcanzar los 44 millones de esporas por cm<sup>2</sup> de área. Una mazorca esporulada ubicada a una altura aproximada de dos metros tiene un gradiente de dispersión, con capacidad de infección de 40%, de hasta una distancia de 20 m. **(Merchán, 1981).**

Existe una correlación significativa y positiva entre la población de conidios en el aire y la temperatura, y negativa con respecto a la humedad relativa. **(Porras V., 1983).**

En tanto que tal nivel de esporulación sólo se observa durante pocas semanas después de su inicio, reduciéndose la cantidad de esporas producidas hasta aproximadamente diez semanas, cuando se torna casi insignificante. Las esporas pueden ser aisladas de los mismos frutos momificados, incluso después de un año de la infección, lo que es garantía de la oferta de inóculo durante ese tiempo. **(Evans, 1981).**

Al menos 90% de las esporas pueden germinar sobre medios artificiales, pero sólo 10% lo puede hacer sobre agua. **(Ram et al., 2004).**

Los frutos momificados y esporulados en la copa del árbol son considerados la principal fuente de inóculo para iniciar la epidemia, diseminando las esporas en sentido descendente. La presencia de agua libre no sólo permite la germinación de las esporas, sino que remueve el inóculo desde estos frutos.

Se ha encontrado que la eliminación y disposición de los frutos con síntoma de mancha sobre el suelo no sólo permite la descomposición por parte de los microorganismos presentes en éste, sino que dejan de ser importantes en la diseminación de *M. royeri*. **(Aranzazu 1987).**

En Colombia, normalmente los frutos infectados entre los periodos de noviembre– enero y marzo–julio esporulan después de marzo–abril y

septiembre–octubre, respectivamente. Estos últimos coinciden con los periodos de cosecha.

Existe una estrecha correlación entre la cantidad de lluvia, el periodo de floración y la formación de frutos con la ocurrencia de la enfermedad. **(Lopes y Martins, 2005).**

Se cree que la infección de los frutos ocurre durante la floración o durante la formación de los frutos, sin embargo las pruebas para comprobar este hecho son insuficientes.

Durante el año, una vez que se encuentran frutos enfermos o infectados, se cree que ocurren varias infecciones secundarias durante las épocas lluviosas.

No es claro hasta qué punto pueden ser diseminadas las esporas a partir de las fuentes de inóculo, sin embargo ya se han sugerido distancias de hasta de 1 km (Evans, 1981; Lopes y Martins, 2005), mientras que otros autores más conservadores han limitado tal diseminación a distancias entre 30 y 375 m. **(Lopes y Martins, 2005).**

En Colombia, el ciclo de la enfermedad de la moniliasis puede iniciar en cualquier época del año, debido a que la fuente de inóculo primario es de presencia constante, debido a la distribución de los ciclos de lluvia a lo largo del año, con una correlación positiva entre la incidencia de la moniliasis y la lluvia ocurrida dos meses atrás (Merchán, 1981). Sin embargo, las épocas críticas se presentaron entre noviembre– enero y marzo–julio (figura 22), cuando inicia la floración y los frutos se encuentran en estados de mayor susceptibilidad.

### **Rango de hospederos**

*Moniliophthora roreri* ha sido reportado solamente en especies de los géneros *Theobroma* y *Herrania*. Rorer en 1918 reportó el ataque de frutos de *T. bicolor* y *H. balaensis* en Ecuador. Baker et al. (1954) reportaron infecciones en *T. gireli*. Además, Evans (1981) reportó infecciones de *M. roreri* en *T. mammosum*, *T. simiarum*, *T. sylvestre*, *T. angustifolium*, *H. nítida*, *H. pulcherrima*.

Posteriormente, Enríquez y Soria (1981) identificaron el patógeno en *T. grandiflora* y *H. purpurea*. **(Cuhn, 2006)**.

## **2.6. Factores ambientales que causan enfermedades en las plantas**

### **2.6.1 Características generales**

La característica común de las enfermedades no infecciosas de las plantas es que son el producto de la falta o exceso de algún factor que permite la continuidad de la vida. **(Arios ,1985)**.

### **2.6.2. Efectos de la temperatura**

Las plantas se desarrollan normalmente dentro de límites de temperatura que van de 1 a 40°C, pero la mayoría de los tipos de vegetación se desarrollan óptimamente entre 15 y 30°C. **(Arios, 1985)**.

### **2.6.3. Efectos de las altas temperaturas**

Las altas temperaturas normalmente son las responsables de los daños de quemadura de sol. Las hojas de las plantas suculentas también pueden formar síntomas de quemaduras de sol, especialmente cuando los días cálidos y soleados llegan después de los períodos de los días nublados y lluviosos. Las zonas irregulares de las hojas adquieren una tonalidad verde pálido al principio, pero al cabo de cierto tiempo se colapsan y forman manchas secas de color café. **(Arios, 1985)**.

### **2.6.4. Efectos de las bajas temperaturas.**

Los daños más notorios que sufren los cultivos son ocasionados por las bajas temperaturas y no por las altas temperaturas. Las bajas temperaturas, incluso por arriba del punto de congelación, dañan a las plantas de climas cálidos. **(Arios, 1985)**.

Las temperaturas por debajo del punto de congelación ocasionan una gran variedad de daños en las plantas. Estos daños incluyen el daño ocasionado por las heladas tardías a los ápices meristemáticos jóvenes o a las plantas herbáceas, la muerte de las flores, los frutos jóvenes y en ocasiones, de las ramitas suculentas de la mayoría de los árboles. **(Arios ,1985)**

#### **2.6.5. Efectos de la humedad.**

##### **2.6.5.1. Efectos del bajo contenido de humedad del suelo**

Existe la posibilidad de que las alteraciones en la humedad del suelo más que cualquier otro factor del medio, sean responsables de que en grandes extensiones de tierra la mayoría de las plantas se desarrollan en forma deficiente y sean año tras año improductivas. Los volúmenes deficientes de agua de que disponen las plantas en algunas zonas hacen que muestren menor desarrollo, se enfermen e incluso mueran. **(Arios, 1985).**

La falta de humedad también es característica de ciertos tipos de suelo, laderas o capas delgadas de suelo que se encuentran por debajo de las rocas o la arena, y da como resultado la aparición de manchas enfermas, en tanto exista la posibilidad de que las zonas circunvecinas contengan cantidades suficientes de humedad y las plantas cultivadas en ellas se desarrollen normalmente. **(Arios ,1985).**

Las plantas que se desarrollan en suelos con humedad deficiente casi siempre se atrofian, tienen un color que va del verde pálido al amarillo claro, forman hojas pequeñas, presentan epinastia, producen escasos frutos y flores y. en caso de que la sequía continúe, se marchitan y mueren.**(Arios ,1985).**

##### **2.6.5.2. Efectos de bajo contenido de humedad relativa**

La falta de humedad en la atmósfera, esto es, la baja humedad relativa, por lo común es temporal y rara vez produce daños. Sin embargo, cuando se combina

con las altas temperaturas y la rápida velocidad del viento, hace que el follaje de las plantas pierda una cantidad excesiva de agua, lo cual favorece la quemadura de las hojas, el marchitamiento de los frutos y la marchites temporal o permanente de las plantas. **(Arios ,1985).**

#### **2.6.5.3. Efectos de alto contenido de humedad en el suelo.**

La humedad excesiva en el suelo donde las plantas crecen es el fenómeno mucho menos frecuente que la sequía, pero un drenaje insuficiente o la inundación de las plantas cultivadas en terrenos, provocan daños inmediatos y de mayor consideración o incluso la muerte de plantas que los que ocasiona la falta de humedad. Un drenaje inadecuado hace que las plantas carezcan de vigor, se marchiten con frecuencia y hacen que las hojas tengan un color verde pálido o verde amarillento. **(Arios ,1985).**

Debido a la excesiva humedad del suelo ocasionada por las inundaciones o por un drenaje insuficiente, las raíces fibrosas en las plantas se pudren, probablemente debido un menor abastecimiento de oxígeno. Muchas otras alteraciones se deben a un riego irregular o excesivo Por ejemplo, se sabe que los tomates que se cultivan bajo condiciones de baja humedad, con frecuencia se agrietan durante su etapa de maduración si se les suministra súbitamente una humedad excesiva ya sea mediante riego o independientemente, cuando caen lluvias copiosas. **(Arios ,1985).**

#### **2.6.5.4. Concentraciones inadecuadas de oxígeno**

En la naturaleza, las bajas concentraciones de oxígeno, casi siempre se relacionan con las altas temperaturas o con la humedad excesiva del suelo. La falta de oxígeno da como resultado la desecación de las raíces de diferentes tipos de plantas que crecen en suelos saturados de agua. Aparición de manchas enfermas, en tanto exista la posibilidad de que las zon~s circunvecinas contengan cantidades suficientes de humedad y las plantas cultivadas en ellas se desarrollen normalmente. Las plantas que se desarrollan en suelos con

humedad deficiente casi siempre se atrofian, tienen un color que va del verde pálido al amarillo claro, forman hojas pequeñas, presentan epinastia, producen escasos frutos y flores y. en caso de que la sequía continúe, se marchitan y mueren. **(Arios ,1985).**

#### **2.6.5.5. Efectos de bajo contenido de humedad relativa**

La falta de humedad en la atmósfera, esto es, la baja humedad relativa, por lo común es temporal y rara vez produce daños. Sin embargo, cuando se combina con las altas temperaturas y la rápida velocidad del viento, hace que el follaje de las plantas pierda una cantidad excesiva de agua, lo cual favorece la quemadura de las hojas, el marchitamiento de los frutos y la marchites temporal o permanente de las plantas. **(Arios ,1985).**

