

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN A LA RESISTENCIA DE 17 CLONES DE CACAO  
(*Theobroma cacao*) BAJO INOCULACIÓN ARTIFICIAL DE LA  
MONILIA (*Moniliophthora roreri*), EN LA ZONA DEL ALTO BENI**

**Por:**

**Cancio Ariel Ramos Usnayo**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**Septiembre, 2016**

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN A LA RESISTENCIA DE 17 CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao*)  
BAJO INOCULACIÓN ARTIFICIAL DE LA MONILIA (*Moniliophthora roreri*), EN LA  
ZONA DEL ALTO BENI**

*Tesis de Grado presentado como requisito  
para optar el Título de Ingeniero en  
Ingeniería Agronómica*

**Cancio Ariel Ramos Usnayo**

**Asesor:**

Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez .....

**Tribunal Revisor:**

Ing. Windson July Martinez .....

Ing. Rogelio Maydana Apaza .....

Ing. Ciro Raúl Quiape Callocosi .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....



**DEDICATORIA:**

*A mis queridos Padres: Bernabé y Arminda, con mucho Amor quienes hicieron posible la culminación de mis estudios Universitarios.*

*A mis hermanos: Ever, Edgar y Florinda que en todo momento me brindaron su apoyo tanto moral como material.*

*A mis queridos sobrinos: Velkis, Lucero, Alvin y Jhon por el apoyo moral con mucho cariño.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Dios quien cada día me esfuerza y me infunde aliento; a mi familia y a todas las personas que colaboraron en la realización de este trabajo.

A mi padre por asesoramiento y permitirme realizar el presente trabajo de investigación en previos de su lote agrícola.

A la Universidad Pública de el Alto, que a través del Ing. Laoreano Coronel, Director de Carrera de Ingeniería Agronómica, ha contribuido en la realización del presente trabajo de investigación.

Ing. Ramiro Ochoa, por ser partícipe de este trabajo de investigación, como asesor, y su invaluable tiempo dedicado a la culminación, corrección del mismo y en la fase de procesamiento de datos en la parte estadística.

Ing. Windson July, Ing. Rogelio Maydana y Ing. Ciro Quiape, por su apoyo en la enseñanza en perfeccionar los protocolos para la realización del trabajo de investigación y en la corrección de la redacción técnica del trabajo.

Deseo expresar de todo corazón mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que me brindaron su colaboración, sus conocimientos, su ayuda incondicional y por sobre todo su amistad durante la realización de esta investigación. Este es el esfuerzo de un gran equipo de trabajo, a cada uno de ellos.

A mis amigos y compañeros de la Confederación Universitaria Boliviana, Johan Herbas, Ivan Puña y Ariel Checa; que me enseñaron la superación y el respeto cada persona busca mediante la educación y la perseverancia.

A los encargados de Fundación PIAF El Ceibo, quienes me brindaron su apoyo y confianza para realizar el trabajo.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la realización y culminación del desarrollo de esta tesis personal de apoyo, trabajadores, y pasantes del lugar.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	vii
ABREVIATURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x

## ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación .....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
1.5. Hipótesis.....	5
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. Cacao ( <i>Theobroma Cacao L.</i> ).....	6
2.1.1. Origen .....	6
2.1.2. Características Botánicas.....	6
2.1.3. Clasificación Taxonómica.....	7
2.1.4. Grupos morfogenéticos .....	7
2.1.4.1. Los forasteros .....	7
2.1.4.2. Los criollos .....	8

2.1.4.3.	Cacao Nacional.....	8
2.1.4.4.	Los cacaos trinitarios.....	8
2.1.5.	Cacao en el Alto Beni.....	8
2.1.6.	Clon .....	9
2.1.7.	Jardín clonal.....	9
2.2.	Características de clones de cacao.....	9
2.2.1.	Padres sobresalientes.....	10
2.2.2.	Clones de cacaos utilizados en la zona de Alto Beni.....	11
2.3.	Enfermedad .....	12
2.3.1.	Mazorca Negra ( <i>Phytophthora sp.</i> ).....	12
2.3.2.	Escoba de Bruja ( <i>Moniliophthora perniciosa</i> ) .....	13
2.3.3.	Moniliasis ( <i>Moniliophthora roreri</i> ) .....	15
2.3.3.1.	Taxonomía .....	15
2.3.4.	Origen .....	16
2.3.5.	Sintomatología .....	16
2.3.6.	Etiología .....	17
2.3.7.	Hospederos.....	18
2.3.8.	Epidemiología .....	18
2.3.9.	Ciclo de la enfermedad .....	18
2.3.10.	Daños causados .....	20
2.4.	Resistencia genética.....	21
2.4.1.	Mecanismo de defensa de las plantas .....	22
2.5.	Métodos de inoculación .....	23
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	24
3.1.	Localización .....	24
3.1.1.	Ubicación Geográfica.....	24

3.1.2.	Características Edafoclimáticas .....	25
3.2.	Materiales .....	25
3.2.1.	Material de estudio.....	25
3.2.2.	Material de escritorio .....	25
3.2.3.	Material de campo.....	26
3.3.	Metodología .....	26
3.3.1.	Desarrollo del ensayo.....	26
3.3.1.1.	Procedimiento experimental .....	26
3.3.1.2.	Fase de ubicación del terreno selección de las plantas .....	26
3.3.1.3.	Fase de inoculación de la mazorca de cacao .....	26
3.3.1.4.	Fase de Parámetros Evaluados .....	27
3.3.1.5.	Severidad Externa.....	27
3.3.1.6.	Severidad Interna.....	28
3.3.1.7.	Porcentaje de infección .....	29
3.3.2.	Diseño experimental .....	29
3.3.2.1.	Croquis del Experimento .....	30
3.3.2.2.	Prueba de Media Comparación Múltiple de Duncan.....	30
3.3.3.	Factores de estudio.....	31
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
4.1.1.	Evaluación del comportamiento de <i>M. royeri</i> en campo .....	33
4.1.2.	Severidad externa .....	33
4.1.2.1.	Severidad externa a la semana uno .....	34
4.1.2.2.	Severidad externa a la semana dos .....	36
4.1.2.3.	Severidad externa a la semana Tres .....	38
4.1.2.4.	Severidad externa a la semana cuatro .....	40
4.1.2.5.	Severidad externa a la semana quinta .....	42

4.1.2.6. Severidad externa a la semana sexta.....	44
4.1.2.7. Severidad externa a la semana séptima.....	46
4.1.2.8. Severidad externa a la semana octava.....	48
4.1.2.9. Severidad externa a la semana novena .....	50
4.1.3. Severidad Interna.....	52
4.1.4. Clasificación de los clones por porcentaje de infección .....	54
5. CONCLUSIONES.....	56
6. RECOMENDACIONES.....	59
7. BIBLIOGRAFÍA .....	60
8. ANEXOS .....	67



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Escala de clasificación de infección de <i>M. royeri</i> .....	29
Cuadro 2.	Clones de cacao introducidos o internacionales. ....	31
Cuadro 3.	Clones de cacao de selección del lugar .....	31
Cuadro 4.	Clones de selección del lugar de recolección. ....	32
Cuadro 5.	Análisis de varianza para la severidad externa en la semana uno.....	34
Cuadro 6.	Análisis de varianza para la severidad externa en la semana dos.....	36
Cuadro 7.	Análisis de varianza para la severidad externa en la semana tres.....	38
Cuadro 8.	Análisis de varianza para la severidad externa en la semana cuatro.....	40
Cuadro 9.	Análisis de varianza para la severidad externa en la semana quinta.....	42
Cuadro 10.	Análisis de varianza para la severidad externa en la semana sexta .....	44
Cuadro 11.	Análisis de varianza para la severidad externa en la semana séptima .....	46
Cuadro 12.	Análisis de varianza para la severidad externa en la semana octava .....	48
Cuadro 13.	Análisis de varianza para la severidad externa en la semana novena.....	50
Cuadro 14.	Análisis de varianza para la severidad interna .....	53
Cuadro 15.	Clasificación de clones de cacao por su respuesta a infección a <i>M. royeri</i> según su índice de severidad interna.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Síntomas de mazorca negra: (A) y (B) mancha chocolate;(C) pudrición del tejido interno y (D) pelusa blanquecina ( McMahon y Purwantara 2004).....	13
Figura 2.	Síntoma de escoba verde en (A) cojines florales (B) ramas y (C) brotes terminales afectados por <i>M. pernicioso</i> ( Phillips y Mora 2005).....	14
Figura 3.	Ciclo de la moniliasis causada por <i>Moniliophthora roreri</i> (Evans <i>et al.</i> , 2003)20	20
Figura 4.	Ciclo de vida de la Monilia (Enfermedades del cacao, 2009) .....	21
Figura 5.	Mapa Político Departamento de La Paz Municipio del Alto Beni (Piñaf-El Ceibo, 2002) .....	24
Figura 6.	Escala para determinar la severidad externa de la moniliasis del cacao propuesta por Phillips <i>et al.</i> , (2005): A). Grado cero, B). Grado 1, C). Grado 2, D). Grado 3, E). Grado 4 y F). Grado 5.....	28
Figura 7.	Escala para determinar la severidad interna segun Phillips <i>et al.</i> , (2005): A). Grado cero, B). Grado 1, C). Grado 2, D). Grado 3, E). Grado 4 y F). Grado 5. ....	28
Figura 8.	Croquis del experimento (Fuente propia) .....	30
Figura 9.	Severidad externa de 17 clones de cacao semana uno .....	35
Figura 10.	Severidad externa de 17 clones de cacao en la segunda semana .....	37
Figura 11.	Severidad externa de 17 clones de cacao en la Tercera semana .....	39
Figura 12.	Severidad externa de 17 clones de cacao en la Cuarta semana .....	41
Figura 13.	Severidad externa de 17 clones de cacao en la quinta semana .....	43
Figura 14.	Severidad externa de 17 clones de cacao en la sexta semana .....	45
Figura 15.	Severidad externa de 17 clones de cacao en la séptima semana .....	47
Figura 16.	Severidad externa de 17 clones de cacao en la Octava semana .....	49
Figura 17.	Severidad externa de 17 clones de cacao en la novena semana .....	51
Figura 18.	Medias de los 17 clones de cacao de la severidad interna.....	54

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1.	Resultados de muestras.....	68
Anexo 2.	Tablas de toma de datos.....	69
Anexo 3.	Limpieza del terreno.....	69
Anexo 4.	El terreno de la investigación .....	70
Anexo 5.	Etiquetación en los clones.....	70
Anexo 6.	Mazorca de cacao con monilia .....	71
Anexo 7.	Identificación de la monilia .....	71
Anexo 8.	Inoculación artificial de la monilia .....	72
Anexo 9.	Protección con una bolsa nylon.....	72
Anexo 10.	Clon infestado con monilia .....	73
Anexo 11.	Recolección de la muestras .....	73

**ABREVIATURAS**

Ha	Hectárea
Piaf	Programa de Implementaciones Agro-ecológicas y Forestales
CBN	Cacao Nacional Boliviano
kg	Kilogramos
ADN	Acido Desoxirribonucleico
µm	Micrómetro
cm	Centímetro
Tº	Temperatura
ºC	Centígrado
tm	Tonelada metrica
GPS	Global Positioning System
km	Kilómetro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
m	Metro
cm	centímetro
mm	Milímetro

## RESUMEN

La investigación se realizó en la colonia San Antonio en el municipio del Alto Beni en un jardín clonal de 17 clones, donde se seleccionaron clones regionales o locales fueron: Ila – 00, Ila – 58, III – 06, III – 82, Ila – 88, IV - 17, III- 13 y Ila - 06, mientras que los clones internacionales son: ICS – 1, ICS – 6, ICS – 8, ICS – 60, ICS – 111, TSH – 565, EET – 19, IMC – 67 y ICS -95 utilizados como testigos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con ocho repeticiones donde se realizó inoculación artificialmente a los 65 días de edad. Los parámetros estudiados son la severidad externa e interna y porcentaje de infección, la severidad externa e interna las escala de estudio fue de 0 a 5, las evaluación se realizaron cada fin de semana durante 9 semanas; el primer síntoma fue los clones ICS-8 y ICS-1 con una media de 0,375 significativamente diferentes a los clones EET-19, ICS-6, ICS-60, ICS-95(IMC-67), III-13, ICS-111, ICS-565, Ila-00, Ila-06, III-82, ICS-95, IV-17, en la última semana de evaluación lo tienen el clon ICS-8 y ICS-1 con medias 4,250, diferentes al clon que tiene bajos promedios como ICS-95 con media 0,500. En la severidad interna a 100% de almendras dañadas después de las nueve semanas lo tienen el clon ICS-8 y ICS-1 con medias de 3,750, los promedios más altos significativamente diferentes al clon EET-19 con su media de 0,500, y los clones ICS-6 y ICS-95(IMC-67) con una media de 0,125 y que tiene 100% de almendra sana el clon ICS-95 es resistente; la clasificación de la infección según los efectos estadísticos se consideró las medias de la severidad interna donde la clasificación de cinco clones ICS- 8, ICS-1, IIIa-06, Ila-58 y Ila-88 como moderadamente susceptibles ; los clones ICS-60, Ila-00, ICS-111 y ICS-565 como moderadamente resistentes a comparación de los ocho clones resistentes III-82, III-13, IV-17, Ila-06, EET-19, ICS-6, ICS-95(IMC-67) y ICS-95 como testigo.

## ABSTRACT

Research they conducted in the San Antonio in the municipality of Alto Beni in a clonal garden of 17 clones, where regional or local clones were selected were: Ila - 00 Ila - 58, III - 06, III - 82, Ila - 88 IV - 17, III-13 and Ila - 06, while international clones are: ICS - 1, ICS - 6 ICS - 8 ICS - 60, ICS - 111, TSH - 565, EET - 19, IMC - 67 and -95 ICS used as controls. a design of randomized blocks with eight repetitions where inoculation was made artificially at 65 days of age were used. The parameters studied are the external and internal severity and rate of infection, severity external and internal study the scale was 0 to 5, the evaluation every weekend were conducted for 9 weeks; the first symptom was the ICS and ICS-8-1 clones with an average of 0.375 significantly different from the EET-19, ICS-6, ICS-60, ICS-95 (BMI-67), III-13, clones ICS- 111, ICS-565, Ila-00, Ila-06, III-82, ICS-95, IV-17, in the last week of evaluation they have the ICS-8 and ICS-1 clone with averages 4,250 different clone that has low averages as ICS-95 with 0.500 average. In the internal severity 100% of damaged almond after nine weeks they have the ICS-8 and ICS-1 clone with averages of 3.750, the highest averages significantly different to clone EET-19 with its average of 0,500, and clones ICS and ICS-6-95 (BMI-67) with an average of 0,125 and that has 100% of sound almonds ICS-95 clone is resistant; classification of infection according to statistical effects stockings internal severity classification was considered where the five clones ICS- 8 ICS-1, IIIa-06, Ila-58 and Ila-88 as moderately susceptible; ICS-60, Ila-00, ICS-111 and ICS-565 clones as moderately resistant comparison of the eight resistant clones III-82, III-13, IV-17, Ila-06, EET-19, ICS-6 ICS-95 (IMC-67) and ICS-95 as a witness.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cacao, *Theobroma cacao L.* es de origen americano, es un árbol nativo de regiones húmedas tropicales del Norte de Sur América. El árbol de cacao crece en zonas tropicales que gozan de condiciones climáticas y medioambientales adecuadas, favoreciendo directamente a pequeñas propiedades familiares agrícolas de comunidades indígenas (Rojas, 2011).