#### **2.6.5.6. Concentraciones inadecuadas de oxígeno**

En la naturaleza, las bajas concentraciones de oxígeno, casi siempre se relacionan con las altas temperaturas o con la humedad excesiva del suelo. La falta de oxígeno da como resultado la desecación de las raíces de diferentes tipos de plantas que crecen en suelos saturados de agua. **(Arios ,1985).**

#### **2.6.5.7. Luz**

La iluminación inadecuada de las plantas retarda la síntesis de clorofila y hacen que muestren un escaso desarrollo y formen largos entrenudos, lo cual provoca la formación de hojas con un color verde pálido, un crecimiento espigado y la caída prematura de sus flores y hojas. A esta condición se le conoce como etiolación. **(Arios ,1985).**

#### **2.6.5.8. Contaminación atmosférica**

El aire de la superficie terrestre consta principalmente de nitrógeno y oxígeno (78 y 21 % respectivamente), Gran parte el 1 % restante es bióxido de carbono y vapor de agua. Las actividades del hombre centradas en la generación de energía, en la producción de alimento y en la eliminación de desechos dan como resultado la liberación de la atmósfera, de varios contaminantes que alteran el metabolismo de las plantas y les induce la enfermedad. Los daños que ocasiona la contaminación atmosférica sobre plantas, en particular entorno a ciertas factorías, se han reconocido durante casi un siglo. Sin embargo, su alcance e importancia aumentaron con la llegada de la revolución industrial, y es probable que siga aumentando conforme se incrementa la industrialización, urbanización y población mundiales. **(Arios ,1985).**

#### **2.5.5.9. Como afectan los contaminantes atmosféricos a las plantas**

El ozono daña a las hojas de las plantas que han estado expuestas incluso durante algunas horas a concentraciones de 0.1 a 0.5 ppm. Este gas es absorbido por las hojas a través de sus estomas y daña principalmente al parénquima empalizada, pero también daña a otras células al romper su membrana. Las células afectadas que se encuentran cerca de los estomas se colapsan y mueren y aparecen lesiones necróticas blancas (decolorados) , primero en el lado superior de la hoja y después en cualquiera de las superficies de ella. **(Arios ,1985).**

### **2.6. Deficiencias nutricionales en las plantas**

Las plantas necesitan de varios elementos minerales para desarrollarse normalmente, entre estos tenemos: los macro nutrientes y micro nutrientes; los dos grupos de elementos minerales son esenciales para las plantas.

Cuando su cantidad en las plantas es mucho menor que los niveles mínimos que requieren para desarrollarse normalmente, estas últimas se enferman y muestran varios síntomas internos y externos.

Los síntomas pueden aparecer en cualquiera de los órganos de la planta, incluyendo hojas, tallos, raíces, flores frutos y semillas. **(Arios ,1985).**

## **2.6.1. Nutrientes deficientes**

### **2.6.1.1. Nitrógeno. (N)**

Las plantas muestran un crecimiento deficiente y tienen un color verde claro las hojas de la parte inferior adquiere un color amarillo o café claro, en tanto que los tallos son cortos y delgados. **(Arios ,1985).**

### **2.6.1.2. Fósforo (P)**

Las plantas muestran crecimiento deficiente y sus hojas son de color verde azulado con matices púrpuras. En ocasiones, las hojas de la parte inferior adquieren un color bronce claro con manchas cafés o púrpuras. **(Arios ,1985).**

### **2.6.1.3. Potasio (K)**

Las plantas forman retoños delgados los cuales en casos severos muestran muerte descendente. Las hojas más viejas muestran clorosis con empardecimiento de sus puntas, chamuscado de sus bordes y muchas manchas cafés casi siempre cerca de los bordes. **(Arios ,1985).**

### **2.6.1.4 Magnesio (Mg).**

Las hojas (primero las senescentes y después las jóvenes), toman una apariencia moteada o clorótica y más tarde rojiza. En ocasiones aparecen manchas necróticas. **(Arios ,1985).**

### **2.6.1.5. Calcio (Ca)**

Las hojas jóvenes se deforman, sus puntas se doblan hacia atrás y sus bordes aparecen. Las hojas pueden tener forma irregular y estar maltratadas con manchas o bien chamuscados cafés. **(Arios ,1985).**

#### **2.6.1.6. Boro (B)**

Las bases de las hojas jóvenes de las yemas terminales adquieren una tonalidad verde pálido y finalmente se separan. El tallo y las hojas se deforman.

**(Arios ,1985).**

#### **2.6.1.7. Azufre (S)**

Las hojas jóvenes tienen un color verde pálido o amarillo claro y no presentón manchas. **(Arios ,1985).**

#### **2.6.1.8. Hierro (Fe)**

Las hojas jóvenes sufren clorosis severa, pero sus nervaduras principales siempre se mantienen verdes, como característica particular. En ocasiones se forman manchas cafés. Hojas completas o parte de ellas pueden secarse o desprenderse. **(Arios ,1985).**

#### **2.6.1.9. Zinc (Zn)**

Las hojas muestran clorosis internerval. Posteriormente sufren necrosis y muestran una pigmentación purpura. **(Arios ,1985).**

#### **2.6.1.10. Cobre (Cu)**

Las puntas de las hojas jóvenes se marchitan y sus bordes sufren clorosis. **(Arios ,1985).**

#### **2.6.1.11. Manganeso (Mn)**

Las hojas sufren clorosis pero sus nervaduras más pequeñas se mantienen verdes y producen un efecto obturador. Pueden aparecer sobre las hojas manchas necróticas distribuidas sobre su superficie. Las hojas que son afectadas severamente se empardecen y marchitan. **(Arios ,1985).**

#### **2.6.1.12. Molibdeno (Mo)**

Muestran amarillamiento y enanismo severo y no se produce frutos. **(Arios ,1985).**

### **2.7. Minerales del suelo tóxicos para las plantas**

Con frecuencia, los suelos contienen cantidades excesivas de algunos elementos esenciales, o no esenciales, los cuales a altas concentraciones son perjudiciales para las plantas.

Los daños debido al exceso de un elemento pueden ser ligeros o severos y casi siempre son el resultado del daño directo que ejerce dicho elemento sobre la célula. **(Arios ,1985).**

### **2.8. Síntomas que producen los hongos en las plantas.**

Los síntomas que producen los hongos en sus hospedantes son de tipo local o general y pueden aparecer por separado en hospedantes distintos, en un mismo hospedante aparecer uno después de otro en un mismo hospedante.

En general, los hongos producen una necrosis local o general o la muerte de tejidos vegetales que infectan, hipertrofia e hipoplasia o atrofia de plantas completas o de sus órganos, e hiperplasia o crecimiento excesivo de ellas o de algunos de sus órganos. **(Arios ,1985).**

#### **2.8.1. Manchas foliares**

Lesiones localizadas en las hojas de los hospedantes que constan de células muertas y colapsadas.

### **2.8.2. Tizón**

Coloración café general y extremadamente rápida de las hojas, ramas, ramitas y órganos florales de una planta, que dan como resultado la muerte de estos órganos. **(Arios ,1985).**

### **2.8.3. Cancro**

Herida necrótica; con frecuencia sumida bajo la superficie del tallo de una planta leñosa. **(Arios ,1985).**

### **2.8.4. Muerte descendente**

Necrosis generalizada de las ramitas de las plantas que se inicia en sus puntas y avanza hacia su base. **(Arios ,1985).**

### **2.8.5. Pudrición de la raíz**

Pudrición o desintegración de todo el sistema radical de una planta o parte de él. **(Arios ,1985).**

**2.8.6. Anegamiento o secadera.-** Muerte rápida y colapso de plántulas muy jóvenes que se cultivan en el campo o en el almacigo. **(Arios ,1985).**

### **2.8.7. Pudrición basal del tallo**

Desintegración de la parte inferior del tallo.

### **2.8.9. Pudriciones blandas o pudriciones secas**

Maceración y desintegración de frutos, raíces, bulbos, tubérculos, y hojas carnosas de la planta. **(Arios ,1985).**

### **2.8.10. Antracnosis**

Lesión necrótica que se asemeja a una ulcera profunda y que se produce en el tallo, hojas, frutos o flores de las plantas hospedantes.

### **2.8.11. Sarna**

Lesiones que se producen sobre el fruto, hojas, tubérculos y otros órganos de las plantas hospedantes, por lo común ligeramente realizadas o bien profundas y agrietadas, lo cual da una apariencia costrosa. **(Arios ,1985).**

### **2.8.12. Decaimiento**

Crecimiento deficiente de las plantas; las hojas son pequeñas, quebradizas, amarillentas o de color roja; las plantas muestran cierto grado de defoliación y muerte descendente.

La mayoría de los síntomas mencionados también pueden causar una notable atrofia de las plantas que han sido afectadas. Además, algunos otros síntomas, como la roya de las hojas, mildius, marchitamientos e incluso algunas enfermedades que producen hiperplasia de algunos órganos de las plantas. **(Arios ,1985).**

**CAPÍTULO III**

**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **3.1. Materiales y Métodos**

### **3.1.1. Localización y duración del experimento**

La presente investigación se llevó a cabo, en el cantón Pichincha de la provincia de Manabí. Se encuentra entre las coordenadas geográficas 10° 16' de latitud Sur y 99° 32 de longitud Oeste, a una altura de 96 msnm. La investigación tuvo una duración de 120 días.

### **3.1.2. Datos generales del Cantón Pichincha provincia de Manabí**

Pichincha es un cantón de la Provincia de Manabí, está ubicado en el extremo oriental de Manabí, bañado por las aguas del Río Daule, cuyos márgenes es la línea divisoria de esta provincia con Guayas.