En Bolivia el cacao denominado nativo fue aprovechado inicialmente por los nativos mosetenes asentados a lo largo del río Beni y adquirió mayor importancia en la época de la colonia impulsada por las misiones Franciscanas y Jesuíticas. El cacao nacional Boliviano encontrado en estado silvestre se encuentra distribuido en los márgenes de los ríos de la cuenca amazónica de Bolivia, que incluye a los departamentos de Pando, Beni, Santa Cruz, La Paz y Cochabamba (Rojas, 2011).

El Alto Beni está dividido geográficamente en siete áreas que forman tres grupos: I y III; II, IV-V y VI-VII. En las siete áreas existen un total de 93 comunidades o colonias en las que están distribuidos 2000 productores cacaoteros orgánicos. Las fincas tienen un tamaño promedio de 13 ha, se dedican a la producción con bajos insumos de banano, plátano, cacao, cítricos y frutales de patio, papaya para comercio; arroz y maíz mediante chaqueo para consumo familiar y venta tomates y sandías en algunas fincas en pequeñas superficies (Somarriba, 2002).

El Ceibo (institución de mayor trayectoria en el Alto Beni), facilita en la provisión de plantas y capacitación técnica en el cultivo cacao en su manejo, existen diversos factores que limitan en la producción y los principales problemas son: la edad avanzada de las plantaciones híbridas, pérdida de la fertilidad de suelos, la presencia de plagas y enfermedades en los cultivos y falta del material vegetal garantizado y créditos (Abruzzese, 2005).

Según Fundación PIAF El Ceibo (2012), *Moniliophthora roreri* se manifiesta en las comunidades de Villa litoral del Área IV y Villa Prado del área III, tras sufrir una inundación fuerte registrada el 2010, hasta el 2011 se tenían reportes de la presencia de moniliasis en las comunidades de Villa Prado, San Juan Suapi, Villa Suapi ambas del Área III; Villa Litoral, Villa Porvenir y San Antonio del Área IV, comunidades de Tucupi en el área IV. Debido al mal manejo y abandono de parcelas de cacao, que estas sirven como

hospederos de enfermedades, a la vez los cambios climáticos que han sido favorables para varias enfermedades fungosas como la mazorca negra, escoba de bruja, plagas como el chinche. En estos años (2010 – 2011) la Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) han llegado a ocasionar pérdidas severas como un 60 a 65% de la producción de cacao en algunos productores nunca antes vistas en la región.

### **1.1. Antecedentes**

El Instituto Nacional de Colonización INC responsable de continuar con los asentamientos en las diferentes áreas del Alto Beni y otras regiones del país. A partir de 1962 para adelante se introduce material genético; semillas híbridas y clones de cacao y se comienza a producir plantines impulsando su programa de producción y distribución de plantines de cacao, las semillas eran procedentes de Trinidad /Tobago, Ecuador y Perú en cuyo tiempo se creó la Estación Experimental de Sapecho EES-UMSA, equipando con una buena colección de germoplasma de cacao. En el año 1978 finaliza sus trabajos el INC se hace cargo de la Estación Experimental de Sapecho. El Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria IBTA que impulsó los trabajos de investigación y asistencia técnica que duró alrededor de 10 años (Trujillo, 2007).

La región de Alto Beni ya contaba con pequeñas plantaciones de “cacao nacional”, que fueron probablemente introducidos por los misioneros franciscanos y cultivados por los indígenas mosetenes, a partir del año 1963, se inició la introducción a esta zona de variedades híbridas de cacao (SCA, SC, UF, TSH, ICS) principalmente traídas de Trinidad, Ecuador y Costa Rica, tanto de polinización abierta como de polinización controlada (Lemaitre, 1970 y Torrico, 1968).

Es en este contexto que a partir 2002 comenzó el Proyecto denominado “Modernización de la Cacaocultura Orgánica del Alto Beni” y terminó el 2005, llevado a cabo por: el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Programa de implementaciones Agroecológicas y Forestales (PIAF/CEIBO), y el Programa de asistencia técnica Agrícola Ganadera comunal (PATAGC), cuyos principales objetivos son: aumentar y diversificar la producción y rendimiento de los cacaotales e incrementar el volumen de cacao orgánico en Alto Beni certificado y comercializado, con la participación de socios de cooperativas y de igual forma particulares (no socios) (Quenta, 2005).



El Ceibo (institución de mayor trayectoria en el Alto Beni) facilita en la provisión de plantas y capacitación técnica en el cultivo cacao en su manejo, existen diversos factores que limitan en la producción y los principales problemas son: la edad avanzada de las plantaciones híbridas, pérdida de la fertilidad de suelos, falta del material vegetal garantizado y créditos (Abruzzese, 2005).

Piaf El Ceibo (2012), *Moniliophthora roreri*, se manifiesta en las comunidades de Villa litoral del Área IV y Villa Prado del área III, tras sufrir una inundación fuerte registrada el 2010, hasta el 2011 se tenían reportes de la presencia de moniliasis en muchas comunidades del area IV como: Villa Litoral, Villa Porvenir y San Antonio del Área IV, comunidades de Tucupi.

## **1.2. Planteamiento del problema**

La enfermedad conocida como moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao, causa afectaciones graves y devastadoras en la actividad cacaotera, es considerado como un factor importante en limitar la producción y el rendimiento de las plantaciones, ya que esta enfermedad afecta únicamente a los frutos en sus diferentes fases de desarrollo, los cuales son el principal producto por el cual el productor tiene un ingreso por la comercialización de los granos (Enriquez, 2004).

En la zona de Alto Beni hay aproximadamente 4.340 ha de plantaciones de cacao entre híbridos e injertos, con una producción promedio anual de hectárea de 7 quintales. Por el cual pone en riesgo en la actividad cacaotera, por lo que es importante la búsqueda de nuevas estrategias que permitan continuar con la actividad (Quenta, 2005).

La enfermedad se encuentra diseminada en todo el municipio del Alto Beni, por la cual han llegado a ocasionar perdidas severas como un 60 a 65% de la producción de cacao en algunos productores nunca ante vistas en la región, impactando drásticamente en la disminución del ingreso de los productores, al igual por la falta de recursos disponibles ha disminuido la cantidad de mano de obra contratada para la realización de las actividades dentro del cacaotal (Piaf-El Ceibo, 2012).

La moniliasis causada por el hongo (*Moniliophthora roreri*), es muy común y su incidencia es de gran importancia en los cacaotales de los países productores, ataca exclusivamente los frutos, desde el estado de formación inicial (pepinos) hasta la etapa final (mazorca),

ocasionándoles la pudrición de la cáscara cuando el hongo entra en etapa de esporulación, es cuando las esporas son trasportadas por el viento o insectos vectores que en su mayoría son plagas del cultivo de cacao y estos disemina la enfermedad otras parcelas (Aprocasur, 2001).

### **1.3. Justificación**

El cacao es considerado como la principal fuente de ingreso de varias familias en la región del Alto Beni, en estos últimos años se observado que los rendimientos de las parcelas han tenido decadencia significativa, estos por varios factores la edad de las plantaciones, condiciones ambientales desfavorables y el ataque de plagas y enfermedades, entre los más relevantes son el chinche y en los últimos tres años la moniliasis que ambas atacan directamente al fruto.

El presente trabajo se realizó un estudio detallado de los clones de cacao de selección del lugar y clones introducidos o internacionales esto es para ver la resistencia y tolerancia a la enfermedad de monilia, y que permita a los técnicos e investigadores tener elementos más claros a cerca de los clones que se encuentran en esta area, para que posteriormente se puedan realizar selecciones y distribuirlos al sector productivo para mejorar la producción en la región del alto Beni.

Sin lugar a dudas, estos son los retos actuales para saber cuál son los clones resistentes de cacao, ya que será única manera de obtener material genético seleccionado de la región de Alto Beni y conservarlos de generación en generación para su propagación y sobre esta base encarar programas de implementación de plantaciones nuevas, que sirvan para brindar posibilidades de lograr al sector productivo una mejor rentabilidad.

Es importante la búsqueda, selección y evaluación de las plantas nativas y adaptadas a las condiciones del estado que presenten características a la resistencia de la enfermedad de la monilia para el futuro exista clones tolerantes.

De otra parte, los bajos o nulos ingresos que tienen los productores con cacao afectado por monilia, hacen que ellos salgan a buscar otras fuentes de ingresos, incentivando así la migración de los pobladores rurales a otros lugares del país, generando el abandono de las zonas rurales, desintegración familiar y escasez de mano de obra en etapa activa.

La moniliasis al ser una enfermedad nueva en la región es imprescindible la cuantificación de los niveles de severidad ocasionada por el patógeno. Esto al fin de obtener un documento básico para lo cual es importante involucrar los criterios de los productores y profesionales y que esta sirvan para futuros trabajos de investigación y actividades de intervención para el control y convivencia de la enfermedad en el Alto Beni.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar la resistencia de 17 clones de cacao (*Theobroma cacao*) a la monilia (*Moniliophthora roreri*) bajo inoculación artificial.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar los efectos de la monilia mediante la inoculación artificial en 17 clones de cacao.
- Evaluar la severidad externa e interna por los daños por monilia en los diferentes clones de cacao.
- Seleccionar los clones resistentes a *Moniliophthora roreri*, bajo condiciones de infección artificial mediante porcentaje de infección.

#### **1.5. Hipótesis**

- La resistencia a la monilia (*Moniliophthora roreri*), de 17 clones de cacao bajo inoculación artificial no presentaron diferencias significativas.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Cacao (*Theobroma Cacao L.*)

#### 2.1.1. Origen

El cacao (*Theobroma* en términos botánicos) es una planta alógama, cuya característica principal es la de producir flores y frutos en el tallo y ramas viejas. La palabra *Theobroma* en griego significa alimento de Dioses. Después siendo los españoles los primeros en llevar cacao a Europa y promoviendo el cultivo del cacao en América, desde ahí en adelante se sembró cacao en muchas de las regiones tropicales de Sudamérica, convirtiéndose así en un cultivo de vital importancia económica para muchas zonas de Sudamérica (Quiroz, 2006).

Aparentemente, la dispersión hacia el norte fue por la costa del Pacífico, por cuanto la mayoría de los genotipos de tipo criollo se encuentran en ella, desde Perú, Ecuador, Colombia, Panamá y Centro América (Enríquez, 2004).

#### 2.1.2. Características Botánicas

El cacao es una planta perenne, posee 20 cromosomas y su polinización es cruzada (alógama), su reproducción puede ser de forma sexual (semillas) o asexual (ramas), tallo erecto el cual puede llegar a medir de 1m a 1,50m de altura, tiene dos tipos de ramas el tipo vertical (o chupón), incluyendo el eje principal de las plantas producidas por las semillas, el tipo de abanico que tiene hojas alternas en 1/2 creciendo indefinidamente y dando origen a ramas laterales de su mismo tipo, raíz principal pivotante muy profunda que puede llegar a medir hasta 1m de profundidad, hojas son de color verde oscuro y delgado, de tamaño mediano y son de textura firme, las flores salen donde antes habían hojas y siempre brotan en el mismo lugar, son hermafroditas es decir posee ambos sexos, "su fórmula es S5, P5, E5 + 5, G (5); lo que significa cinco sépalos, cinco pétalos, diez estambres en dos grupos o verticilos de los cuales solo uno es fértil y un ovario supero de cinco carpelos fundidos, El fruto es una baya, tiene diferentes tamaños, colores y formas según son de forma aplanada o redonda de 2 cm a 4 cm de tamaño, están ubicadas en cinco hileras dentro del fruto, variedad, las semillas dependerá de la variedad (Artica, 2008).

La fructificación comienza a los 3 a 5 años de edad. Los frutos tienen diferentes tamaños, colores y formas según las variedades pero generalmente tienen forma Elíptica o amelonada, la corteza es delgada o gruesa con canales prominentes o atenuadas, que contienen en su interior de entre 20 a 55 semillas, cada semilla se cubre con una pulpa

blanca agridulce, llamada mucílago. Las semillas están dentro de las mazorcas y son planas o redondas, en su interior son de color blanco o morado (July y Somarriba, 2010).

### **2.1.3. Clasificación Taxonómica**

Según Coto (2004), dio al árbol de cacao el nombre de *Theobroma Cacao L.* (cacao: “bebida de los dioses”), por su exquisito aroma y sabor. Se clasifica así: Clase: Dicotiledonea Orden: Malvales Familia: Sterculiaceae Género: *Theobroma* Especie: *Theobroma cacao L* Nombre común: Cacao Cacaotero.

### **2.1.4. Grupos morfogenéticos**

De acuerdo al bajo origen y distribución, los cacaos se distinguen en tres grupos morfogenéticos: criollo, forastero y trinitario, que presentaron una gran variabilidad en cuanto a color, dimensiones y forma de las diferentes partes de flores, frutos y las semillas (Bartley, 2005).

#### **2.1.4.1. Los forasteros**

Se caracterizan por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados, pequeños de color morado y sabor amargo. Dentro de esta raza se destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta. La variedad Nacional originaria de Ecuador se caracteriza por ser un cacao fino y de gran aroma y también pertenece a este grupo (Motamayor, 2001).

Arguello *et al.*, (2000), señala que el cacao forastero es muy variable y se encuentra en forma silvestre en la alta (Perú, Ecuador y Colombia) y baja Amazonia (Brasil, Guyanas y a lo largo del río Orinoco en Venezuela), presenta estaminoides con pigmentación púrpura, mazorcas verdes con más de 30 semillas, de color púrpura, con alta astringencia y bajo contenido de grasa.

El material genético introducido en la década de los 60 a la zona de Alto Beni, los cacaos Foráneos que se adaptaron las condiciones del lugar son el ICS-1, ICS-6, ISC-8 ISC95, ICS-60, ICS-111, PA-121, EET95, EET-96 Pound-7, Pound-12, IMC- 67 y TSH-565 (IICA, 2008).

#### **2.1.4.2. Los criollos**

Los Criollos (palabra que significa nativo pero de ascendencia extranjera), se originaron también en Sudamérica, pero fueron domesticados en México y Centro América y son conocidos también como híbridos de cacao dulce. Se caracterizan por sus frutos de cáscara suave y semillas redondas medianas a grandes, de color blanco a violeta, que se cultivan principalmente en América Central, México, Colombia y parte de Venezuela. Poseen sabores dulces y agradables, donde los árboles son de porte bajo y menos robustos con relación a otras variedades. Sin embargo este grupo se caracteriza por su alta susceptibilidad a las principales enfermedades (Enríquez, 2004).

#### **2.1.4.3. Cacao Nacional.**

El cacao nacional Boliviano se encuentra en condiciones silvestres y en cultivo con diferentes grados de cruzamiento con materiales introducidos. El Cacao Nacional Boliviano es un recurso autóctono de Bolivia (July, 2007).

El Cacao Nacional Boliviano CNB presenta las siguientes características: mazorca inmadura de color verde, frutos pequeños de forma alargada, ápice del fruto de punta pequeña, superficie de la mazorca ligeramente rugosa con 10 surcos bajos, semilla de color púrpura y sin pigmentación en el filamento del estambre de la flor (Allen, 1983).

#### **2.1.4.4. Los cacaos trinitarios**

Braudeau (1978), señala que este cruce entre el criollo y el forastero, es robusto pero posee también el delicado sabor del cacao criollo. Los caracteres botánicos de los trinitarios son difíciles de definir son las de una población híbrida muy polimorfa donde se pueden observar todos los tipos intermedios entre los criollos por una parte y los forasteros. Posee mazorcas con 30 o más semillas con cotiledones de color variable.

#### **2.1.5. Cacao en el Alto Beni**

Las investigaciones realizadas en Alto Beni Bolivia en los últimos 10 años, han contribuido a mejorar el conocimiento sobre el comportamiento de materiales genéticos Amazónicos, Trinitarios, Nacionales y Selecciones Locales respecto a desarrollo, estacionalidad de la producción, influencia de enfermedades y plagas (Palencia, 2000).

Entre los principales clones son: TSH, ICS, EET, UF y selecciones locales. Como el injerto se compone del patrón y de la copa, se han seleccionado materiales de cacao que pueden servir de patrones, los cuales se caracterizan por su tolerancia a mal de machete (*Ceratocystis fimbriata*) y tolerancia al aluminio (6 mili equivalentes de aluminio por 100 gramos de suelo), entre los cuales sobresalen: PA, IMC, POUND y cacao nacional (July, 2010).

Según Trujillo (2010), en Alto Beni se han seleccionado algunos materiales que se pueden utilizar como copa (injerto), teniendo en cuenta el comportamiento de las copas con buena capacidad productiva (auto compatible, porte bajo).

#### **2.1.6. Clon**

Un clon es un material genético uniforme que deriva de un individuo propagado sólo por medios vegetativos. El concepto de clon no significa que todas las plantas de un mismo individuo sean idénticos fenotípicamente iguales en todas sus características. El comportamiento de una planta depende de la interacción genotipo – ambiente, en consecuencia una planta varía: la apariencia, la producción, frutos o almendras de acuerdo con el clima, suelo, agua, enfermedades u otras causas (Mejía y Arguello, 2000).

La producción vegetativa tiene importancia en la cacaocultura, ya que la composición genética (genotipo) de la mayoría de los clones es altamente heterocigoto y algunas plantas no expresan las características deseadas al ser propagadas por semilla (Mejía, 2003).

#### **2.1.7. Jardín clonal**

Es un área específica sembrada con clones estrictamente seleccionado y probado durante varios años, por su alta producción, calidad y tolerancia a enfermedades y plagas. Existe un área de terreno aislada por lo menos a 500 metros de cualquier plantación comercial o de cultivares que no se incluyan como progenies, en donde están sembrados los clones plenamente identificados como tolerantes a condiciones adversas de ambiente, suelo y patógenos vegetales y animales, de tal manera que los árboles nos provean constantemente de semilla para utilizarla como patrón (Gildardo, 2005).

### **2.2. Características de clones de cacao.**

Trujillo (2004), recomiendan contar con diferentes variedades de cacao en una misma plantación para elegir los mejores clones tolerantes a enfermedades y plagas, mezclar

variedades con diferente sabor y aroma, combinar diferentes clones de calidad y producción para mantener un rendimiento superior a 1000 kg de cacao por hectárea, y por último facilitar la polinización de las flores y la formación de un mayor número de frutos.

### **2.2.1. Padres sobresalientes.**

Cubillos (1988), menciona que estudios realizados por el doctor Pound en el Colegio Imperial de Agricultura Tropical de Trinidad, desarrollaron cacaos híbridos modernos a partir del cruzamiento de padres sobresalientes escogidos en diversos lugares de América tropical. Entre estos materiales selectos se deben mencionar las series denominadas de la siguiente manera:

- **ICS:** Originarios de Trinidad, escogidos por alto rendimiento y buena calidad. Entre los más importantes se destacan: ICS - 1, ICS - 6, ICS - 39, ICS - 40, ICS - 60.
- **IMC:** De origen amazónico. Selecciones resistentes a las enfermedades “escoba de bruja” y “mal de machete”. Se destaca el IMC - 67.
- **SCA:** De origen amazónico. En Trinidad se comportan resistentes a la enfermedad escoba de bruja, no así en Colombia, ni en Ecuador. Poseen un tamaño de grano pequeño. Se destacan al SCA - 6 y SCA - 12.
- **PA:** De origen amazónico. Selecciones tolerantes a escoba de bruja y alta producción. Se destacan PA - 46, PA - 121.
- **TSH y TSA.** Selecciones híbridas realizadas en Trinidad de cruzamiento entre materiales trinitarios por amazónicos. Se caracterizan por su vigor y precocidad y bajo número de mazorcas por kilogramo de cacao seco. Resistentes a escoba de bruja y mal de machete. Se destacan TSH - 565, TSH - 792, TSH - 812, TSA - 654.



## 2.2.2. Clones de cacao utilizados en la zona de Alto Beni.

Trujillo y Mamani (2004) citado por REPSA (2008), describen los principales clones foráneos de cacao recomendado y utilizado en la región de Alto Beni.

### ICS - 8

- Mazorca madura amarilla.
- Autocompatible (Ac).
- Florece bastante, poco difícil para polinizarse.
- Buena es producción.
- Mazorca y pepas de buen tamaño.

### ICS - 111

- Mazorca madura amarilla.
- Autocompatible (Ac).
- Florece bastante, de fácil polinización.
- Buena en producción.
- Mazorca y pepas de buen tamaño.

### TSH – 565

- Mazorca roja.
- Autoincompatible (Ai).
- Florece abundantemente.
- Buena en producción.
- Mazorcas y pepas de buen tamaño.

### IMC – 67

- Mazorca madura amarilla.
- Autoincompatible (Ai).
- Florece bastante.
- No es buen productor, pero es buen polinizador.
- Mazorcas grandes y pepas medianas
- Resistente al “mal de machete”.
- Buen patrón o pie para injertar.

### ICS – 1

- Mazorca madura rojo intenso.
- Autocompatible (Ac) e Intercompatible (Ic).
- Florece abundantemente.

### PA – 121

- Mazorca madura amarilla.
- Autoincompatible (Ai).
- Florece regularmente.
- Buen patrón.

## 2.3. Enfermedad

### 2.3.1. Mazorca Negra (*Phytophthora sp.*)

Porras *et al.*, (2001), 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*.

Porras *et al.*, (2001), la enfermedad fue reportada en las islas de trinidad en el año 1727, en la actualidad se encuentra distribuida en todas las regiones del mundo donde se cultiva el cacao.

Según Porras *et al.*, (2001) y Enríquez (1985), las buenas prácticas culturales son las eficientes para combatir a la mazorca negra *Phytophthora sp.* basadas en la reducción de la humedad del cacaotal mejorando los sistemas de drenaje y eliminando las malas hiervas, destruir todas las mazorcas enfermas y cascaras que quedaron después de la cosecha.

En la figura 1, 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 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 presentaron infección de semillas y pueden ser cosechados y fermentados (figura 1C).

En la figura 1D, 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).



**Figura 1. Síntomas de mazorca negra: (A) y (B) mancha chocolate; (C) pudrición del tejido interno y (D) pelusa blanquecina ( McMahon y Purwantara 2004).**

### **2.3.2. Escoba de Bruja (*Moniliophthora perniciosa*)**

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

Este 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 y Griffith *et al.*, 2003)

Según Phillips y Mora (2005), 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 (figura 2C). La infección de los cojines florales se manifiesta con la formación de escobas, con la presencia o no de pequeños frutos partenocárpicos (frutos chirimoya) (figuras 2 A y 2 B), también *M. perniciosa* causa la pudrición de los frutos de cacao (figura 2), los cuales son susceptibles durante todo su desarrollo.



**Figura 2. Síntoma de escoba verde en (A) cojines florales (B) ramas y (C) brotes terminales afectados por *M. perniciosa* ( Phillips y Mora 2005).**

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 presentan deformaciones, hinchazón (figura 2 A y B) y se forma un área necrótica (figura 2 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 presenta 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 (Evans, 1980).

### **2.3.3. Moniliasis (*Moniliophthora roreri*)**

El patógeno se encuentra en 13 de los 21 países del mundo que cultivan Cacao, sin embargo su rango geográfico se ha limitado a América central y del Sur, a excepción de la región nororiental de Venezuela y Brasil donde la Escoba de Bruja ha sido reportada como el patógeno más limitante en la producción (Ploetz, 2007).

El hombre, al transportar frutos o semillas procedentes de áreas infectadas a las áreas libres, también ha jugado un papel importante en la diseminación de la moniliasis. De esta forma es probable que el patógeno se haya dispersado a diferentes regiones cacaoteras, superando barreras geográficas naturales. En otros materiales, como costales, herramientas de trabajo, etc., es posible que se transporten esporas, las cuales podrían producir infecciones en caso de llegar a frutos en condiciones ambientales favorables (López *et al.*, 2006).

Considerada la principal enfermedad del cacao en América, pudiendo en condiciones óptimas llegar a provocar pérdidas del 80% de las cosechas (Quiroz, 2006).

#### **2.3.3.1. Taxonomía**

Según Ayala (2008), describe:

- **Phylum:** Basidiomycota
- **Clase:** Basidiomycetes
- **Subclase:** Agaricomycetidae
- **Orden:** Agarical
- **Familia:** Marasmiaceae
- **Género:** *Moniliophthora*
- **Especie:** *roreri*.

#### **2.3.4. Origen**

El origen de la enfermedad ha sido estudiado por varios autores, algunos creen que su centro de origen está en Ecuador y que de ahí pasó a Colombia, Perú, Bolivia y a algunos lugares de Venezuela. En Panamá se la ha encontrado recientemente al sur del Canal (Enríquez, 2004).

Inicialmente se consideró a Ecuador como el probable centro de origen de la moniliasis del cacao. Sin embargo, Phillips y Mora (2003), mediante estudios de genética poblacional, usando marcadores moleculares, demostraron que la región geográfica del noreste de Colombia contiene la mayor diversidad genética que supera a la encontrada en Ecuador, por lo que ubica a esta área como el centro de origen más probable.

El hongo ha logrado colonizar completamente las regiones productoras de Colombia en 1817, Ecuador 1917, parte de Venezuela 1941, Panamá 1956, Costa Rica 1978, Nicaragua 1980, Perú 1988, Honduras 1997, Guatemala 2002, Belice 2004, México (Tabasco-Chiapas), Bolivia y el Salvador (2012) (Phillips y Mora, 2012)

#### **2.3.5. Sintomatología**

En frutos jóvenes de menos de tres meses, se producen deformaciones, gibas o abultamientos seguidos por la aparición de manchas negras que cubren finalmente todo el fruto. En mazorcas de más de tres meses, se presentan los puntos de apariencia aceitosa (oscuros brillantes), en ocasiones con un halo amarillento que da la apariencia de una falsa madurez (madurez prematura). Estos síntomas se incrementan hasta aparecer la mancha de color chocolate y luego de ello, una semana más para la aparición de un polvillo (conidias) blanco que va tornándose gris. Los síntomas generalmente se presentan a nivel externo, donde ocasionan necrosis, deformación y pudrición. En mazorcas de 60 a 80 días de edad, es posible apreciar tejido interno necrosado (Parra y Sánchez, 2005).

Los tejidos centrales, pulpa, semillas y algunas veces la cáscara, forman una sola masa en donde los tejidos son rodeados por una sustancia acuosa debido a la descomposición de ellos, siendo también las almendras destruidas parcial o completamente, dependiendo del tiempo de infestación de los frutos (IICA, 2006).

En los frutos menores de dos meses, la infección aparece primero como pequeños abultamientos o gibas (protuberancias) en la superficie de la mazorca, incluso esa área se

descolora (se vuelve más clara); después que emerge esa giba, se presenta una mancha café (chocolate) que se va extendiendo (el fruto muere poco después), empezando a aparecer una felpa blanca correspondiendo al micelio del hongo (filamentos vegetativos), para luego de tres a siete días, sobre el micelio blanquecino emergen las esporas del tipo conidio de color crema (FHIA, 2003).

Un síntoma adicional es la llamada madurez prematura, donde las mazorcas cambian de color dando la apariencia de madurez en frutos que todavía están inmaduros. En frutos infectados a mitad de su desarrollo, la enfermedad aparece primero en forma de unos pequeños puntos aceitosos (translúcidos), en muy corto tiempo esos puntos se unen formando una mancha café, el borde de la mancha es irregular y a veces produce un color amarillento por donde va avanzando la enfermedad, a los pocos días sobre la mancha café aparece el micelio y luego las esporas que forman un grupo acumulado abundante de color crema, las esporas que reproducen el hongo son tan abundantes que en un centímetro cuadrado, se cuentan desde 7 a 43 millones, bastando sólo una para iniciar la enfermedad (Johnson *et al.*, 2008).

La enfermedad ataca solamente los frutos del cacao a cualquier edad, donde la severidad del ataque varía según la zona y época del año y de acuerdo con las condiciones del clima. Aparentemente las temperaturas altas son más favorables para la diseminación de la *Monilia*. Los síntomas generalmente se presentan a nivel externo, donde ocasionan necrosis, deformación y pudrición, en mazorcas de 60 a 80 días de edad, es posible apreciar tejido interno necrosado (Reuck, 1997).

### **2.3.6. Etiología**

Esta enfermedad también es denominada como pudrición acuosa, helada, mancha ceniza o enfermedad de Quevedo (PRO-AMAZONIA, 2003).

En la actualidad se desconoce el estado perfecto del hongo (sexual o teleomorfo), por lo que se cree que su reproducción se realiza asexualmente por conidias, las cuales son la única estructura hasta ahora conocida capaz de causar infección (Evans *et al.*, 2003).

El ciclo de vida de *M. rozeri* durante el proceso de la enfermedad no ha sido completamente descifrado, mostrando una fase biotrófica y otra hemibiotrófica durante el desarrollo de la enfermedad (Tiburcio *et al.*, 2010).

Las conidias pueden ser globosas, subglobosas y elípticas, pudiendo medir de 7 - 10.5, 6.3 - 9.3, 7.5 - 11.6  $\mu\text{m}$ , respectivamente (Villavicencio y Jiménez, 2010).

### **2.3.7. Hospederos**

El hongo *M. royeri* sólo se ha encontrado atacando los frutos de cacao *Theobroma cacao*, de otras especies como *T. angustifolium*, *T. bicolor*, *T. gileri*, *T. grandiflora*, *T. mammosum*, *T. simiarum* y *T. sylvestre* (Porras y Umaña, 1982).

### **2.3.8. Epidemiología**

Esta enfermedad ha sido relatada a una altitud entre 0 y 1520 msnm, donde existe precipitación fluvial anual de 780 - 5,500 mm y una temperatura de 18 a 28 °C (Phillips, 2006 y IICA, 2006).

Meléndez (1993), encontró que existe una estrecha relación entre la humedad relativa y el movimiento de esporas del hongo, indicando que la liberación es realizada entre el 71 y 74% de humedad relativa y las 10:00 am hasta las 14:00 pm aproximadamente.

Según Phillips y Mora (2006), menciona que las condiciones secas, humedad relativa baja y temperatura mayor a 26 °C favorecen la liberación y dispersión de las conidias, y las lluvias intensas y frecuentes favorecen la presencia de agua libre sobre los frutos, facilitando la germinación y penetración de las conidias.

La germinación de las conidias es favorecida sobre temperaturas medias de 22 °C y humedad relativa del 93 % (Albuquerque *et al.*, 2005).

### **2.3.9. Ciclo de la enfermedad**

La sobrevivencia del patógeno empieza en los residuos de cosecha (mazorcas contaminadas). Luego, las conidias son diseminadas por el viento y la lluvia, ocurriendo también contaminación de frutos o mazorcas con moniliasis de una plantación a otra (Navarro y Mendoza, 2006).

Algo similar menciona Albuquerque *et al.*, (2005), diciendo que la diseminación de las conidias es realizada por el viento, pudiendo el agua de lluvia tener un papel importante en las infecciones a corta distancia en la copa del cacao.



Además, debido al movimiento producido por las labores de cosecha las esporas se movilizan en el aire y bajo condiciones propicias de humedad y temperatura, infectan constantemente los frutos que recién están formándose (Amores *et al.*, 2009).