Pichincha tiene una extensión territorial de 1075,26 kilómetros cuadrados según los datos del INEC; sin embargo, de acuerdo con la información del Gobierno Municipal la extensión es de 1067.30 kilómetros cuadrados. El cantón tiene una parroquia urbana o cabecera cantonal, que es Pichincha, y dos parroquias rurales que son San Sebastián, y Barraganete. Limita al norte con Chone, y El

Carmen (por el sector de La Manga del Cura), al sur y al este con la provincia del Guayas, y al oeste con los cantones de Bolívar, Santa Ana, y Portoviejo.

Pichincha tiene 30.244 habitantes de acuerdo al último censo de población y vivienda realizado en el 2010, el crecimiento poblacional entre el año 2001 y 2010 ha sido del 0.98%. El aporte poblacional del cantón en la provincia es de 2.20% se ubica en el décimo cuarto puesto entre los 22 cantones manabitas por el número de habitantes.

En el cantón pichincha existen 1320 UPAs que cultivan cacao en una superficie de 10.676 hectáreas

### 3.2. Condiciones meteorológicas

El sitio experimental presentó las siguientes condiciones meteorológicas, que se detallan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Condiciones Meteorológicas de la zona de investigación en, incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.

Parámetros	Promedios
Altura msnm	96
Temperatura °C	21.69
Humedad relativa %	86.54
Nubosidad octas	6,57
Precipitación anual mm	793.13
Topografía	Irregular
Zona ecológica	S-t

Fuente: estación meteorológica rumipamba



### 3.3. Materiales y equipos

En la investigación se utilizó los materiales que a continuación se detallan:

**Cuadro 2.** Descripción de materiales y equipos que se utilizaron en incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.

<b>Materiales de campo</b>	<b>Cantidad</b>
Bisturí	60
Papel aluminio ( Rollo)	2
Pinzas (Juego)	2
Lupa 3X	2
Balanza de precisión	1
Cámara fotográfica	1
<b>Materiales de campo</b>	<b>Cantidad</b>
Flexómetro	1
Carpetas	4
Marcadores	2
Encuestas	50
Hojas de registro	50
Fundas plásticas	10
Recipientes plásticos	4
Fundas de papel	10
Etiquetas	10
Pie de Rey	1
Navaja de injertar	1
Serrucho de podar	1
Tijera de podar	1
Guantes	12
<b>Materiales de Escritorio</b>	<b>Cantidad</b>
Resma de hojas	4
Esferográficos	2
Lápices	2
Borrador	1
Computador	1
Impresora	1

### **3.4. Métodos**

Para alcanzar los objetivos planteados en la investigación se empleó el método científico de observación y muestra, inductivo, deductivo cualitativo y cuantitativo.

#### **3.4.1. Método científico**

Por ser una investigación de carácter científico, se analizó diferentes variables aplicando los conocimientos teóricos y prácticos del investigador.

#### **3.4.2. Método inductivo**

Con la aplicación de este método se realizó un estudio general del proceso productivo del cultivo de cacao, la información obtenida por medio de la observación y los análisis emitidos por los laboratorios sirvieron para elaborar, discutir, concluir y recomendar al final del proceso investigativo.

#### **3.4.3. Método deductivo**

Con este método se utilizó el razonamiento para elaborar las conclusiones que parten de hechos aceptados como válidos para llegar a las recomendaciones, cuya aplicación puede ser de carácter general.

## **3.5. Tipos de investigación**

### **3.5.1. De campo**

Esta investigación permitió extraer los datos del lugar de los hechos mediante técnicas de recolección de datos, los mismos que fueron analizados cualitativa y cuantitativamente en el laboratorio.

### **3.5.2. Bibliográfica**

Sirvió punto de partida para la realización del proceso investigativo, permitiendo analizar, evaluar y buscar fuentes de consulta primaria y secundaria en libros, revistas, informes, internet, entre otros. A través de la lectura científica se elaboró el marco teórico y la discusión.

## **3.6. Fuentes**

Se consideraron adecuadas para esta investigación tres repeticiones.

### **3.6.1. Primaria**

La recolección primaria de datos se realizó a través de la observación directa al cultivo en sus diferentes variables y mediante encuestas aplicadas a los productores de cacao.

### **3.6.2. Secundaria**

Se utilizó la recopilación y revisión de informaciones de textos, revistas, folletos, tesis, e internet que sustentan el trabajo de investigación.

### 3.7. Técnicas e Instrumentos de Investigación

Para recolectar y analizar la información requerida en la presente investigación se empleó las siguientes técnicas

#### 3.7.1. Observación Directa

Corresponde a la información que se obtuvo de las visitas y evaluaciones a los lotes de producción de cacao ubicados en la zona de estudio

#### 3.7.2. Toma de muestras y análisis de laboratorio

Se utilizó una hoja de identificación de campo para llevar el registro de las muestras tomadas de partes de la planta que presentó los signos de la enfermedad, las mismas fueron enviadas al laboratorio para el respectivo análisis, también se tomaron datos de las condiciones del cultivo.

### 3.8. Población y muestra

#### 3.8.1. Población

La población que se consideró en la presente investigación se detalla en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3.** Población de cultivadores de cacao por sectores de estudio en incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.

Sectores	N° De productores
San Sebastián	10
Barraganete	10
<b>Total</b>	<b>20</b>

### **3.8.2. Muestra**

Debido a la complejidad del trabajo, se trabajó tomando 10 lotes en producción de cacao en cada una de las localidades.

### **3.7.2 Aplicación de encuesta**

Se encuestaron a 20 cultivadores de cacao ubicados en las zonas en estudio.

## **3.9. Procedimiento Metodológico**

### **3.9.1. Identificación de las zonas**

Para desarrollar el presente estudio en el Cantón Pichincha, se identificaron las localidades de San Sebastián y Barraganete. En cada zona se identificaron 10 lotes de producción de cacao motivo de esta investigación.

### **3.9.2. Identificación de plantas con síntomas**

Una vez seleccionadas las plantas se procedió a la identificación de los síntomas y signos de las enfermedades, las muestras se tomaron de árboles con síntomas para la identificación del agente causal se utilizó el Postulado de Koch.

### **3.9.3. Toma de muestras para laboratorio**

Para identificar el o los agentes causales se tomaron muestras de árboles que presentaron los síntomas y signos característicos de la enfermedad en estudio y se envió al laboratorio de fitopatología para su aislamiento e identificación.

### **3.10. Registro de datos y variables dependientes en estudio.**

Para identificar el o los agentes causales se tomaron muestras de árboles que presentaron los síntomas y signos característicos de la enfermedad en estudio y se envió al laboratorio de fitopatología para su aislamiento e identificación.

### **3.10.1. Determinación de la incidencia de enfermedades en los árboles de cacao**

Se tomaron los datos de las plantas que presentaron este problema, para esto se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de incidencia (PI.)} = \frac{\text{Plantas con síntomas}}{\text{Número de plantas observadas}} \times 100$$

Para determinar la presencia o no de síntomas del ataque enfermedades fungosas se utilizó una escala arbitraria en donde:

- 1 = Inicialmente del 5% de la planta afectada.
- 2 = Medio entre el 15 % al 20% de la planta afectada.
- 3 = Terminal más del 20% de la planta afectada.

### **3.10.2. Determinación de la incidencia de enfermedades fungosas en las zonas en estudio**

De igual manera se estableció la incidencia de la enfermedad en las zonas en estudio mediante la comparación de los cultivos que presentaron o no la enfermedad, se expresará en porcentaje.

Se tomaron datos de los cultivos que presentaban o no este problema, y utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de incidencia (PI.)} = \frac{\text{Cultivos con síntomas}}{\text{Número de cultivos}} \times 100$$

---

Número de cultivos  
observados

Para determinar la presencia o no de síntomas del ataque enfermedades fungosas se utilizó una escala arbitrara en donde:

1 = Inicialcultivo afectado menos del 5%.

2 = Mediocultivo afectado entre el 15 % al 20%.

3 = Terminalcultivo afectado más del 20%.

### **3.10.3. Altura de planta**

En cinco plantas sanas y cinco con síntomas, tomadas al azar de cada lote de producción se tomó la altura de planta con un flexómetro desde la base del tallo, se reportó en cm.

### **3.10.4. El número de frutos cuajados**

En cinco plantas sanas y cinco con síntomas tomadas al azar de cada lote de producción, se contó la cantidad de frutos cuajados, se expresó en número de frutos por planta.

### **3.10.5. Rendimiento**

Considerando los frutos en edad de cosecha se procedió a contabilizar los frutos de 10 plantas tomadas al azar en la huerta separando 5 plantas con el problema y 5 plantas sanas.

### **3.10.6. Diámetro de la mazorca**

Luego de la cosecha se tomó el diámetro de 20 mazorcas tomadas al azar, de los árboles con la presencia de enfermedades fungosas y árboles sanos, para esto utilizaremos el calibrador pie de rey y se expresó en cm.

#### **3.10.7. Diámetro del tallo**

En cinco plantas sanas y cinco con síntomas tomadas al azar de cada lote de producción, se medirá el diámetro del tallo de los árboles con la presencia de la coloración morada y árboles sanos.

#### **3.10.8. Número de ramas**

En cinco plantas que presentaron síntomas enfermedades fungosas, se contó el número de ramas sanas y enfermas y, se tomó una muestra para sus respectivos análisis.

#### **3.10.9. Número de Flores**

Se contó el número de flores en 5 plantas que presentaron síntomas de enfermedades fungosas y 5 plantas sanas.

#### **3.10.10 Número de frutos**

Se contó el número de frutos sanos y enfermos en cada planta de las 10 tomadas al azar en cada cultivo, se expresó en número de frutos por planta y, se tomó una muestra para sus respectivos análisis.

#### **3.10.11. Costos de producción**

Los costos de producción por hectárea del cultivo se determinaron, mediante la aplicación de las encuestas y se reportaron en dólares por hectárea de cultivo.

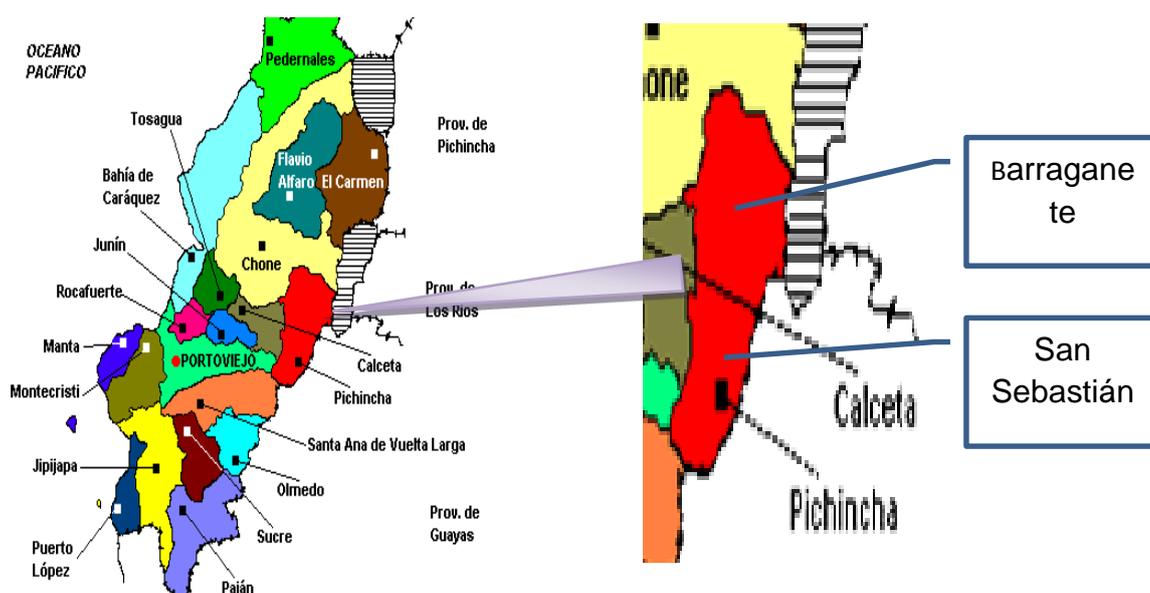
**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Utilizando la información secundaria y con la información primaria obtenida a través de la investigación en campo luego de su tabulación y análisis se tienen los siguientes resultados.

### 4.2 Identificación de las zonas

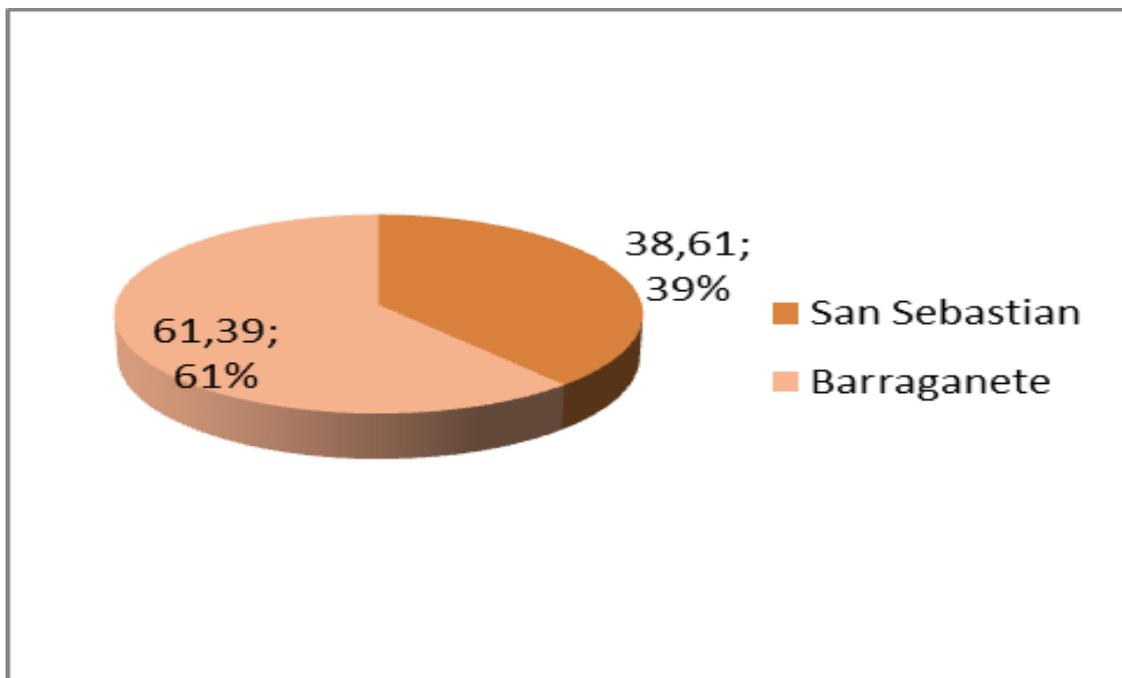
Para desarrollar el presente estudio en el Cantón Pichincha, se identificaron las localidades de San Sebastián y Barraganete, lugares que se dedican al cultivo de cacao Trinitario. En cada zona se identificaron 10 lotes de producción motivo de esta investigación.



### 4.3 Superficie cultivada con cacao en el cantón Pichincha

En el cantón Pichincha, la superficie dedicada al cultivo de cacao Trinitarioes de  $10.676 \text{ ha}^{-1}$ , como se aprecia en el Gráfico 1, de las cuales el 39% se cultiva en San Sebastián y el 61% en Barraganete, distribuido en 1320 Unidades productivas agrícolas; por su parte la superficie de la (UPA) que los agricultores

dedican al cultivo de cacao trinitario es de 3,9 ha en San Sebastián y 5,05 en Barraganete como se aprecia en el cuadro 4.



Fuente: El autor 2011

**Gráfico 1.** Superficie cultivada de cacao Trinitario en, incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa*, y *Moniliophthora roreri*, en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario, en el cantón Pichincha.

#### 4.4 Incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa*, y *Moniliophthora roreri*, en las fincas del cantón Pichincha.

Se estableció la incidencia de la enfermedad en las zonas en estudio mediante la comparación de los cultivos que presentan o no la enfermedad, se expresa en porcentaje.

De acuerdo a los resultados de la encuesta realizada, los productores de cacao Trinitario manifiestan que sus cultivos en términos generales están afectados por: *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa*, y *Moniliophthora roreri*.

**Cuadro 4.** Incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa*, y *Moniliophthora roreri*, en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario, en fincas del cantón Pichincha.

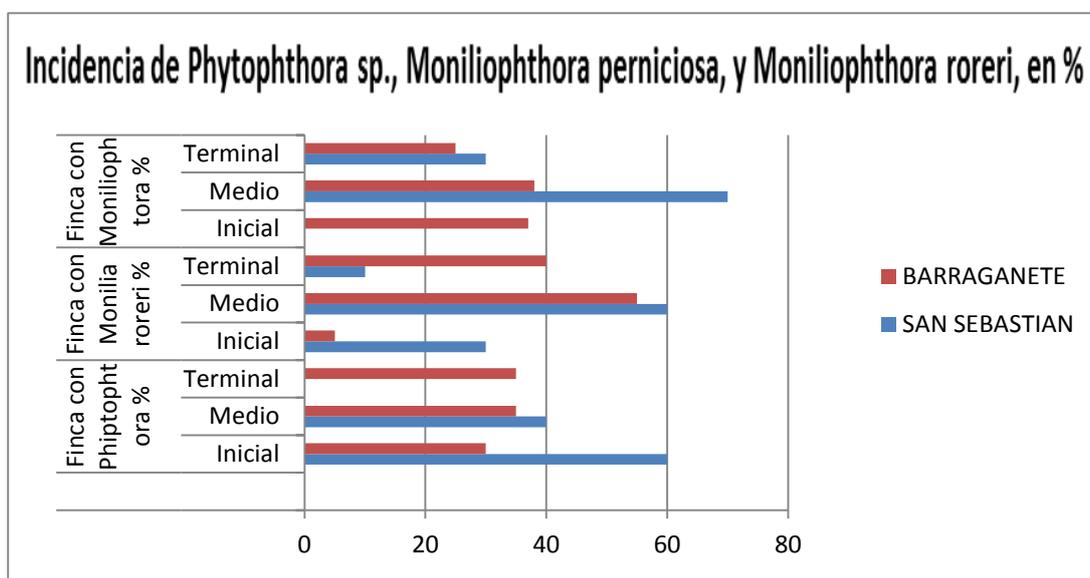
Localidad		San Sebastián	Barraganete
		Promedios	
Hectáreas cultivadas por agricultor		3,90	5,05
Finca con <i>Phytophthora</i> %	Inicial	60,00	30,00
	Medio	40,00	35,00
	Terminal	-	35,00
Finca con <i>Monilia roreri</i> %	Inicial	30,00	5,00
	Medio	60,00	55,00
	Terminal	10,00	40,00
Finca con <i>Moniliophthora</i> %	Inicial	-	37,00
	Medio	70,00	38,00
	Terminal	30,00	25,00

Fuente: El autor 2013

En el cuadro 4, se aprecia que los síntomas del ataque *Phytophthora* sp. En las fincas parroquia San Sebastián se encuentra en los niveles inicial con 60% de fincas afectadas y medio con 40% de fincas afectadas; en Barraganete se tiene

que el ataque de *Phytophthora* sp se presenta con 30,00% de fincas en nivel inicial, 35,00% de fincas en nivel de ataque medio y 35,00% de fincas con ataque terminal.