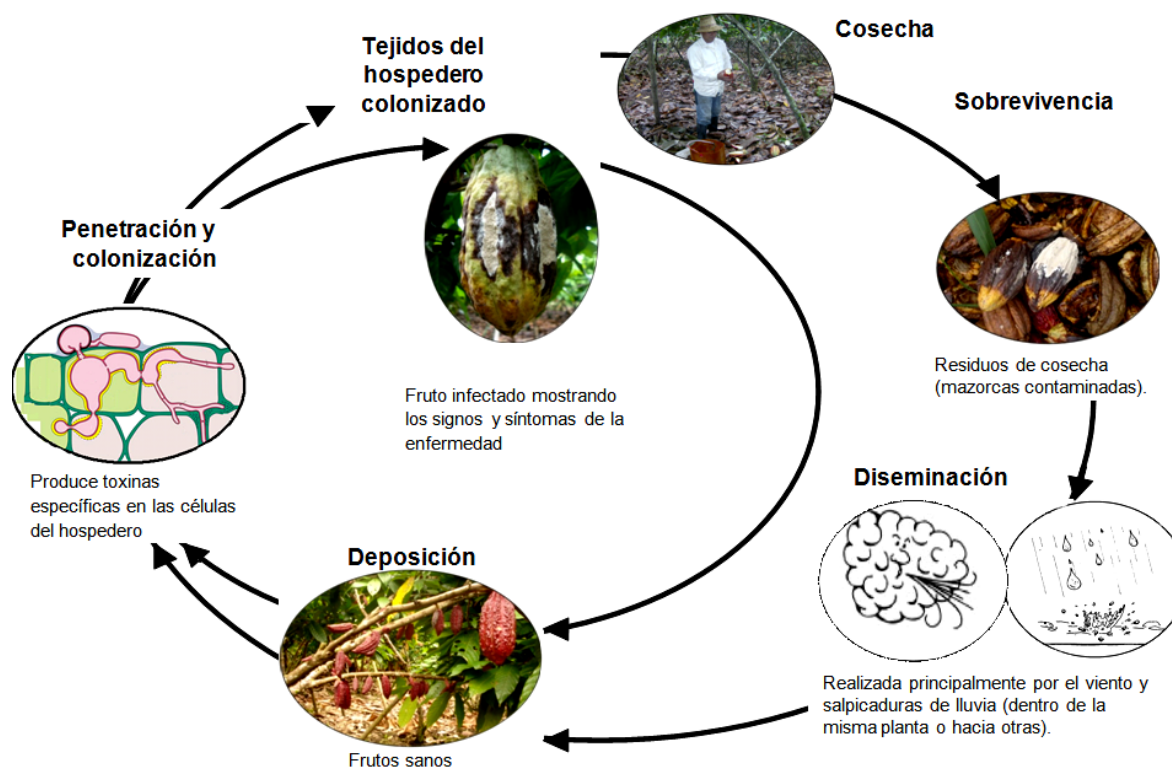
Las conidias se depositan sobre el fruto, germinan si hay agua o mueren por la radiación/desecación; estas al germinar pueden penetrar directamente a la cáscara del fruto (Phillips y Mora, 2006).

Su penetración ocurre directamente a través de los estomas, creciendo entre las células del córtex, produciendo conidias dentro y en la superficie de los frutos (Albuquerque *et al.*, 2005).

El tiempo de infección puede ser de 3 a 8 semanas, pudiendo variar según la edad del fruto, la severidad del ataque, la susceptibilidad del árbol y las condiciones de clima, principalmente presencia de lluvias, mientras que en frutos tiernos, en días lluviosos y calurosos, el período de incubación se acorta a tres semanas (FHIA, 2003). Sin embargo, Cruz (1993) relata que el período de incubación (latente) fluctúa entre 30 y 70 días.

En regiones ubicadas a más de 1000 m.s.n.m, condiciones como la temperatura y la humedad relativa desfavorecen la dispersión de las esporas, demorando alrededor de 80 +/- 10 días para que el fruto enfermo evidencie los síntomas y signos y complete su ciclo de infección. En regiones ubicadas por debajo de los 600 m.s.n.m, estas mismas condiciones aceleran el ciclo de la infección, llegando a completarlo en 50 +/- 10 (Fedecacao, 2013).

El síntoma inicial de la enfermedad es la deformación de frutos jóvenes que se da 30 días después de la infección. Luego se puede observar la aparición de pequeños puntos aceitosos los que cuales para formar una mancha de color marrón típica de la enfermedad después de 15 a 20 días; sobre la mancha marrón, se forma de 4 a 8 días después una capa de micelio blanquecino que cubre gradualmente a todo el fruto, 3 a 4 días después se llena de esporas secas del hongo, tomando una coloración cremosa. En este estado las esporas se desprenden fácilmente y pueden ser dispersados por el viento, insectos, animales y el hombre, principalmente. Si el fruto afectado no es removido en las semanas siguientes pierde agua y se momifica; cuando los frutos son afectados cerca de la madurez las lesiones son restringidas en tamaño. Los síntomas internos de frutos infectados manifiestan una pudrición acuosa y el peso es mayor al de los frutos sanos. En frutos afectados secos se puede observar esporulación interna (Arévalo, 1992 y Arévalo *et al.*, 2004).



**Figura 3. Ciclo de la moniliasis causada por *Moniliophthora roreri* (Evans et al., 2003)**

### 2.3.10. Daños causados

Esta enfermedad ataca al fruto en cualquier estado de desarrollo, aunque son más susceptibles los frutos tiernos (Quiroz, 2006).

Posteriormente las manchas se vuelven de color pardo y crecen bastante hasta cubrir toda la superficie del fruto, en el interior de la almendra los granos pueden estar destruidos por completos o por partes, dependiendo de la etapa de la maduración en que se efectuó la infección. En condiciones favorables de tiempo, las manchas se cubren de micelio blanco que tiene muchas esporas, estas esporas permanecen adheridas a la mazorca por mucho tiempo y así funciona como inoculo (Ártica, 2008).

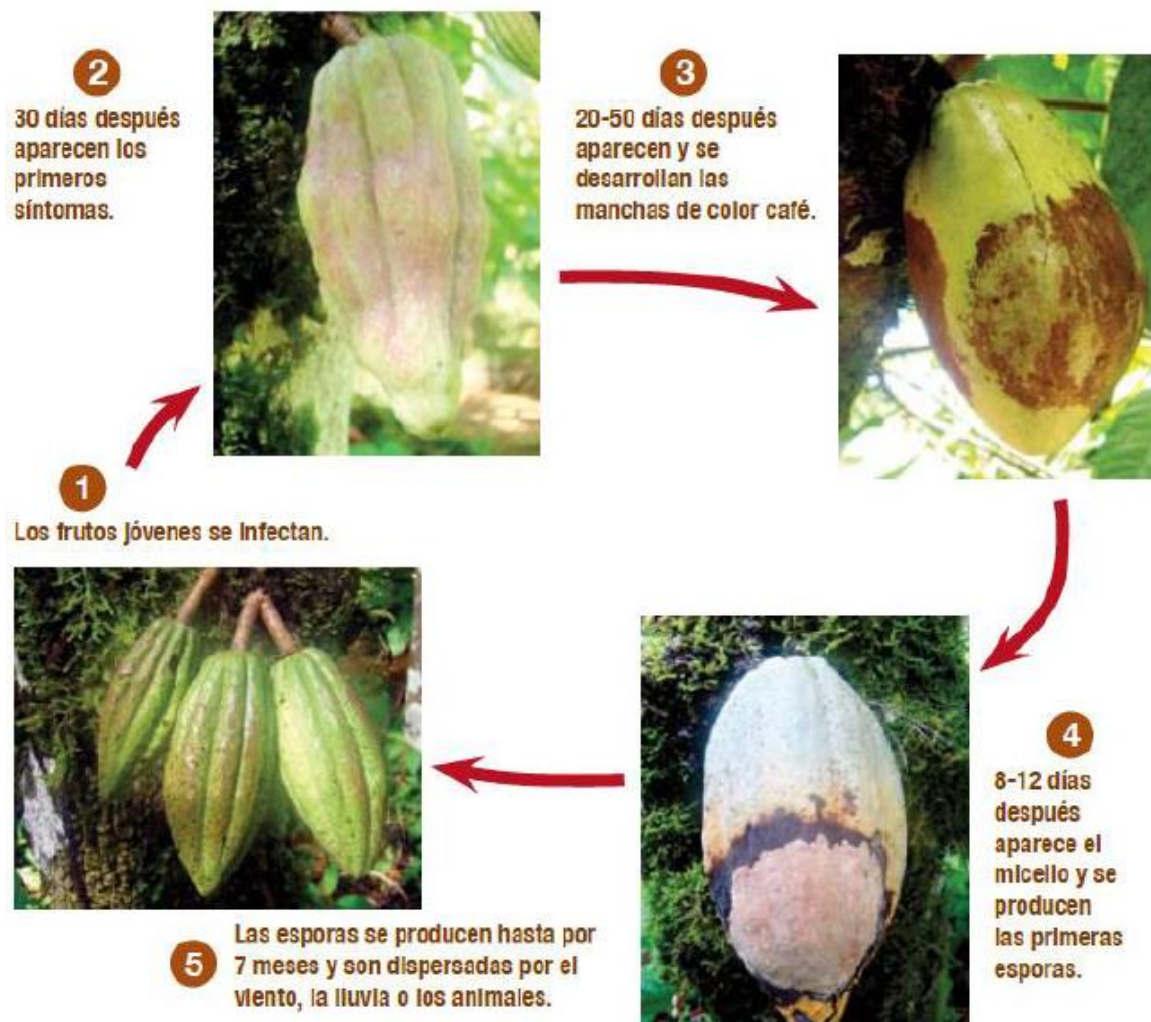


Figura 4. Ciclo de vida de la Monilia (Enfermedades del cacao, 2009)

#### 2.4. Resistencia genética

La interacción constante a través de los años entre una población de un hospedero y una de un patógeno se define como un Patosistema (Agrios, 2011).

El patosistema *Moniliophthora roreri* – *Theobroma cacao* L, forma parte integral del ecosistema del cultivo del cacao, estas relaciones de casi 200 años han permitido la coevolución del sistema hasta el punto de lograr que *M. roreri* pueda imponerse sobre los mecanismos de defensa de la planta de cacao, logrando romper la inmunidad encendida tanto por el patógeno como por sus efectores (Ingle *et al.*, 2006 y Phillips *et al.*, 2005).

Actualmente, la coevolución que ha presentado el Patosistema Cacao-Monilia, constituye una herramienta de investigación básica, necesaria para comprender los mecanismos de infección del patógeno y las posibles reacciones que presenta la planta frente a su infección; eventos que son considerados como respuestas de resistencia de carácter Poligénico (Phillips, 2008).

Desde el punto de vista genético, siempre se ha discutido si se trata de una respuesta de resistencia o tolerancia, exponiendo como una planta de Cacao exhibe disminución del daño por infección con *M. royeri*. La resistencia ha sido definida como la capacidad de la planta para reducir la incidencia o desarrollo del patógeno, mientras la tolerancia como la capacidad de la planta para soportar la presencia del patógeno con poca o ninguna reacción, la cual puede ser expresada por ausencia casi completa de síntomas o daño (Parlevliet, 1979).

Estudios realizados por Phillips (2003), indican resistencia a monilia en los clones de cacao ICS-95 y SCC-61 en Colombia y del clon UF-273 en Costa Rica.

USAID (2007), menciona que como parte de las medidas para el manejo de la enfermedad se siembren los híbridos TSH-565 X IMC-67, TS - 644 X ICS-6 Y IMC-67 X EET-62.

Arciniegas (2005), concluyó que los genotipos que muestran una menor incidencia a la enfermedad tienen como progenitores al UF-273, UF-712, EET-75 y PA-169, mientras que genotipos que tienen algunos de los siguientes progenitores son más susceptibles Pound-7 y CCN-51.

#### **2.4.1. Mecanismo de defensa de las plantas**

Las plantas no poseen un sistema inmune que les permita defenderse de todos los patógenos, pero si posee una serie de mecanismos que le permiten reconocer, interactuar y bloquear o eliminar su colonización y multiplicación. Las plantas se encuentran naturalmente bajo una interacción constante con los patógenos, a pesar de ello, pueden permanecer sanas debido a la activación de varios mecanismos de defensa, los cuales pueden ser activados de forma no específica, tanto por factores bióticos como abióticos, entre ellos, el choque térmico, la sequía, sustancias químicas y luz ultravioleta (Ingle *et al.*, 2006).

La capacidad invasiva del *Moniliophthora roreri* es modulada por varios factores: el agroecosistema en el que se desarrolla el cacao, el carácter de virulencia del patógeno, su adaptabilidad, las propiedades de resistencia y susceptibilidad de la planta. La presencia y las características de estos factores, actuando de manera concertada para definir la susceptibilidad de la planta (López, 2007).

## **2.5. Métodos de inoculación**

El inóculo más empleado ha sido la suspensión de zoosporas, pero también se ha empleado micelio, esporangios o fragmentos de mazorcas enfermas y se ha aplicado de diferentes formas: inyectándolas, sumergiendo los frutos en ellas y con menos frecuencia se ha empleado la absorción del inóculo en papeles filtro y motas de algodón al ser colocadas sobre el fruto. En CATIE, se utiliza el método de disco de papel de 0,5 cm de diámetro impregnada con suspensión de zoosporas previamente agitada, estos son colocados en el ecuador de las mazorcas evaluando la incidencia y la severidad a los seis días después de la inoculación (Arciniegas *et al.*, 2005).

Otros factores a considerar son que muchos métodos empleados han alterado el potencial infectivo del inóculo por mezclar junto a las sustancias nutritivas que favorecen el desarrollo del patógeno y no permiten saber a ciencia cierta la cantidad de inóculo, ni la concentración que se debe manejar. Al igual que la concentración que es de suma importancia cuando se realizan inoculaciones artificiales, debido a que concentraciones muy altas pueden generar la ruptura en la resistencia de algunos materiales y las bajas pueden generar escapes en la presión de inóculo (French *et al.*, 1982 y Phillips, 1996).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

##### 3.1.1. Ubicación Geográfica

Se llevó a cabo en la localidad de San Antonio, Municipio de Alto Beni Provincia Caranavi del departamento de La Paz con una ubicación geográfica de Latitud  $15^{\circ}35' S$  de Longitud Oeste  $87^{\circ} 11'$  con una altura de 454 m/s/n/m.(Google Earth, 2013).