En el cuadro 4, se aprecia que los síntomas del ataque *Moniliophthora* perniciosa. En las fincas parroquia San Sebastián se encuentra en los niveles medio con 70% de fincas afectadas y terminal con 30% de fincas afectadas; en Barraganete se tiene que el ataque de *Moniliophthora* perniciosa se presenta con 37,00% de fincas en nivel inicial, 38,00% de fincas en nivel de ataque medio y 25,00% de fincas con ataque terminal



Fuente: El autor 2013

**Gráfico 2.** Incidencia de enfermedades fúngicas de cacao Trinitario en, incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora* perniciosa, y *Moniliophthora* roreri, en fincas del cantón Pichincha.

En el gráfico 2, se aprecia que los síntomas del ataque *Moniliophthora* roreri, en las fincas parroquia San Sebastián se encuentra en los niveles inicial con 30% de fincas afectadas, medio con 60% de fincas afectadas y terminal con 10% de fincas afectadas; en Barraganete se tiene que el ataque de *Moniliophthora* roreri se presenta con 5,00% de fincas en nivel inicial, 55,00% de fincas en nivel de ataque medio y 40,00% de fincas con ataque terminal

#### 4.5 Incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa*, y *Moniliophthora roreri*, por planta.

En el cuadro 5, se aprecia que los síntomas del ataque *Phytophthora* sp., en las plantas de cacao trinitario en la parroquia San Sebastián se encuentra en los niveles inicial con 34% de plantas afectadas, medio con 42% de plantas afectadas y terminal con 24% de plantas afectadas por este hongo; en Barraganete se tiene que el ataque de *Phytophthora* sp se presenta con 37,00% de fincas en nivel inicial, 38,00% de fincas en nivel de ataque medio y 25,00% de fincas con ataque terminal.

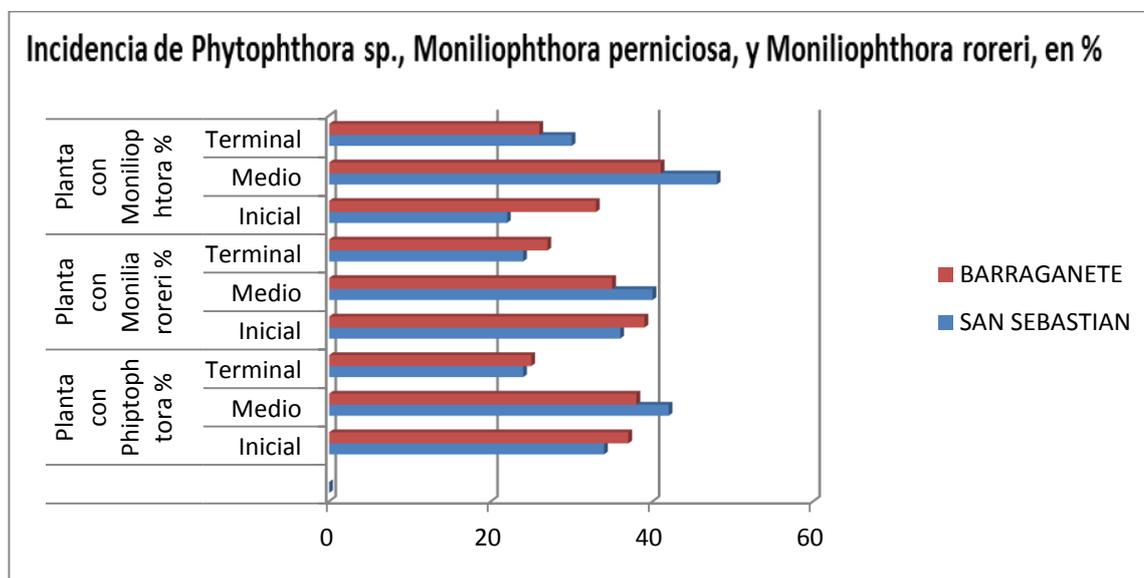
**Cuadro 5.** Porcentaje de incidencia enfermedades en, incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.

Localidad		San Sebastián	Barraganete
		Promedios	
Número de plantas/ha		382	411
Finca con <i>Phytophthora</i> %	Inicial	34	37
	Medio	42	38
	Terminal	24	25
Finca con <i>Monilia roreri</i> %	Inicial	36	39
	Medio	40	35
	Terminal	24	27
Finca con <i>Moniliophthora</i> %	Inicial	22	33
	Medio	48	41
	Terminal	30	26

Fuente: El autor 2013

En el cuadro 5, se aprecia que los síntomas del ataque *Moniliophthora perniciosa*, en las plantas de cacao trinitario de la parroquia San Sebastián se encuentra en los niveles inicial con 22%, medio con 48% de plantas afectadas y terminal con 30% de plantas afectadas; en Barraganete se tiene que el ataque de *Moniliophthora perniciosa* se presenta con 33,00% de plantas afectadas en

nivel inicial, 41,00% de plantas en nivel de ataque medio y 26,00% de plantas con ataque terminal.



Fuente: El autor 2013

**Gráfico 3.** Incidencia de enfermedades fungosas de cacao Trinitario en, incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa*, y *Moniliophthora roreri*, en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario, en el cantón Pichincha.

En el gráfico 3, se aprecia que los síntomas del ataque *Moniliophthora roreri*, en las plantas de cacao en la parroquia San Sebastián se encuentra en los niveles inicial con 36% de plantas afectadas, medio con 40% de plantas afectadas y terminal con 24% de plantas afectadas; en Barraganete se tiene que el ataque de *Moniliophthora roreri* se presenta con 39,00% de plantas afectadas en nivel inicial, 35,00% de plantas en nivel de ataque medio y 37,00% de fincas con ataque terminal.

#### 4.6 Resultados del aislamiento del patógeno

El aislamiento del patógeno se realizó en el laboratorio de microbiología de la Universidad Técnica Estatal Quevedo.

La prueba de patogenicidad para el microorganismo aislado reveló un resultado positivo.

Del muestreo realizado en las mazorcas de cacao del cantón Pichincha seleccionadas para su análisis microbiológico e identificación del agente causal, se aislaron en el laboratorio los fitopatógenos, principalmente, (*Moniliophthora roreri* y *Crinipellis pernicioso*).

#### 4.7 Altura de planta, perímetro del tallo y número de ramas

Los resultados encontrados sobre las variables altura de planta, diámetro del tallo y número de ramas principales se reportan en el cuadro 6, en donde se puede apreciar que en San Sebastián, las plantas sanas tienen mayor altura que las plantas enfermas y sucede lo contrario en Barraganete donde las plantas sanas tienen ligeramente menor altura, la altura de las plantas oscila entre los 5 y 6 metros, las plantas con mayor altura se encuentra en la parroquia Barraganete

**Cuadro 6.** Altura de planta, perímetro del tallo y número de ramas en, incidencia de *Phytophthora* sp, *Moniliophthora pernicioso* y *Moniliophthora roreri* en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.

Localidad		San Sebastián	Barraganete
		Promedios	
Altura de planta	plantas sanas	5,24	5,79
	plantas enfermas	4,98	6,00
Perímetro de tallo	plantas sanas	46,45	48,76
	plantas enfermas	43,44	45,06
Numero de ramas principales	plantas sanas	6,58	6,09
	plantas enfermas	4,88	4,72

Fuente: El autor 2013

En cuanto al perímetro del tallo, se puede apreciar en el cuadro 6, que las plantas sanas tienen un mayor perímetro que las enfermas; este comportamiento es similar para las dos localidades.

El perímetro del tallo de las plantas oscila entre los 43,34 y 48,76 centímetros, las plantas con mayor perímetro de tallo se encuentran en la parroquia Barraganete.

En el cuadro 6, se puede apreciar que en San Sebastián y Barraganete, las plantas sanas tienen mayor número de ramas principales que las plantas enfermas, la altura de las plantas oscila entre los 4,72 y 6,58 ramas, promedio por planta, las plantas con mayor número de ramas principales se encuentran en la parroquia San Sebastián, esto posiblemente se deba a que las plantas en San Sebastián tienen en promedio 28,27 años de establecidas y en Barraganete las plantas tienen 22,7 años de establecidas.

#### 4.8 Número de flores, número de frutos cuajados, número de frutos cosechados y diámetro la mazorca

**Cuadro 7.** Número de flores, número de frutos cuajados, número de frutos cosechados y diámetro la mazorca en, incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.

Localidad		San	Barraganete
		Sebastián	Promedios
Numero de flores	plantas sanas	105,28	52,36
	plantas enfermas	26,98	16,86
Numero de frutos cuajados	plantas sanas	36,8	33,76
	plantas enfermas	10,68	9,22
Numero de frutos cosechados	plantas sanas	19,36	18,3
	plantas enfermas	5,58	4,6
Diámetro de la mazorca	plantas sanas	8,41	8,22
	plantas enfermas	6,87	7,14

Fuente: El autor 2013

#### 4.9. Número de frutos (Rendimiento por cosecha)

Se contó el número de frutos sanos y afectados (enfermos) en cada planta de las 20 tomadas al azar en cada cultivo, se expresa en número de frutos por planta.

De la información obtenida en campo que se reporta en el cuadro 7, claramente se observa diferencias de la cantidad frutos entre las plantas sanas y las plantas enfermas así, el número de frutos por planta enferma es menor que en las plantas sanas en las dos localidades.

Del análisis del número de frutos por planta con y sin afección de la enfermedad se tiene que la planta sana produce 18,83 frutos comerciales y la enferma 5,09 frutos comerciales en consecuencia se presenta una pérdida del 74,60% en las plantas afectadas del virus en la localidad de Barraganete en tanto que en San Sebastián se produce una pérdida de 71.09% de la cosecha.