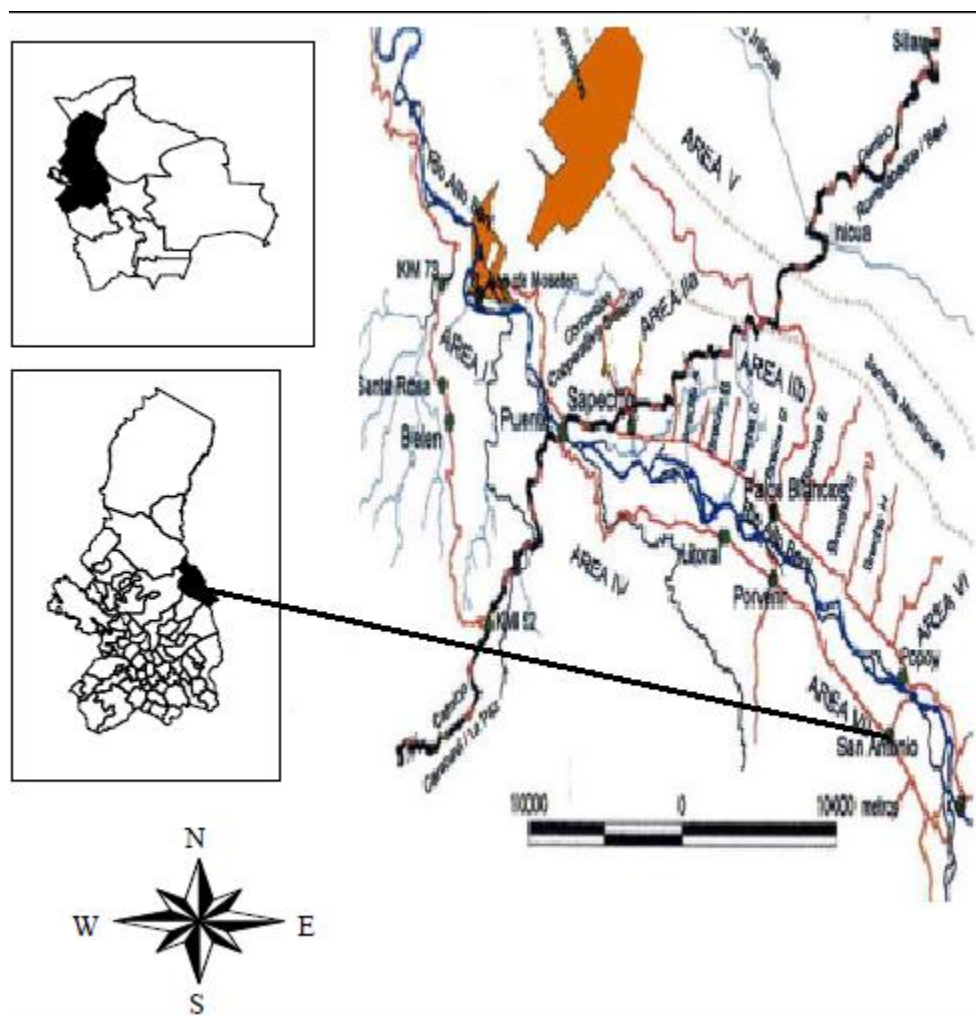


Figura 5. Mapa Político Departamento de La Paz Municipio del Alto Beni (Piñafel Ceibo, 2002)

### **3.1.2. Características Edafoclimáticas**

El clima es húmedo con una temperatura extremas máximas mensuales superan los 34°C. mientras las temperaturas extremas mínimas mensuales descienden de los 16 °C. con una precipitación anual 1300 mm. y 1600 mm. las lluvias se concentran en los meses de septiembre hasta marzo y época seca entre mayo y septiembre sujetos a marcados de descenso de temperatura debido a la influencias de frentes fríos (ALADI, 2001).

Elbers (1995), ha clasificado los suelos de la zona de Alto Beni, siguiendo la taxonomía del mapa de los suelos de la FAO-UNESCO, en grandes grupos: cambisoles, lixisoles.

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material de estudio**

Los materiales de estudio fueron: 17 clones de cacao; donde 9 son (clones introducidos), y 8 son (clones del lugar o selección), barbijo, guantes, alcohol, pinzas haza, papel absorbente, agua destilada, lupa, rociador, frasco de vidrio.

### **3.2.2. Material de escritorio**

- Equipo de computación
- Cámara fotográfica
- Fotocopiadora
- Impresora
- Marcadores
- Bolígrafos
- Papel bond
- Cuaderno
- Regla milimétrica, etc.

### **3.2.3. Material de campo**

- Huincha
- Bolsa plástica
- Machete
- Cinta masquin
- Etiquetas
- Tijera podadora

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Desarrollo del ensayo**

##### **3.3.1.1. Procedimiento experimental**

La investigación se realizó en tres fases, donde el cultivo del cacao es de 10 años de edad en plena producción, el área del experimento es una hectárea de tamaño, el terreno pertenece a un socio de la cooperativa de San Antonio, de la colonia San Antonio del área IV perteneciente al municipio de Alto Beni, lo cual la parcela se elaboró con el proyecto “Modernización de la Cacaocultura Orgánica del Alto Beni” en el 2004 con la ayuda de PIAF “El Ceibo”.

##### **3.3.1.2. Fase de ubicación del terreno y selección de las plantas**

La presente investigación se realizó en campo abierto por lo cual se realizó labores culturales cada tres meses como el deshierbe, poda, manejo de la sombra de los arboles superiores (maderables y frutales), Después se seleccionó un árboles por unidad experimental y una mazorca de cacao por árbol con aproximadamente menor a dos meses de edad, luego se realizó las inoculaciones de monilia en dichos mazorcas para evaluar resistencia de monilia.

##### **3.3.1.3. Fase de inoculación de la mazorca de cacao**

El proceso de inoculación se realizó a mazorcas de cacao menores a dos meses de edad el método propuesto por Phillips *et al.*, (2005), las mazorcas de cacao fueron lavadas previamente donde se inóculo esporas de *M. royeri*. El inóculo que se empleó será micelio, esporangios o fragmentos de mazorcas enfermas y se sumergirá los frutos,



mediante una paleta haza de conidios, es un método efectivo que llevará a cabo donde se cubrirá bolsas plásticas debidamente identificadas por clon para que no se contamine y no contamine a los demás frutos sanos.

Al respecto, autores como (Porrás *et al.*, 1984 Phillips, 1986 Suarez *et al.*, 2006 Aránzazu 2012), mencionan el uso del embolsado de los frutos, metodología que asegura la humedad y el tiempo necesario para permitir la germinación y la infección del patógeno. Así mismo autores como Suarez (1971); Mehan (1981) y Phillips (1986; 2005) resaltan la importancia de la película de agua para el proceso germinativo de la espora del patógeno.

#### **3.3.1.4. Fase de Parámetros Evaluados**

La aparición de los primeros síntomas, pueden ser variables aún en frutos de un mismo cultivo inoculados artificialmente en forma simultánea, esto podría explicar las amplias diferencias entre autores con respecto a esta fase de la infección (Phillips, 1986).

Es importante mencionar que los parámetros más empleados para medir la resistencia de los materiales han sido la incidencia y la severidad a los seis días después de la inoculación (Phillips y Galin, 1989).

La evaluación se realizó de forma constante cada fin de semana y las variables a evaluar (severidad externa, severidad interna y porcentaje de infección) por medio de grados según el estado de infección del clon.

#### **3.3.1.5. Severidad Externa**

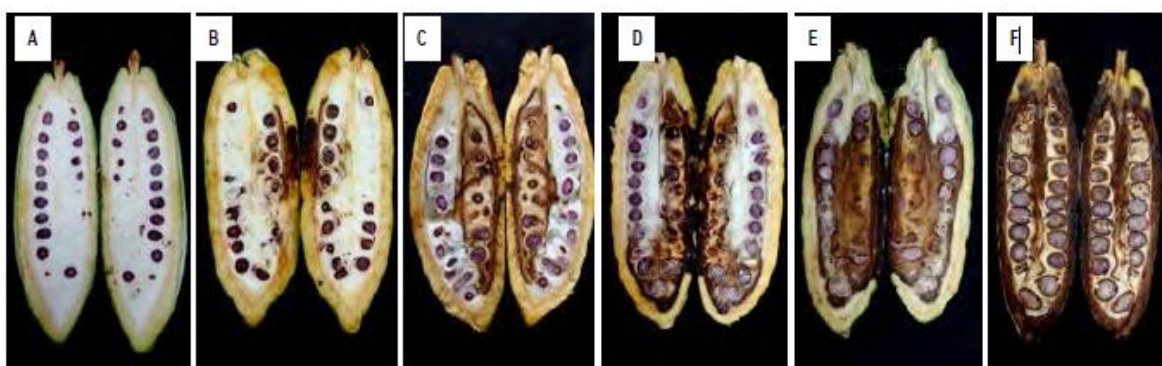
La variable de Severidad externa, fue evaluada de acuerdo con la apariencia externa que mostró cada fruto y medida por medio de la siguiente escala Phillips *et al.*, (2005), entre 0 y 4.9 variando de la siguiente forma: 0 para mazorcas sanas, 1 para puntos iniciales o deformaciones, 2 puntos concentrados próximo a mancha, 3 mancha chocolate necrosis, grado 4 micelios hasta un 25 % sobre la mancha y grado 5 micelios > 25 % sobre la mancha



**Figura 6. Escala para determinar la severidad externa de la moniliasis del cacao propuesta por Phillips *et al.*, (2005): A). Grado cero, B). Grado 1, C). Grado 2, D). Grado 3, E). Grado 4 y F). Grado 5.**

### 3.3.1.6. Severidad Interna

La Severidad interna se evaluó de acuerdo al grado de daño interno de cada fruto y se midió por medio de la siguiente escala Phillips *et al.*, (2005), clasificación internacionalmente aceptada: para este caso varió de uno a cinco grados así: 0 para 100% de almendra sana, 1 para el 20 % de almendra afectada, 2 para el 40%, 3 para el 60%, 4 para el 80%, y finalmente 5 para el 100% de almendra dañada.



**Figura 7. Escala para determinar la severidad interna según Phillips *et al.*, (2005): A). Grado cero, B). Grado 1, C). Grado 2, D). Grado 3, E). Grado 4 y F). Grado 5.**

### 3.3.1.7. Porcentaje de infección

Para efectos estadísticos se consideró cada registro como proveniente de una muestra categórica, por lo tanto, cada fruto recibió un valor cuantitativo, así mismo tomando 1 frutos por clon. En el cuadro 1, se presenta la escala de respuesta a la infección por *M. royeri* propuesta por Phillips y Mora *et al.*, (2005), en dicha tabla se puede observar como la variable severidad interna es la que permite categorizar la equivalencia en porcentaje de daño interno del grano, clasificando la respuesta de resistencia en Resistente (R), Moderadamente resistente (MR), Moderadamente susceptible (MS) y Susceptible (S).

**Cuadro 1. Escala de clasificación de infección de *M. royeri***

Clasificación ISI	Rango
Resistente;	0 - 1,25
Moderadamente Resistente	1,26 - 2,50
Moderadamente susceptible	2,51 - 3,75
Susceptible	3,76 - 5,0

Fuente: Phillips *et al.* (2005)

### 3.3.2. Diseño experimental

El diseño con el cual se trabajó en el presente trabajo de investigación corresponde al diseño bloques completamente al azar (DBCA). Con 17 tratamientos y 8 repeticiones.

#### Modelo Estadístico

El Modelo Lineal Aditivo es el siguiente:

Dónde:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$	=	Una observación cualquiera
$\mu$	=	Media general
$j$	=	Efecto del $j$ – ésimo bloque
$i$	=	Efecto del $i$ – ésimo tratamiento factor (clones)
$\epsilon_{ijk}$	=	Error experimental.

<b>Tratamiento</b>	i.....	t.....	1.....	17 clones
<b>Bloques</b>	j.....	r.....	1.....	8

### 3.3.2.1. Croquis del Experimento

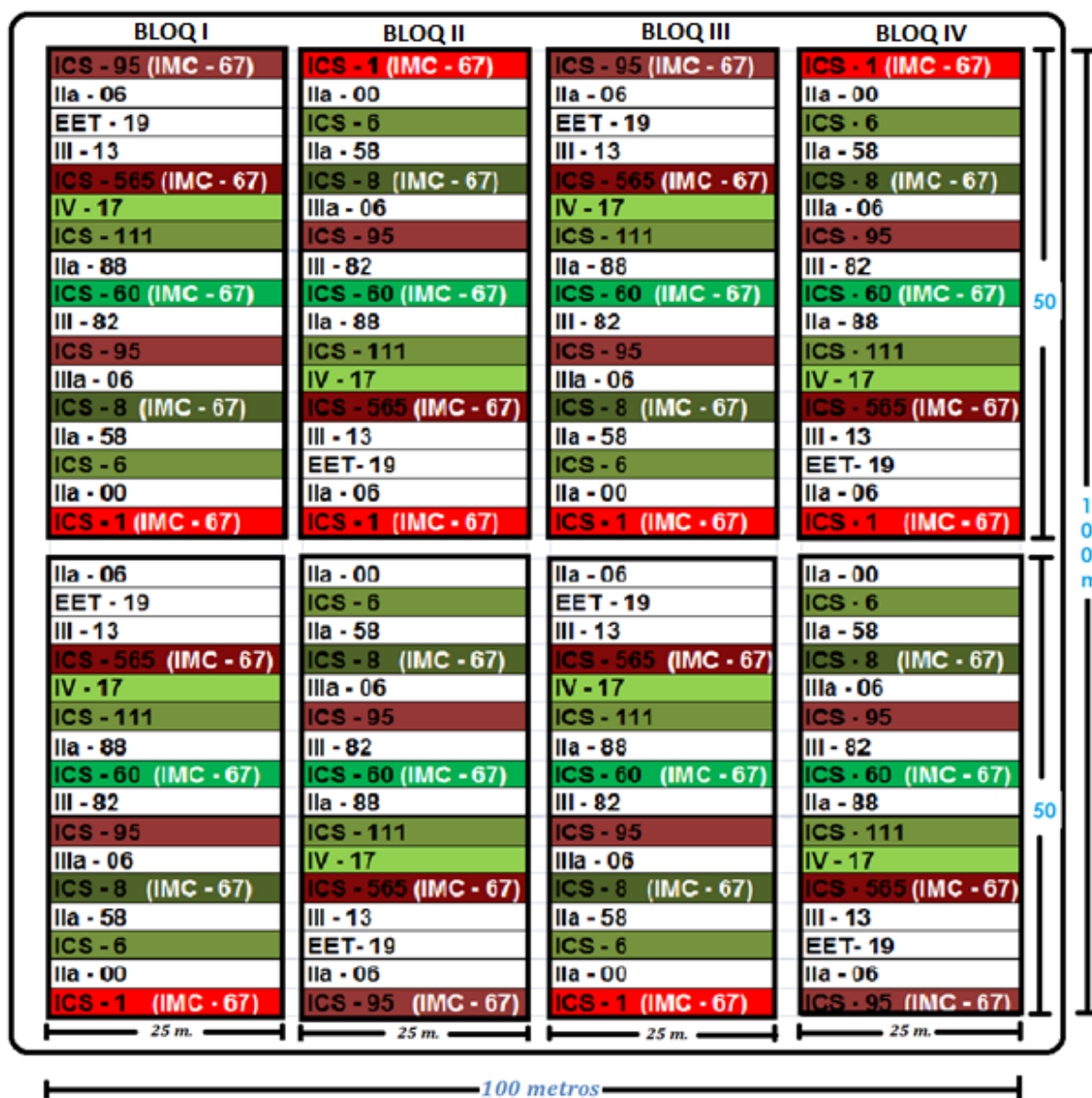


Figura 8. Croquis del experimento (Fuente propia)

### 3.3.2.2. Prueba de Media Comparación Múltiple de Duncan

Se procedió una prueba de medias Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) para saber la diferencia significativa de la monilia del cacao.