**Cuadro 8.** Rendimiento por cosecha en, incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.

Localidad		San Sebastián	Barraganete
		Promedios	
Plantas por hectárea		381,00	402,00
Edad de la huerta en años		28,27	22,70
		Promedios en baba	
Rendimiento en kilos por planta en esa cosecha	Plantas sanas	0,864	0,724
	Plantas enfermas	0,21	0,154
	Plantas sanas	329,18	291,05
Rendimiento en kilos por hectárea	Plantas enfermas	80,01	61,91

En el cuadro 8, se observa que las plantas sanas concordantemente con el número de mazorcas cosechadas, tienen un mayor rendimiento de cacao por cosecha, es así que en San Sebastián la diferencia o pérdida de grano es de 24% mientras que en Barraganete la pérdida de grano de cacao en baba es de 21,27%. Estos resultados se tienen en función de varios factores como el número de plantas por hectárea que es mayor en Barraganete, edad del cultivo que es menor en Barraganete, lo que induce a que en la Parroquia Barraganete sea menor que en San Sebastián las pérdidas de grano de cacao en baba.

Los resultados reportados concuerdan con el autor que dice: En general se consideran factores importantes que influyen en el rendimiento: la imperfecta distribución de las lluvias, escasez de horas luz, la presencia de enfermedades como la monilia y escoba de bruja, edad avanzada de los árboles, pérdida de

fertilidad del suelo, falta de zonificación del cultivo, problemas de comercialización interna y la escasa respuesta técnica a estos problemas suscitados. **Rosero, (2002)**

También concuerdan con **Cedeño, et- al. (2011)**. La moniliasis *Moniliophthora roreri* es la enfermedad que causa las mayores pérdidas en el cacao, por tanto pérdidas monetarias que han causado el abandono del cultivo emblema de los ecuatorianos.

Con los resultados encontrados en esta investigación se caepta la hipotesios que: La presencia de *Phytophthora sp.*, *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri*, provoca pérdidas superiores al 15% en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario en el cantón Pichincha.

#### **4.10. Costos de producción**

Los costos de producción por hectárea del cultivo se determinaron, mediante la aplicación de las encuestas y se establecieron en dólares por hectárea de cultivo.

Así, se aprecia en el cuadro 9, que la cantidad de plantas cultivadas por hectárea es de 381 en San Sebastián y 402 en Barraganete, lo que permite inferir que son pequeños productores los que se dedican al cultivo cacao Trinitario; para el cálculo de los costos de producción se calculó el precio de la planta de acuerdo a la vida útil de la misma; entonces el costo de producción para una cosecha de una hectárea cacao Trinitario es de \$ 436,20 para la localidad de Barraganete y de \$ 434,10 para la localidad de San Sebastián.

**Cuadro 9.** Costos de producción de una hectárea cacao Trinitario en, incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.

<b>Costos de producción por hectárea</b>				
Parroquia San Sebastián				
Concepto	Unidad	Cantidad	Costo en USD	
			Costo unitario	Costo total
Terreno	ha	1	300	300
Arriendo				
Planta	Planta adulta	381	0,1	38,1
Mantenimiento				
Deshierba	jornales	8	8	64
Cosecha	jornales	4	8	32
Total USD				434,1
<b>Costos de producción por hectárea</b>				
Parroquia Barraganete				
Concepto	Unidad	Cantidad	Costo en USD	
			Unitario	Total
Terreno	ha	1	300	300
Arriendo				
Planta	Planta adulta	402	0,1	40,2
Mantenimiento				
Deshierba	jornales	8	8	64
Cosecha	jornales	4	8	32
Total USD				436,2

Fuente: El autor 2013

## 4.11. Análisis económico de la producción

### 4.13.1 Utilidad y relación beneficio/costo

Los resultados económicos que se presentan a continuación, se tienen cuando el precio del kilo cacao Trinitario está a 0,91 USD.

**Cuadro 10.** Análisis económico por hectárea cacao Trinitario en, incidencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario en el cantón Pichincha. 2013.

Parámetros	Unidad	Localidad	
		San Sebastián	Barraganete
Costo de producción	\$/ha	434,10	436,20
Rendimiento	kilos/ha	409,19	352,96
Precio de venta	\$/kilo	0,91	0,91
Ingresos brutos	Dólares	372,37	321,19
Utilidad	Dólares	(61,73)	(115,01)
Relación beneficio/ costo		0,86	0,74

Fuente: El autor 2013

Los resultados reportados en San Sebastián y Barraganete son inferiores a los que reporta el autor que dice: El rendimiento en Ecuador de cacao es de 440 kg/ha aunque según la FAO, este promedio incluye al cacao nacional como al CCN51. **FAO, (2010).**

El análisis económico de las localidades estudiadas que se reporta en el cuadro 10, permite observar que en las dos localidades la rentabilidad del cultivo de cacao es negativa, y, en la parroquia barraganete la pérdida es mayor en donde el cultivador de cacao pierde 115,01 dólares en la cosecha de invierno que es la de mayor productividad de cacao, en la relación beneficio/costo se tiene en Barraganete donde se cultiva el cacao Trinitario con mayor número de plantas por hectárea, apenas se recupera 0.75 centavos de dólar por cada dólar invertido.

En consecuencia en las dos localidades existe una rentabilidad negativa para el cultivo y venta de cacao. Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis

de que: La presencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri*, provoca pérdidas superiores al 15% en el fruto de cacao (*Theobroma cacao*) variedad Trinitario en el cantón Pichincha.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas de diagnóstico y de la información tomada en los cultivos cacao Trinitario en las localidades de Barraganete y San Sebastián se puede concluir que:

En promedio por agricultor se cultivan áreas de 5,05 ha Barraganete y 3,9 ha en San Sebastián, lo que permite inferir que son pequeños productores los que se dedican al cultivo cacao Trinitario, en donde se tiene utiliza 24,88 y 26,25 m<sup>2</sup>/planta<sup>-1</sup> respectivamente.

Los cultivos cacao Trinitario en Barraganete y San Sebastián en términos generales están afectados por: *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri*

En términos generales, el grado de afección del cultivo de Cacao Trinitario en Barraganete y en la localidad de San Sebastián es medio, en ambos casos el número de plantas enfermas supera el umbral económico.

Detectándose en las plantas de cacao Trinitario, la presencia de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri* los mismos que siempre se presentan como oportunistas ante la excesiva sombra y avanzada edad de los cultivos de cacao.

En Barraganete la incidencia detectándose un complejo de *Phytophthora* sp., *Moniliophthora perniciosa* y *Moniliophthora roreri*, más otros agentes causales provocan la pérdida del 74,60% de los frutos en la localidad de Barraganete y en la localidad de San Sebastián las pérdidas de frutos es del orden del 71.09%.

En las localidades de Barraganete y San Sebastián la rentabilidad del cultivo de cacao bajo las condiciones que realizan los productores es negativa.

## 5.2. Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones presentadas en este trabajo se demuestra que en las localidades de Barraganete y San Sebastián del cantón Pichincha, a pesar de tener pérdidas grandes por la cantidad de frutos dañados en las plantas afectadas por el complejo fungoso; por ser un cultivo perenne, de importancia económica para el productor y para el país, se recomienda:

### **Control cultural y de campo**

Una vez infectada la mazorca con los agentes patógenos fungosos no hay control para la enfermedad, por lo que hay que prevenir eliminando, las ramas, hojas, mazorcas infectadas por hongos, controlando insectos vectores, permitiendo el mayor ingreso de luz a la huerta, limpieza de las herramientas de corte después de podar, eligiendo variedades resistentes

Se recomienda Utilizar variedades y patrones resistentes al patógeno y controlar la humedad del campo.

### **Control Químico**

El control de la enfermedad con la aplicación de fungicidas es una práctica poco efectiva y, sobre todo, poco económica. Sólo se recomienda en las plantaciones con alta productividad, mayor de 800 kilogramos de cacao seco al año y como complemento al control cultural.

### **Control Biológico**

Emplear estas cepas (*Moniliophthora roreri* y *Crinipellis perniciososa*) para hacer evoluciones con *Trichoderma* spp., para evaluar su comportamiento antagónico mediante experimentación.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Literatura Citada

- AIME M, PHILLIPS-MORA W. 2005.** The causal agents of witches broom and frosty pod rot of Cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycología* 97:1012-1022.
- ARANZAZU F. 1987.** Comportamiento de los frutos de cacao afectados por monilia dejados sobre el suelo. 10ª Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. Santo Domingo, República Dominicana. 457-460.
- ARGÜELLO O. 2000.** Manejo Integrado de la moniliasis del cacao en Santander. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Impresores Colombianos. 74-84.
- ARÍOS. (1985).** Fitopatología. Profesor del Departamento de Fitopatología de la **ASOCIACIÓN NACIONAL DE EXPORTADORES DE CACAO (ANECACAO)**. 2010. Estadísticas 2010. Guayaquil. Ecuador.
- ATTARD A, GOURGUES M, GALIANA E, PANABIÈRES F, PONCHET M, KELLER H. 2008.** Strategies of attack and defense in plant-oomycete interactions, accentuated for *Phytophthora parasitica* Dastur (syn.*P. nicotianae* Breda da Haan). *Journal of Plant Physiology* 165:83-94.
- BARTLEY B. 2001.** The origin and compatibility relationship of the Scavina variety of *Theobroma cacao* L. *Ingenic Newsletter* 6:23-24.
- BASTOS C. 1994.** Capacidade de *Crinipellis pernicioso* producir basidiósporos viáveis em vassouras com três anos de idade e de infectar tecidos do cacauero com gemas dormentes. *Fitopatologia Brasileira* 19:585-587.