### 3.3.3. Factores de estudio

El diseño tendrá 17 (clones) tratamientos y ocho bloques. De los cuales 9 clones de selección introducidos de otros países, se muestra a continuación en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2. Clones de cacao introducidos o internacionales**

N <sup>o</sup> Clones	Tipo de clones	Cantidad
1	ICS - 1	56
2	ICS - 6	56
3	ICS - 8	48
4	ICS -95	56
5	ICS - 60	56
6	ICS - 111	56
7	TSH - 565	48
8	EET - 19	56
9	IMC - 67	41
<b>TOTAL</b>		<b>473</b>

Fuente: Piaf el Ceibo (2004)

En los clones de selección local existen 8 clones de selección de las diferentes area de zona de el alto Beni y a continuación se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3. Clones de cacao de selección del lugar**

N <sup>o</sup>	Selección de cacao	Cantidad
1	Ila - 00	56
2	Ila - 58	56
3	III - 06	56
4	III - 82	56
5	Ila - 88	56
6	IV - 17	56
7	III- 13	56
8	Ila - 06	56
<b>TOTAL</b>		<b>448</b>

Fuente: Piaf el Ceibo (2004)

Los clones de selección del lugar donde se tiene en diferentes area de zona del alto Beni, en lo cual se tienen los reportes de agricultores mejoradores del clon como también el lugar de recolección donde se muestra continuación

**Cuadro 4. Clones de selección del lugar de recolección**

N <sup>a</sup>	Selección de cacao	Nombre de productor	Lugar recolección	Color de la mazorca
1	Ila – 00	Agricultor Arturo Masías	Sapecho Área II	verde
2	Ila – 58	Agricultor Braulio Paco	Sapecho Área II	verde
3	III - 06	Agricultor Toribio Alborta	Villa Prado Área III	verde
4	III - 82	Agricultor S/n	Área III	verde
5	Ila - 88	Agricultor Germán Trujillo	Sapecho Área II	verde
6	IV - 17	Agricultor Toribio Gutiérrez	San Antonio Área IV	verde
7	III- 13	Agricultor Bernabe Cuaquira	Sararia Brecha T Área III	rojo
8	Ila - 06	Agricultor S/n	Área II	verde

Fuente: Piaf el Ceibo (2004)

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar los resultados y correlacionar la respuesta a la infección por *Monilia* bajo inoculaciones artificiales del comportamiento del patógeno en campo, se determinó la respuesta fitosanitaria de parcelas experimentales de la colonia San Antonio. Los clones regionales o locales evaluados fueron: IIa – 00, IIa – 58, III – 06, III – 82, IIa – 88, IV - 17, III- 13 y IIa - 06, mientras que los clones introducidos son: ICS – 1, ICS – 6, ICS – 8, ICS – 60, ICS – 111, TSH – 565, EET – 19, el clon ICS-95 con IMC – 67 como flor masculino y ICS -95 utilizados como testigos de la tolerancia y la resistencia.

### 4.1.1. Evaluación del comportamiento de *M. rozeri* en campo

Las parcelas experimentales se encontraron en una hectárea de tamaño, en un jardín clonal debidamente diseñado, el terreno pertenece a un socio de la cooperativa de San Antonio, de la colonia San Antonio del área IV perteneciente al municipio de Alto Beni, lo cual la parcela se elaboró con el proyecto “Modernización de la Cacaocultura Orgánica del Alto Beni” en el 2004 con la ayuda de PIAF “El Ceibo”.

Mediante las pruebas dirigidas con inoculación artificial de *M. rozeri*, se encontraron diferencias significativas en los niveles de resistencia o susceptibilidad a *Moniliophthora rozeri*, entre los 17 cultivares de cacao evaluados en la investigación.

La reacción de los clones de cacao como clones introducidos y de selección del lugar, donde fueron evaluados donde indica si existe diferencias significativas entre severidad externa e interna y el porcentaje de infección, por lo cual se evaluaron que clones internacionales y locales son resistentes o no según el comportamiento de la monilla en el lugar de estudio durante las fechas estipuladas.

### 4.1.2. Severidad externa

Las evaluaciones de la severidad externa en cada fruto se realizaron cada fin de semana durante 9 semanas, en donde se realizó el estudio y la verificación de las mazorcas infectadas con el primer síntoma de los clones de cacao evaluados se indica diferencias significativas entre severidad externa en las diferentes semanas.

#### 4.1.2.1. Severidad externa a la semana uno

El análisis de varianza (ANVA) para severidad externa en la semana uno entre bloques no presentaron diferencias significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) mayor al 0,05 (0,099), pero la severidad externa en la semana uno entre clones presentaron diferencias significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) mayor al 0,01 (0,002). Teniéndose con 291,836% de coeficiente de variabilidad.

En el cuadro 5, se reportaron el promedio de la severidad externa a la semana uno que es con una media: 0,088 según el número de repeticiones de los clones regionales e internacionales en pruebas de resistencia a *Monilia* a la 9 semana de inoculación, evidenciaron una estabilidad en la expresión de los síntomas de algunos cultivares y tipologías de resistencia importantes, con una dilatoriedad en los síntomas, característica significativa al momento de retardar la expresión de los mismos en los frutos inoculados, en lo cual se pudo evidenciar la poca presencia de infección de la monilia en algunos bloques.

**Cuadro 5. Análisis de varianza para la severidad externa en la semana uno**

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C. M.</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Bloque	7	0,823	0,118	1,77	0,099 ns
Clon	16	2,691	0,168	2,54	0,002 *
Error	112	7,426	0,066		
Total	135	10,941			

ns= no significativo

\* = significativo

C.v: 291,836%

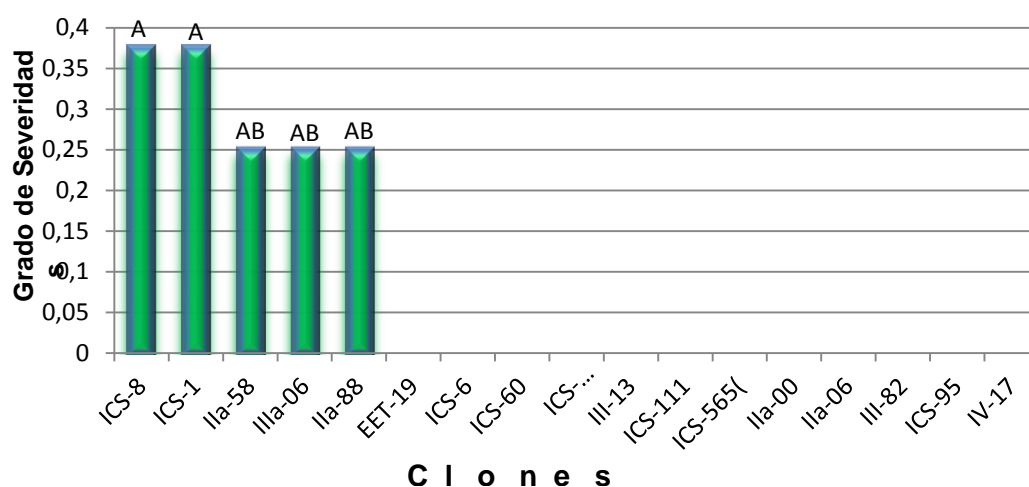
Media: 0,088



En la figura 9, también se detallan las diferencias significativas entre clones con los promedios de severidad externa en los cultivares evaluados, donde los clones ICS-8, ICS-1, mostraron puntos iniciales moderadas a *M. royeri*; y los clones regionales Ila-58, IIIa-06, y Ila-88 se mostraron la menor severidad externa, que fue de 0,250 (síntoma de puntos iniciales); en cambio los demás clones no presentaron ninguna grado de severidad externa mazorcas sanas.

En el inicio de la recopilación de datos de la investigación de los clones en el estudio forman dos grupos diferenciales (A y B) de la prueba de Duncan, los promedios más altos alcanzados en la severidad externa semana uno lo tienen el clon ICS-8 y ICS-1 con una media de 0,375 significativamente diferentes a los clones que obtuvieron cero de promedio como los clones EET-19, ICS-6, ICS-60, ICS-95(IMC-67), III-13, ICS-111, ICS-565, Ila-00, Ila-06, III-82, ICS-95, IV-17.

El clon ICS – 8 e ICS -1 obtuvieron en las mazorcas los primeros síntomas de la monilia con mayor susceptibilidad en la primera semana, por el contrario de los clones resistentes que según Phillips (2003), indican resistencia a monilia en los clones de cacao ICS-95 y en la investigación se mostraron la resistencia a la moniliasis, por lo cual según la bibliografía y en el estudio coinciden que el clon ICS-95 es tolerante al hongo.



**Figura 9. Severidad externa de 17 clones de cacao semana uno**

#### 4.1.2.2. Severidad externa a la semana dos

En la semana dos de la severidad externa, aparecieron en algunos clones la infección de la monilia a través de la inoculación artificial a las mazorcas de cacao, en las mediciones se obtuvieron a aparición de algunos clones nuevos con la incidencia de la enfermedad, donde se presentaron puntos iniciales de la monilia por el cual el hongo ingresa a la epidermis y continúa con los tejidos centrales, incluyendo la semilla, e inicia la necrosis desde la parte interna hacia la epidermis ; existen los primeros síntomas en las mazorcas de cacao observándose el grado de severidad.

La identificación de la enfermedad en campo se verificaron mediante sintomatología visual de la monilia apoyados con fotografías, imágenes y publicaciones de los síntomas de la enfermedad. En el cuadro 6, análisis de varianza para la severidad externa en la semana dos entre bloques presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (0,0008), pero la severidad externa en la semana dos entre clones presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (<,0001). Teniéndose con 166,309% de coeficiente de variabilidad y un promedio de la severidad externa a la semana dos con una Media: 0,176.

**Cuadro 6. Análisis de varianza para la severidad externa en la semana dos**

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C. M.</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Bloque	7	2,353	0,336	3,90	0,0008 **
Clon	16	7,765	0,485	5,63	<,0001 **
Error	112	9,647	0,086		
Total	135	19,765			

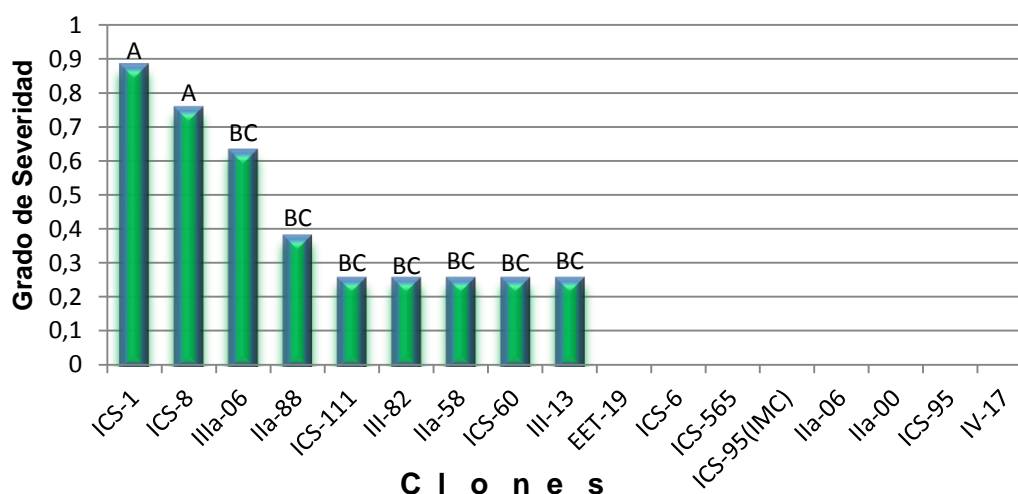
\*\*= altamente significativo

C.v. : 166,309 %

Media: 0,176

En la Figura 10, se muestra donde los clones ICS-8, ICS-1 con una media de 0,750 esto significa que mostraron puntos iniciales a *M. royeri*; luego lo sigue el clon IIIa-06 con una media de 0,375 y los clones regionales Ila-58, Ila-88 y el clon internacional ICS-60 con una media 0,250 que se mostraron con poca incidencia de la severidad externa de la monilia; también se evidenciaron la menor severidad externa los clones ICS-111, III-82 y III-13 que fueron de un media baja con 0,125. En comparación de los clones que obtuvieron el grado cero, como mazorcas sanas sin efecto en la inoculación artificial son los clones: EET-19, ICS-6, ICS-565, ICS-95(IMC-67), Ila-06, Ila-00, ICS-95 y IV-17, son similares en cuanto al promedio general por causa de otros factores ambientales a diferencias de los clones la que más valor obtuvieron y no obtuvieron como se observan en los resultados, a comparación de los demás clones donde se mostraron poca severidad en la semana dos, por otro lado se observaron monilia en los clones que anterior semana uno no tuvieron incidencia, en la semana dos se vieron la aparición de signos de la monilia.

Observando los clones en el estudio estas forman tres grupos diferenciales (A, B y C) de los cuales en la prueba de Duncan, los promedios más altos alcanzados en la severidad externa semana dos lo tienen el clon ICS-8 y ICS-1 con una media de 0,750 significativamente diferentes a los clones que tuvieron cero de promedio como los clones EET-19, ICS-6, ICS-60, ICS-95(IMC-67), Ila-06, Ila-00, ICS-95 y IV-17.



**Figura 10. Severidad externa de 17 clones de cacao en la segunda semana**

#### 4.1.2.3. Severidad externa a la semana Tres

En el análisis de varianza en la semana tres, se presentaron algunas síntomas de la monilia de muchos clones con respecto a la severidad externa; como la aparición de concentrados próximo a mancha en las mazorcas como la incidencia a la monilia por la inoculación artificial, en cambio en otros clones la aparición de puntos iniciales por la presencia de la monilia; otros clones que simplemente no hay presencia de la monilia con un grado de cero, es decir mazorcas sanas y libres de esta enfermedad.

En el cuadro 7, en el análisis de varianza (ANVA) para severidad externa en la semana tres entre bloques presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (0,0002), pero la severidad externa en la semana tres entre clones presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (<,0001). Teniéndose con 185,593% de coeficiente de variabilidad y un promedio de la severidad externa a la semana tres es Media: 0,227. En lo cual hay diferencia altamente significativamente diferente entre bloques y clones en la semana tres y existen cambios en la severidad externa.

**Cuadro 7. Análisis de varianza para la severidad externa en la semana tres**

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C. M.</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Bloque	7	5,581	0,797	4,45	0,0002 **
Clon	16	10,309	0,644	3,60	<,0001 **
Error	112	20,044	0,179		
Total	135	35,934			

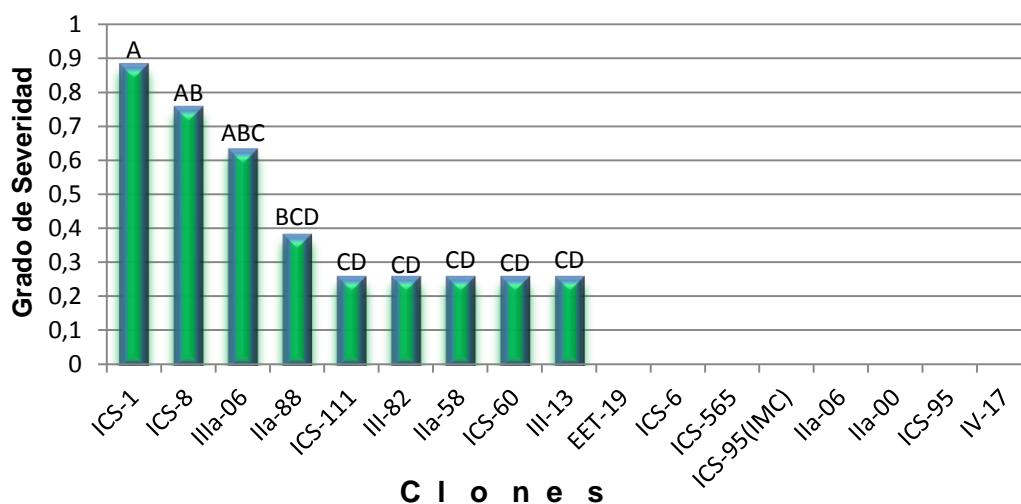
\*\*= altamente significativo

C,v,: 185,593 %

Media: 0,227

En la Figura 11, se muestra la semana tercera donde existieron cambios en los clones como el ICS-8 con una media de 0,875 y el clon ICS-1 con una media de 0,750 es decir que mostraron mayor severidad externa a *M. royeri*; luego lo sigue el clon IIIa-06 con una media de 0,625 y los clones IIa-88 con una media de 0,375 y que se mostraron con poca incidencia de la severidad externa de la monilia, luego con menor severidad externa los clones ICS-111, ICS-60, III-82, IIa-58 y III-13 que fue de un media baja con 0,250. En comparación de los clones que obtuvieron el grado de cero mazorcas sanas sin efecto a la inoculación artificial son los clones: EET-19, ICS-6, ICS-565, ICS-95(IMC-67), IIa-06, IIa-00, ICS-95 y IV-17, son similares en cuanto al promedio general por causa de otros factores ambientales a causa de la temperatura y la topografía existente en el lugar de estudio, por otro lado nos muestra que las condiciones climáticas influyen para la proliferación de esta enfermedad.

En la semana tercera observando los clones en el estudio estas forman cuatro grupos diferenciales (A, B, C y D) de los cuales en la prueba de Duncan, los promedios más altos alcanzados en la severidad externa semana tercera lo tienen el clon ICS-8 con una media de 0,875, significativamente diferentes a los clones que tuvieron cero de promedio como los clones EET-19, ICS-6, ICS-60, ICS-95(IMC-67), IIa-06, IIa-00, ICS-95 y IV-17 los cuales no tuvieron incidencias de esta enfermedad en lo cual tuvieron tolerancia.



**Figura 11. Severidad externa de 17 clones de cacao en la Tercera semana**

#### 4.1.2.4. Severidad externa a la semana cuatro

En la semana cuatro en el análisis de varianza se presentaron mayor grado de severidad externa, más avanzada en algunos clones como la aparición de mancha chocolate y necrosis en algunos clones de cacao, en otras unidades experimentales la aparición de concentrados próximo a mancha en las mazorcas como la incidencia a la monilia por la inoculación artificial, en cambio en otros clones la aparición de puntos iniciales por la presencia de la monilia y otros clones que simplemente no hay presencia de la monilia con un grado de cero con mazorcas sanas y libres del patógeno, donde las muestras de las unidades experimentales observadas se detallan a continuación.

En el cuadro 8, la semana cuarta se observaron cambios en la incidencia de la enfermedad en las mazorcas de cacao, el análisis de varianza (ANVA) para severidad externa en la semana cuarta entre bloques presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (0,0002), pero la severidad externa en la semana cuarta entre clones presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (<,0001). Teniéndose con 185,143% de coeficiente de variabilidad y un promedio de la severidad externa a la semana cuarta es Media: 0,352. Y existe diferencia altamente significativamente diferente entre bloques y clones en la semana cuarta en las mazorcas de cacao.

**Cuadro 8. Análisis de varianza para la severidad externa en la semana cuatro**

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C. M.</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr &gt; F</i>
bloque	7	13,176	1,88	4,41	0,0002 **
clon	16	24,058	1,503	3,52	<,0001 **
Error	112	47,823	0,427		
Total	135	85,058			

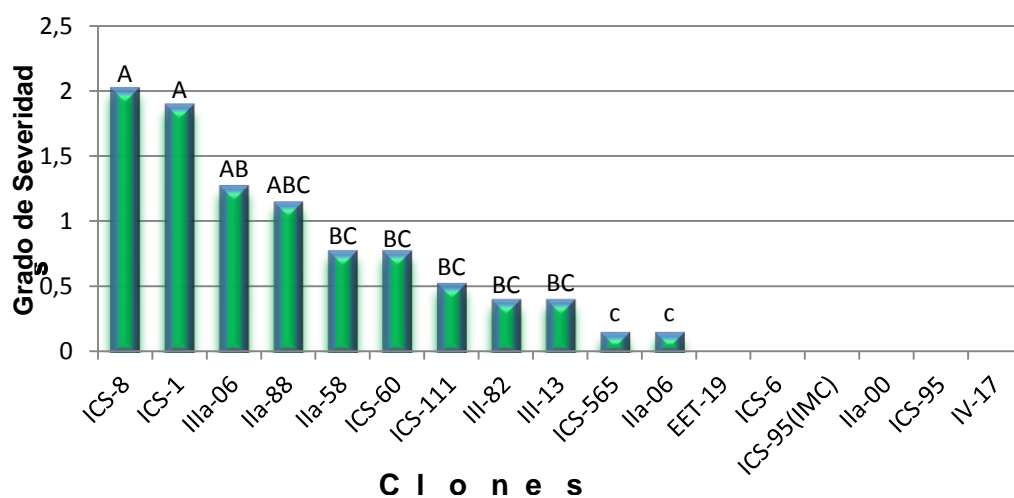
\*\*= altamente significativo

c.v.: 185,143%

Media: 0,352

En la Figura 12, se muestra el sobre poblamiento de la enfermedad en algunos clones, se vieron cambios en los clones ICS-8, ICS-1 con una media de 1,250 que mostraron mayor severidad externa a *M. royeri* algunos frutos con el grado de mancha chocolate y necrosis; luego lo sigue el clon IIIa-06 con una media de 0,875 y los clones IIa-88 con una media de 0,625 y que se mostraron con poca incidencia de la severidad externa de la monilia, también existieron menor incidencia a los clones IIa-58 y ICS-60 con una media 0,500 después con poca intensidad los clones ICS-111 y III-82 con una media baja 0,375, y los clones más baja de promedio son III-13 que fue de un media con 0,250. En comparación de los clones que obtuvieron el grado de cero con mazorcas sanas sin efecto en la inoculación artificial son los clones: EET-19, ICS-6, ICS-565, ICS-95(IMC-67), IIa-06, IIa-00, ICS-95 y IV-17, en cuanto al promedio general obtuvieron diferencia de las anteriores semanas por causa de otros factores ambientales como la temperatura y la ubicación de la mazorca.

En la semana cuarta se observaron clones más infectados con la enfermedad estas forman tres grupos diferenciales (A, B y C) de los cuales en la prueba de Duncan, los promedios más altos alcanzados en la severidad externa semana cuarta lo tienen el clon ICS-8 y ICS-1 con una media 1,250 significativamente diferentes a los clones que tuvieron cero de promedio como los clones EET-19, ICS-6, ICS-60, ICS-95(IMC-67), IIa-06, IIa-00, ICS-95 y IV-17 los cuales tuvieron resistencia al patógeno.



**Figura 12. Severidad externa de 17 clones de cacao en la Cuarta semana**

#### 4.1.2.5. Severidad externa a la semana quinta

En el análisis de varianza se presentaron en la severidad externa más avanzada en algunos clones como la aparición de mancha chocolate necrosis en muchas mazorcas de cacao, en otras unidades experimentales la aparición de concentrados próximo a mancha en las mazorcas como la incidencia a la monilia por la inoculación artificial, donde obtuvieron cambio en otros clones en la aparición de puntos iniciales por la presencia de la monilia, y otros clones que no hay presencia de la monilia con un grado de severidad de cero mazorcas sanas y libres de esta enfermedad, las muestras de las unidades experimentales observadas se muestran a continuación.

En el cuadro 9, se muestran los resultados donde existen cambios de la severidad externa, el análisis de varianza (ANVA) para severidad externa en la semana quinta entre bloques presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (0,0001), pero la severidad externa en la semana quinta entre clones presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (<,0001). Teniéndose con 158,393% de coeficiente de variabilidad y un promedio de la severidad externa a la semana quinta es Media: 0,544. Donde el cual existe diferencia altamente significativamente diferente entre bloques y clones en la semana quinta por cambios en la severidad externa en las mazorcas de cacao en lugar de estudio.

**Cuadro 9. Análisis de varianza para la severidad externa en la semana quinta**

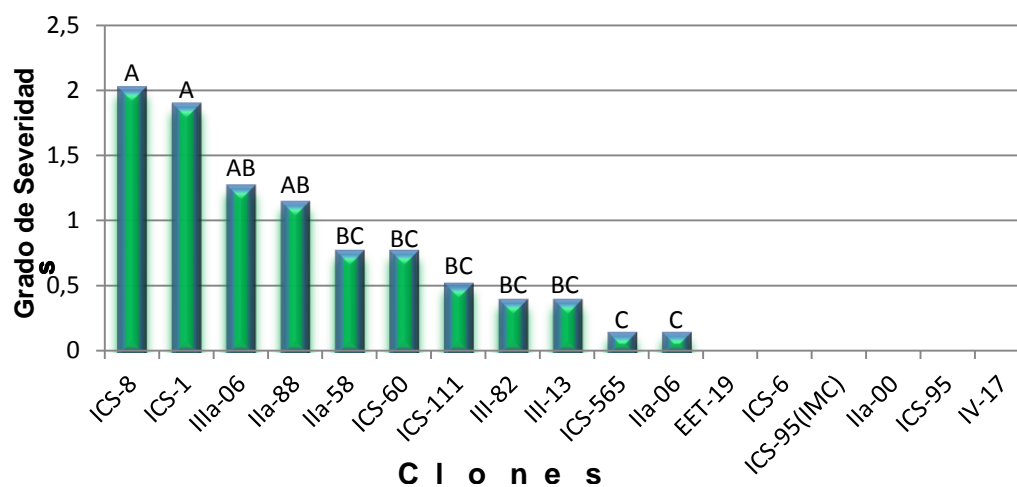
F.V.	G.L.	S.C.	C. M.	F-Valor	Pr > F
bloque	7	26,559	3,794	5,11	<,0001 **
clon	16	55,985	3,499	4,71	<,0001 **
Error	112	83,191	0,743		
Total	135	165,735			

\*\*= altamente significativo  
 c.v.: 158,393 %  
 Media: 0,544



En la Figura 13, en la semana quinta se obtuvieron los datos con mucha severidad, donde algunas mazorcas de cacao se mostraron micelios hasta un 25 % sobre la mancha en el fruto del cacao como los clones ICS-8 con una media de 2,00, luego lo sigue ICS-1 con una media de 1,875 que mostraron mayor severidad externa a *M. royeri*; en algunos frutos con el grado de mancha chocolate necrosis; y después lo sigue el clon Ila-88 con una media de 1,125 y los clones Ila-58, ICS-60 con una media 0,750; los clones ICS-111 con una media 0,50 donde se evidenciaron poca incidencia de la severidad externa de la monilia, luego se mostraron la menor severidad externa los clones III-82 y III-13 con una media 0,375; después con poca intensidad de la severidad los clones ICS-565 y Ila-06 con una media baja 0,124 y en comparación de los clones que obtuvieron poca incidencia del patógeno con el grado de cero mazorcas sanas: EET-19, ICS-6, ICS-565, ICS-95(IMC-67), Ila-06, Ila-00, ICS-95 y IV-17, estos clones son tolerantes a la enfermedad.

Observando los clones en el estudio estas forman tres grupos diferenciales (A, B y C) de los cuales en la prueba de Duncan, los promedios más altos alcanzados en la severidad externa semana quinta lo tienen el clon ICS-8 con una media 2,000, significativamente diferentes a los clones ICS-565 y Ila-06 con media de 0,125 y los que tuvieron cero de promedio como los clones EET-19, ICS-6, ICS-60, ICS-95(IMC-67), Ila-06, Ila-00, ICS-95 y IV-17.



**Figura 13. Severidad externa de 17 clones de cacao en la quinta semana**

#### 4.1.2.6. Severidad externa a la semana sexta

En la semana sexta se presentaron la aparición en algunas mazorca los micelios hasta un 25 % sobre la mancha, y también se observaron severidad externa más avanzada en algunos clones como la aparición de mancha chocolate necrosis en muchos mazorcas de cacao, en otras unidades experimentales la aparición de concentrados próximo a mancha en las mazorcas como la incidencia a la monilia por la inoculación artificial, en cambio en otros clones la aparición de puntos iniciales por la presencia de la monilia y otros clones que simplemente no hay presencia de la monilia con un grado de cero mazorcas sanas y libres de esta enfermedad.

En el cuadro 10, se muestra que existe cambios por la presencia de la enfermedad, el análisis de varianza (ANVA) para severidad externa en la semana sexta entre bloques presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (0,0001), pero la severidad externa en la semana sexta entre clones presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (<,0001). Teniéndose con 133,034% de coeficiente de variabilidad y un promedio de la severidad externa a la semana sexta es Media: 0,852. Existe diferencia altamente significativa entre bloques y clones en la semana sexta y cambios en la severidad externa en las mazorcas de cacao.

**Cuadro 10. Análisis de varianza para la severidad externa en la semana sexta**

F.V.	G.L.	S.C.	C. M.	F-Valor	Pr > F
bloque	7	47,294	6,756	5,25	<,0001 **
clon	16	101,559	6,347	4,93	<,0001 **
Error	112	144,206	1,287		
Total	135	293,059			

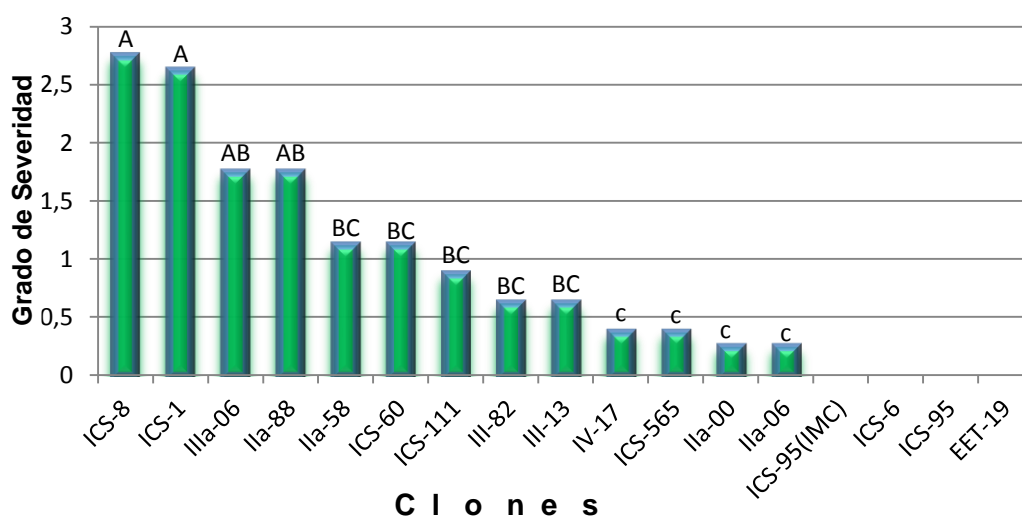
\*\*= altamente significativo

C.v.: 133,034 %

Media: 0,852

En la Figura 14, en la semana sexta se obtuvieron los datos algunos clones con mucha severidad, donde algunas mazorcas de cacao se mostraron micelios hasta un 25 % sobre la mancha el clones ICS-8 con una media de 2,750, luego el clon ICS-1 con una media de 2,625 que mostraron mayor severidad externa a *M. royeri*, algunos frutos con el grado de mancha chocolate necrosis; luego lo sigue los clones IIIa-06 y Ila-88 con una media de 1,750 y el clones Ila-58, ICS-60 con una media 1,125 y los clones ICS-111 con una media 0,875 y que se mostraron con poca incidencia a la monilia, luego manifestaron la menor severidad externa los clones III-82 y III-13 con una media 0,625, después con poca intensidad de la severidad los clones ICS-565 y IV- 17 con una media baja 0,375, también la aparición de los clones Ila-00 y Ila-06 con una media de 0,250 y en comparación de los clones que la enfermedad no entro y que obtuvieron el grado de cero con mazorcas sanas son los clones: EET-19, ICS-6, ICS-95(IMC-67) y ICS-95.

En la semana sexta Observando los clones en el estudio estas forman tres grupos diferenciales (A, B y C) de los cuales en la prueba de Duncan, los promedios más altos alcanzados en la severidad externa semana sexta lo tienen el clon ICS-8 con una media 2,750 y ICS-1 con una media 2,625, significativamente diferentes a los clones IV-17 y ICS-565 con una media 0,375 y los que tuvieron cero de promedio como los clones, ICS-6, ICS-95(IMC-67), ETT.19, ICS-95 los cuales no tuvieron incidencias de esta enfermedad todavía.