- BERRY D, CILAS C. 1994.** Etude génétique de la réaction à la pourriture brune des cabosses de cacaoyers issus d'un plan de croisement diallèle. *Agronomie* 14:599-609.
- BRASIER C, HANSEN E. 1992.** Evolutionary biology of *Phytophthora* aart II: phylogeny, speciation, and population structure. *Annual Review of Phytopathology*. 30:173-200.
- CÁRDENAS C, GILRALDO J. 1986.** Evaluación de la respuesta de algunos cultivares de cacao (*Theobroma cacao*) a *Moniliophthora roreri* mediante dos métodos de inoculación en frutos y en semilla en estado radicular (tesis de grado) Ingeniería Agronómica, Universidad de Caldas. Manizales, 107 p.
- CUHN R. 2006.** Estrutura genética de populações de *Crinipellis perniciosa* e *Moniliophthora roreri* utilizando marcadores RAPD e SSR (tesis de doutorado) Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Brasil. 117 p.
- DENNIS J, KONAM J. 1994.** *Phytophthora palmivora*: Cultural control methods and their relationship to disease epidemiology on cocoa in PNG. Proceedings of the 13th International Cocoa Research Conference, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 18- 24 July. Cocoa Producers Alliance, London, pp. 953-957.
- DO RIO C, DE OLIVEIRA B, TOMAZELLA D, FRACASSI J, PEREIRA G. 2008.** Production of calcium oxalate crystals by the basidiomycete *Moniliophthora perniciosa*, the causal agent of Witches' broom disease of Cacao. *Current Microbiology* 56:363- 370.
- EFOMBAGN M, MARELLI J, DUCAMP M, CILAS C, NYASSÉ S, VEFONFE D. 2004.** Effect of fruiting traits in the field resistance of cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones to *Phytophthora megakarya*. *Journal of Phytopathology* 152:557-562

- EVANS H, BASTOS C. 1980.** Basidiospore germination as a means of assessing resistance to *Crinipellis pernicioso* (Witches broom disease) in cocoa cultivars. *Transactions of the British Mycological Society* 74:525-536.
- EVANS H. 1980.** Pleomorphism in *Crinipellis pernicioso*, causal agent of witches broom disease of Cacao. *Transactions of the British Mycological Society* 74:515-523.
- EVANS H. 1981.** Pod rot of Cacao caused by *Moniliophthora (Monilia) roleri*. *Phytopathological Papers* N° 24. Kew, England. Commonwealth Mycological Institute 44 p.
- EVANS H. 2007.** Cacao diseases – The trilogy revisited. *Phytopathology* 97:1640-1643.
- FLOOD J, MURPHY R. 2004.** Cocoa futures: A source book of some important issues facing the cocoa industry. The commodities Press. 163 p
- GRIFFITH G, NICHOLSON J, NENNINGER A, BIRCH R. 2003.** Witches' brooms and frosty pods: two major pathogens of Cacao. *New Zealand Journal of Botany* 41:423-435.
- GRIFFITH J, SMILLIE R, NIERI J, GRANT B. 1992.** Target sites of fungicides to control oomycetes. In W. Koller (Eds.), *Target sites of fungicides*. CRC Press FL.
- GUEST, D. 2007.** Black pod: diverse pathogens with a global impact on cocoa yield. *Phytopathology* 97:1650-1653.
- HEBBAR P. 2007.** Cacao diseases: A global perspective from an industry point view. *Phytopathology* 97:1658-1663.

**HOLLIDAY P. 1998.** Crinipellis pernicioso. CMI Description of pathogenic fungi and bacteria N°223. Set N°23.

**HOLLIDAY P. 1957.** Spread of pod rot of Cacao, Monilia roleri, a dangerous pathogen. Commonwealth. Phytopathology News 3:12.

**INFORMATIVO AGROPECUARIO (INFOAGRO). 2010.** El cultivo del cacao 1ra Parte. Consultado el 15 de enero del 2013. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>.

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA), 2012.** Informe Anual 2013 del IICA se encuentra bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported. Disponible en formato PDF en [www.iica.int](http://www.iica.int). ISBN 978-92-9248-379-1

**IWARO A, SCREENIVASAN T, UMAHARAN P. 1999.** Phytophthora resistance in Cacao (Theobroma cacao): Influence of pod morphological characteristics. Plant Pathology 46:557-565.

**JUDELSON H, BLANCO F. 2005.** The spores of Phytophthora: weapons of the plant destroyer. Nature Reviews Microbiology 3:47-58.

**KELLMAN M, ZENTMYER G. 1986.** Comparisons of single- oospore isolates of Phytophthora species from naturally infected cocoa pods in Brazil. Mycologia 78:351-358.

**LOPES M, MARTINS E. 2005.** Principais doenças do cacauero no Brasil. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC/SEFIT.

**MCCMAHON P, PURWANTARA A. 2004.** Major crops affected by Phytophthora. En André Drenth y David Guest. Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia. ACIAR Monograph 114.104-105 p.

- MEINHARDT L, RINCONES J, BAILEY B, AIME C, GRIFFITH G, ZHANG D, PEREIRA G. 2008.** Moniliophthora perniciosa, the causal agent of witches' broom disease of Cacao: what's new from this old foe? *Molecular Plant Pathology* 9:577-588.
- MEIRELLES S. 2002.** Epidemiologia da vassoura-debruxa (*Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer) em cacaueros enxertados em Uruçuca, Ba (tesis de Maestría) Universidad de São Paulo. 53 p.
- MERCHÁN V. 1981.** Avances de la investigación de la moniliasis del cacao en Colombia. *El Cacaotero Colombiano* 16:26-41.
- OMOKOLO N, NANKEU D, NIEMENAK N, DJOCGOUE P. 2002.** Analysis of amino acid and carbohydrates in the cortex of nine clones of *Theobroma cacao* L. in relation to their susceptibility to *Phytophthora megakarya* Bra. *And Grif. Crop Protection* 21:395-402
- PHILLIPS-MORA W, AIMES M, WILKINSON M. 2007.** Biodiversity and biogeography of the Cacao (*Theobroma cacao*) pathogen *Moniliophthora roreri* in tropical America. *Plant Pathology* 56:911-922.
- PHILLIPS-MORA W, WILKINSON M. 2007.** Frosty pod of Cacao: A disease with limited geographic range but limited potential for damage. *Phytopathology* 97:1644-1647.
- PHILLIPS-MORA W. 2007.** Origin, biogeography, genetic diversity and taxonomic affinities of the Cacao (*Theobroma cacao*) fungus *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans et al. as determined using molecular, phytopathological and morpho-physiological evidence. Ph.D. thesis. University of Reading, UK.

- POKOU N, GORAN J, KÉBE I, ESKES A, TAHI M, SANGARÉ A. 2008.** Levels of resistance to Phytophthora pod rot in cocoa accessions selected on-farm in Côte d'Ivoire. *Crop Protection* 27:302-309.
- PORRAS V. 1983.** Epifitología de la moniliasis (*Monilia rozeri* Cif. y Par.) del cacao y su relación con la producción del árbol en la zona de Matina. *El Cacaotero Colombiano* 25:28-29.
- PRAKOB W, JUDELSON H. 2007.** Gene expression during ooprogenesis in heterothallic and homothallic *Phytophthora*. *Fungal Genetics and Biology* 44:726-739.
- PURDY L, SCHMIDT R. 1996.** Status of Cacao witches' broom: biology, epidemiology and management. *Annual Review of Phytopathology* 34:573-594.
- RAM A, VALLE R, ARÉVALO E. 2004.** A monilia do cacauero. São Paulo, SP. Fundação Cargill. 36 p.
- ROCHA H, WHEELER B. 1985.** Factors influencing the production of basidiocarps and the deposition and germination of basidiospores of *Crinipellis perniciosa*, the causal agent of witches' broom disease on cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Plant Pathology* 34:319-328.
- ROSETO, J. 2002.** La Ventaja comparativa del cacao Ecuatoriano. (online). Consultado 18 dic. 2012. Disponible en: <http://www.bce.fin.ec/documentos/Publicaciones/Notas/Catalogo/Apuntes/ae20.pdf>.
- RUDGARD S, BUTLER D. 1987.** Witches' broom disease in Rondonia, Brazil: pod infection in relation to pod susceptibility, wetness, inoculum, and phytosanitation. *Plant Pathology* 36:515-522.

**STAMPS J. 1998.** Phytophthora palmivora. CMI Description, of pathogenic fungi and Bacteria N° 831. Set N° 84.

**TAHI G, KÉBE B, GORAN J, SANGARÉ A, MONDEIL F, CILASC, ESKEA A. 2006.** Expected selection efficiency for resistance to Cacao pod rot (Phytophthora palmivora) comparing leaf disc inoculations with field observations. Euphytica 149:35-44.

**URQUILLAS L. 2004.** Inducción de la germinación para mejorar la eficiencia de dos agentes antagónicos para el control de la monilia (Crinipellis roleri) del cacao (Theobroma cacao) (tesis de Maestría) Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 72 p.

**WALKER C, VAN WEST P. 2007.** Zoospore development in the oomycetes. Fungal Biology Reviews 21:10-18.



## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

## 7.1. Anexos

### Anexo 1. Encuesta

**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA      CARRERA AGROPECUARIA**

#### ENCUESTA A PRODUCTORES

**Localidad:** ..... **Fecha:** .....

**NOMBRE DEL PRODUTOR:** .....

1. ¿Cuántas hectáreas tiene Ud. sembradas de cacao?.....ha
2. ¿Cuál es el rendimiento por hectárea de cacao?.....Kg/ha
3. ¿Cuáles son las principales enfermedades que le afectan al cacao?  
1..... 2..... 3.....  
4..... 5..... 6.....
4. ¿Su cultivo de cacao está afectado por hongos? SI..... NO.....  
Cómo identifica a la enfermedad: .....
5. ¿Cómo controla los hongos en el cacao?  
Química ( ).....  
Orgánico ( ).....  
Otros ( ).....
6. ¿Cuál es el sistema de comercialización del cacao en la finca?  
.....
7. ¿Cuál es el precio del kilo de cacao en la finca?.....
8. ¿Cuál es el peso del saco de cacao para la venta? .....
8. ¿Qué sistema de cultivo utiliza?  
Tradicional .....  
Semitecnificado .....  
Tecnificado .....
9. ¿Cuánto cuesta cultivar una hectárea de cacao?  
Sistema:  
Tradicional .....USD  
Semitecnificado .....USD  
Tecnificado .....USD

## Anexo 2. Hoja de registro de datos de campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO											
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA - MODALIDAD SEMIPRESENCIAL - CARRERA AGROPECUARIA											
INCIDENCIA DE <i>Phytophthora</i> sp., <i>Moniliophthora perniciosa</i> , y <i>Moniliophthora roreri</i> , EN EL FRUTO DE CACAO ( <i>Theobroma cacao</i> ) VARIEDAD TRINITARIO, EN EL CANTON PICHINCHA.											
HOJA #			LOCALIDAD				FECHA				
PROPIETARIO					LOTE:		EDAD DE CULTIVO				
INCIDENCIA DE ENFERMEADES FUNGOSAS NUMERO	TOTAL PLANTAS					OBSERVACIONES :					
	PLANTAS CON PHIPTOPHTORA										
	PLANTAS CON MONILIA RORERI										
	PLANTAS CON MONILIOPTHORA										
						NUMERO DE COSECHAS REALIZADAS AL CULTIVO					
						TOTAL COSECHADO					
2.VIGOR DE PLANTA	PLANTAS SANAS					PLANTAS ENFERMAS					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
2.1 ALTURA DE PLANTA cm.											
2.2 DIAMETRO DE TALLO cm											
3. NUMERO DE FLORES	PLANTAS SANAS					PLANTAS ENFERMAS					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
4. NUMERO DE FRUTOS	PLANTAS SANAS					PLANTAS ENFERMAS					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
ENFERMOS											
SANOS											
TOTAL DE FRUTOS											
5. DIAMETRO DEL FRUTO EN EDAD DE COSECHA cm	PLANTAS SANAS					PLANTAS ENFERMAS					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
6. NUMERO DE RAMAS	PLANTAS SANAS					PLANTAS ENFERMAS					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
SANAS											
ENFERMAS											
TOTAL RAMAS											

### Anexo 3. Fotografías de la investigación

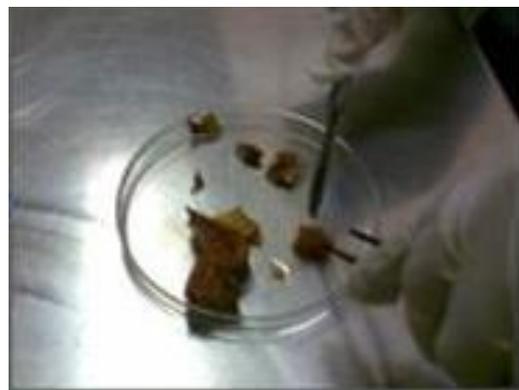
#### Muestras recolectadas



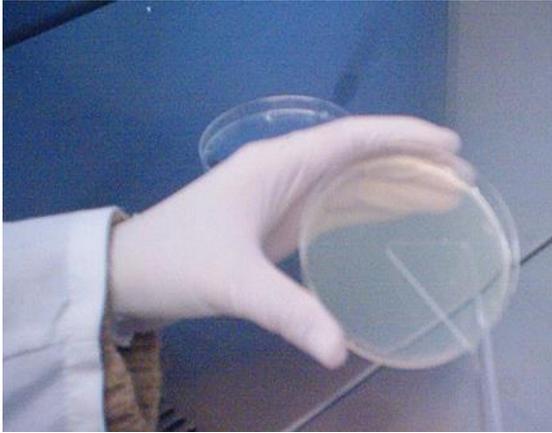
#### Preparación de las muestras



#### Desinfección de las muestras



#### Siembra de las muestras



**Colonia pura a los 15 y 25 días**



## Aislamiento de los hongos *Crinipellis perniciososa*

### Recolección de muestras



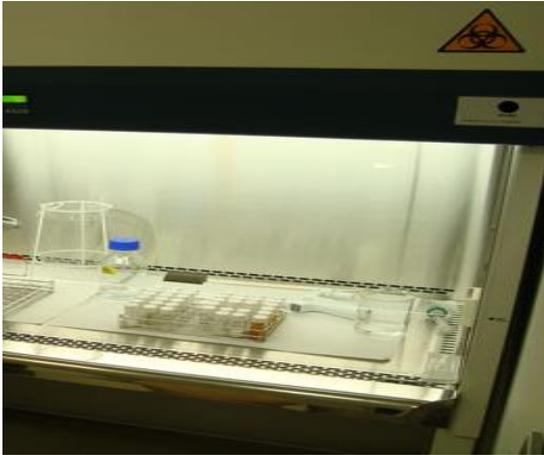
### Preparación de la muestras



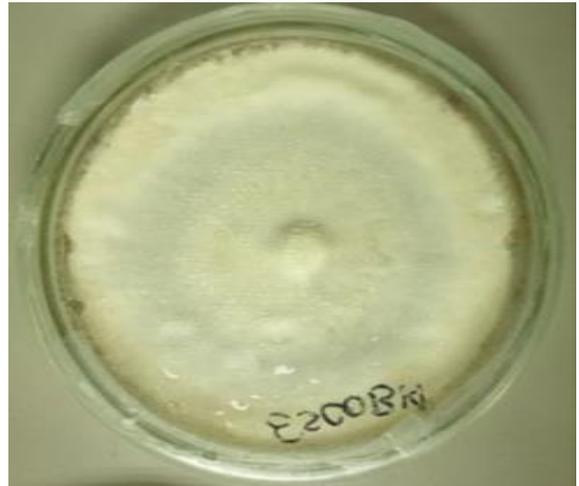
### Desinfección de la muestra



## Siembra de la muestras



## Colonia pura a los 15 y 25 días



#### **Anexo 4.** Protocolo para aislamiento de *Moniliophthora roreri*

El protocolo utilizado en este estudio fue el propuesto por Phillips-Mora (2006). Quien muestra gráficamente los pasos fundamentales para la obtención de aislamientos puros de *M. roreri*.

#### **Protocolo para la preparación del medio de cultivo PDA**

Las siglas PDA corresponden a los componentes del medio: papa, dextrosa y agar. Este medio se usa para aislar el patógeno.

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
– PDA deshidratado	39 gr/L
– Agua destilada	1 L
– Frascos erlenmeyer de 1000 mL	2
– Cajas petri	50

#### **Preparación**

– Se pesaron los ingredientes, y se colocan en un recipiente grande, que puede ser un vaso de precipitado, y se les agrega el agua; esta solución se envasa en dos frascos erlenmeyer (1000 mL en cada uno).

En un matraz Erlenmeyer se colocó 720 mL de agua destilada y agitando en el agitador magnético agregando 31.2 gr de medio de cultivo PDA, y 80 mL de mucilago de cacao para el fitopatógeno monilla (*Moniliophthora roreri*) y 80 mL de extracto de hojas tiernas de cacao para el fitopatógeno de escoba (*Crinipellis pernicioso*), hasta homogenizar bien la medio.

– Los frascos erlenmeyer con el medio de cultivo PDA se esterilizan en el autoclave. Esta máquina, con una presión de 20 libras y una temperatura de 121 °C, realiza el proceso total de esterilización en 40 minutos.

El medio esterilizado se deja enfriar hasta que pueda manipularse y se vierte luego en cajas petri, a razón de 20 mL por caja.

Nota: El hongo *Moniliophthora roreri* y *Crinipellis perniciosa* se desarrolla en el medio de cultivo PDA mediante un protocolo sencillo porque el tejido vegetal colonizado por el patógeno alberga pocos saprofitos (o está casi libre de ellos), y esto facilita el proceso de aislamiento.

### **Aislamiento de los fitopatógenos**

**(*Moniliophthora roreri* y *Crinipellis perniciosa*).**

#### **Etapas de laboratorio**

Para el aislamiento de los patógenos *C. perniciosa* (escoba de bruja) y *M. roreri* (monilla) se utilizó la siguiente técnica:

#### **Desinfección de las muestras**

Las muestras de mazorcas recolectadas en campo, se colocaron en fundas de papel kraft; luego fueron llevadas al laboratorio donde fueron fotografiadas, analizadas según sus síntomas y codificadas. Seguidamente se seccionaron (parte interna sana, parte interna enferma.) y colocaron en hipoclorito de sodio al 10% para su desinfección. Una vez transcurridos dos minutos, los fragmentos de tejidos se enjuagaron tres veces, sumergiéndolos en agua destilada estéril para eliminar los residuos de hipoclorito, procediendo al secado de las muestras antes de la siembra.

#### **Siembra de las muestras**

Las muestras ya desinfectadas se sembraron en cajas Petri que contenían medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) más mucilago de cacao; posteriormente se

colocaron en una incubadora a 27°C en oscuridad para el crecimiento de *Moniliophthora roreri*.

- Luego se cortó con un bisturí o escalpelo estéril, se extrajo porciones y se sembraron en el medio de cultivo PDA.
- En el caso de *M. roreri* se tomaron esporas directamente de las mazorcas infectadas y se colocaron en las cajas petri con PDA.
- La comprobación de la autenticidad de los patógenos se basó en la observación al microscopio y de sus características externas comparadas con el experimento realizado por Santander s.f., y Agrios (1995). Posteriormente las cepas de los fitopatógenos se colocaron en cajas petris con PDA y en agua destilada.

### **Conclusión**

Del muestreo realizado en el área de seleccionadas de cacao del cantón Pichincha, se aislaron en el laboratorio los fitopatógenos (*Moniliophthora roreri* y *Crinipellis perniciososa*).

### **Recomendación**

Emplear estas cepas (*Moniliophthora roreri* y *Crinipellis perniciososa*) para hacer evoluciones con *Trichoderma* spp., para evaluar su comportamiento antagónico mediante experimentación.