**Figura 14. Severidad externa de 17 clones de cacao en la sexta semana**

#### 4.1.2.7. Severidad externa a la semana séptima

Para la semana séptima existieron con mayor presencia la enfermedad en las mazorcas de cacao micelios hasta un 25 % sobre la mancha, también se observaron mucha severidad externa en algunos clones como la aparición de mancha chocolate y necrosis en muchos mazorcas de cacao, en otras unidades experimentales la aparición de concentrados próximo a mancha en las mazorcas como la incidencia a la monilia por la inoculación artificial, en cambio en otros clones la aparición de puntos iniciales por la presencia de la monilia y otros clones que simplemente no hay presencia de la monilia con un grado de cero simplemente mazorcas sanas.

En el cuadro 11, se reporta cambios porcentuales de muchos clones a la severidad externa, el análisis de varianza (ANVA) para la semana séptima entre bloques presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (0,0004), pero la severidad externa en la semana séptima entre clones presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (<,0001). Teniéndose con 107,482% de coeficiente de variabilidad y un promedio de la severidad externa a la semana séptima es Media: 1,301. En lo cual existe diferencia altamente significativamente diferente entre bloques y clones en la semana séptima y existen cambios en la severidad externa en las mazorcas de cacao.

**Cuadro 11. Análisis de varianza para la severidad externa en la semana séptima**

F.V.	G.L.	S.C.	C. M.	F-Valor	Pr > F
Bloque	7	57,463	8,209	4,20	0,0004 **
Clon	16	146,015	9,126	4,66	<,0001 **
Error	112	219,162	1,957		
Total	135	422,639			

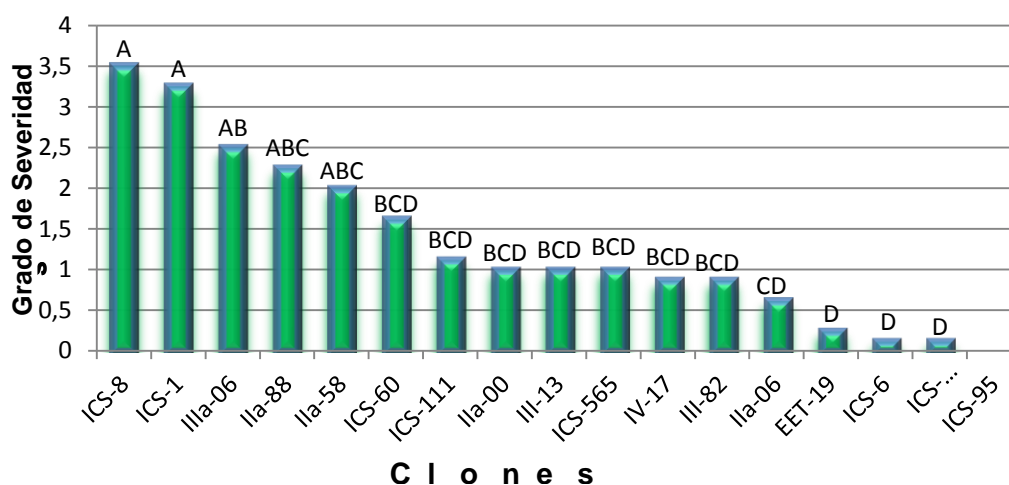
\*\*= altamente significativo

C.v. : 107,482 %

Media : 1,301

En la Figura 15, se muestra que en semana séptima se obtuvieron los datos con mucha severidad donde en muchas mazorcas de cacao; se mostraron micelios hasta un 25 % sobre la mancha el clon con mayor severidad fue ICS-8 con una media de 3,500, luego lo sigue ICS-1 con una media de 3,250 que mostraron mayor severidad externa a la monilia, algunos frutos con el grado de mancha chocolate necrosis; luego lo sigue los clones IIIa-06 con una media de 2,500 y IIa-88 con una media de 2,250, y lo sigue los clones IIa-58 con una media de 2,000 y ICS-60 con una media 1,625 y los clones ICS-111 con una media 1,125, y que se mostraron con poca incidencia de la severidad externa de la monilia, luego se mostraron la menor severidad externa los clones IIa-00, III-13 y ICS-565 con una media 1,000 después con poca intensidad de la severidad los clones III-82 y IV-17 con una media baja 0,875; también la aparición de los clones IIa-06 con una media de 0,625 y el clon es EET-19 con una media de 0,250; los clones con poca severidad ICS-6 y ICS-95(IMC-67) con una media de 0,125 y en comparación del clon que obtuvieron el grado de cero mazorcas sanas son el clon: ICS-95.

Los clones en el estudio estas forman cuatro grupos diferenciales (A,B,C y D) de los cuales en la prueba de Duncan, los promedios más altos alcanzados en la severidad externa semana séptima lo tienen el clon ICS-8 con una media 3,500 y ICS-1 media de 3,250, significativamente diferentes al clon EET-19 con una media 0,250 y el clones ICS-6 y ICS-95(IMC-67) con una media de 0,125 y el clon que tiene cero de promedio como ICS-95.



**Figura 15. Severidad externa de 17 clones de cacao en la séptima semana**

#### 4.1.2.8. Severidad externa a la semana octava

Para la semana octava existieron mazorcas de cacao con micelios > 25 % sobre la mancha, en algunas mazorcas y con mayor porcentaje mazorca con micelios hasta un 25 % sobre la mancha, también se observaron más severidad externa más avanzada en algunos clones como la aparición de mancha chocolate necrosis en muchas mazorcas de cacao, en otras unidades experimentales la aparición de concentrados próximo a mancha en las mazorcas como la incidencia a la monilia por la inoculación artificial, en cambio en otros clones la aparición de puntos iniciales por la presencia de la monilia; otros clones que no hay presencia de la monilia con un grado de cero mazorcas sanas clones libres de esta enfermedad.

En el cuadro 12, se muestra el análisis de varianza (ANVA), la severidad externa en la semana octava entre bloques presentaron diferencias significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) mayor al 0,01 (0,018), pero la severidad externa en la semana octava entre clones presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (<,0001). Teniéndose con 72,475% de coeficiente de variabilidad y un promedio de la severidad externa a la semana octava es Media: 1,911. Donde el cual existe diferencia entre bloques y clones en la semana octava y existen cambios en la severidad externa en las mazorcas de cacao a la enfermedad.

**Cuadro 12. Análisis de varianza para la severidad externa e la semana octava**

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C. M.</i>	<i>F-Valor</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Bloque	7	34,235	4,891	2,55	0,018 *
Clon	16	175,691	10,981	5,72	<,0001 **
Error	112	215,015	1,919		
Total	135	424,941			

\*= Significativo

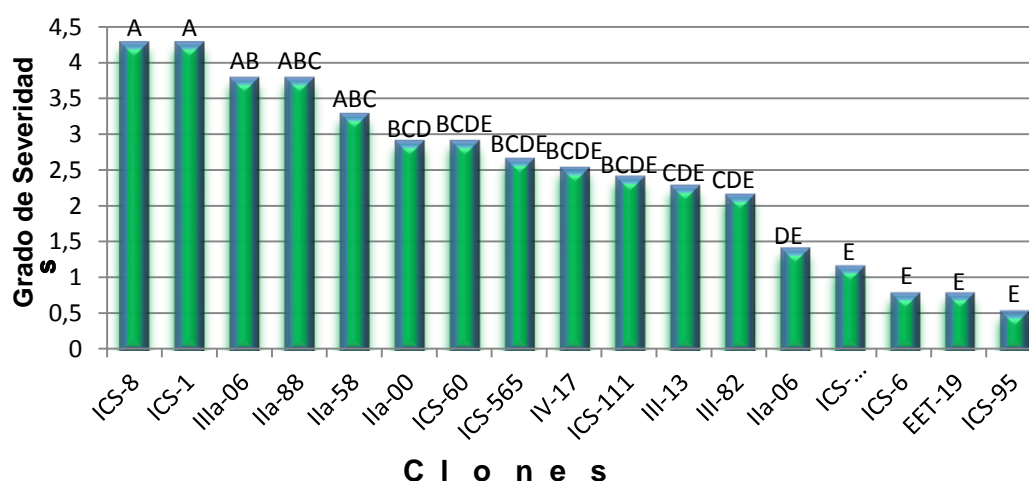
\*\*= Altamente significativo

C.v. : 72,475 %

Media : 1,911

En la Figura 16, en la semana octava se obtuvieron con micelios > 25 % sobre la mancha en las mazorcas de cacao, los datos muestran con mucha severidad, en muchas mazorcas de cacao se mostraron micelios hasta un 25 % sobre la mancha los clones ICS-8 y ICS-1 con una media de 4,000, algunos frutos con el grado de mancha chocolate necrosis; luego lo sigue los clones IIIa-06 con una media de 3,250 y Ila-88 con una media de 3,000 y los clones Ila-58 con una media de 2,625 y ICS-60 con una media 2,375 y los clones Ila-00 y ICS-565 con una media 1,875, luego IV-17, ICS-111 con una media 1,750, también se mostraron la menor severidad externa el clon, III-13 con una media 1,625 y el clon III-82 con una media 1,500 después con poca intensidad de la severidad el clon Ila-06 con una media 1,000, el clon ICS-95(IMC-67) con una media baja 0,625 y también la aparición de los clones Ila-06 y EET-19 con una media de 0,500 , pero en comparación del clon: ICS-95 con una media baja 0,250.

En la penúltimas semana forman cinco grupos diferenciales (A, B, C, D y E) de los cuales en la prueba de Duncan, los promedios más altos alcanzados en la severidad externa semana octava el clon ICS-8 y ICS-1 con una media de 4,000 es decir susceptible a la enfermedad y después los promedios más significativamente diferentes al clon ICS-95(IMC-67) con su media 0,625; los clones ICS-6 y EET-19 su medias de 0,500 que es moderadamente resistente, y después con más bajos promedios como el clon ICS-95 su promedio 0,250 los cuales la incidencias de esta enfermedad causa poco efecto en la inoculación es decir resistentes



**Figura 16. Severidad externa de 17 clones de cacao en la Octava semana**

#### 4.1.2.9. Severidad externa a la semana novena

En la última semana existieron muchas mazorcas de cacao con micelios > 25 % sobre la mancha en algunas mazorcas, y con mayor porcentaje mazorca con micelios hasta un 25 % sobre la mancha y también se evidenciaron la severidad externa más avanzada en algunos clones como la aparición de mancha chocolate necrosis en muchas mazorcas de cacao, en otras unidades experimentales la aparición de concentrados próximo a mancha en las mazorcas como la incidencia a la monilia por la inoculación artificial, en cambio en otros clones la aparición de puntos iniciales por la presencia de la monilia.

En el cuadro 13, el análisis de varianza (ANVA) para severidad externa en la semana novena entre bloques no presentaron diferencias significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) mayor al 0,05 (0,057), pero la severidad externa en la semana séptima entre clones obtuvieron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (<,0001). Teniéndose con 57,963% de coeficiente de variabilidad y un promedio de la severidad externa a la semana novena es Media: 2,433. Por tanto existe diferencia entre bloques y clones en la semana novena existen cambios en la severidad externa en muchas mazorcas de cacao.

**Cuadro 13. Análisis de varianza para la severidad externa en la semana novena**

F.V.	G.L.	S.C.	C. M.	F-Valor	Pr > F
Bloque	7	28,228	4,032	2,03	0,057 ns
Clon	16	188,279	11,767	5,91	<,0001 **
Error	112	222,897	1,990		
Total	135	439,404			

Ns= No significativo

\*\*= altamente significativo

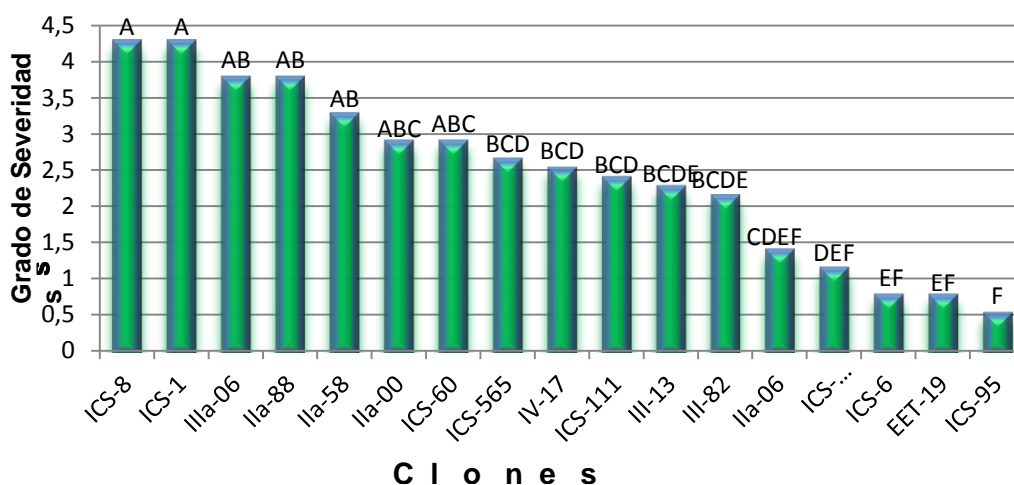
C.v.: 57,963 %

Media : 2,433



En la Figura 17, se muestra en la última semana que se obtuvieron con micelios > 25 % sobre la mancha en las mazorcas de cacao los datos muestran con mucha severidad, los clones ICS-8 y ICS-1 con una media 4,250, después lo sigue donde según el grado en muchas mazorcas de cacao se mostraron micelios hasta un 25 % sobre la mancha los clones y que tuvieron esa severidad fueron IIIa-06 y Ila-88 con una media de 3,750, algunos frutos con el grado de mancha chocolate necrosis; luego lo sigue los clones Ila-58 con una media de 3,250, también los clones lo ICS-60 y Ila-00 con una media 2,875 y ICS-565 con una media 2,625, luego IV-17 con una media de 2,500, ICS-111 con una media 2,375, luego existieron menor severidad externa el clon, III-13 con una media 2,250 y el clon III-82 con una media 2,125, después con poca intensidad de la severidad el clon Ila-06 con una media 1,375, y lo sigue el clon ICS-95(IMC-67) con una media baja 1,125, también la aparición de los clones Ila-06 y EET-19 con una media de 0,750, y en comparación del clon que obtuvieron poca severidad grado uno puntos iniciales deformación en los frutos en el efecto en la inoculación artificial son el clon: ICS-95 con una media baja 0,500

Observando los clones en el estudio estas forman seis grupos diferenciales (A, B, C, D, E y F), de los cuales en la prueba de Duncan, los promedios más altos alcanzados en la severidad externa semana novena lo tienen el clon ICS-8 y ICS-1 con los promedios más altos significativamente diferentes al clon que tiene bajos promedios como ICS-95 los cuales la incidencias de esta enfermedad causa poco efecto en la inoculación artificial.



**Figura 17. Severidad externa de 17 clones de cacao en la novena semana**

#### 4.1.3. Severidad Interna

Después de las once semanas de inoculado el patógeno, se cosechó las mazorcas, para realizar un corte horizontal y se evaluó la severidad interna (SI) de la mazorcas evaluadas. Se determinó la severidad interna mediante la escala de 0 a 5 según el grado de descomposición de las almendras, donde el daño interno ocasionado por las inoculaciones de *M. royeri* es expresado en Índice de Severidad Interna (ISI), por lo que las semillas no pueden ser aprovechadas. El nivel de daño interno en el fruto se reduce a medida que éste se acerca a su madurez ya que se evidenciaron en frutos

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que *M. royeri* presentó la habilidad de desarrollar infección en todas los estados de desarrollo de los frutos infectados, alcanzando una alta incidencia de la enfermedad, lo que denota una alta capacidad de infección de este patógeno, esto explica la gravedad del daño que *M. royeri* ocasiona en las regiones donde está presente y el efecto devastador que puede tener en las cosechas de. Es probable que este comportamiento corresponda a la alta especialización que *M. royeri* ha alcanzado como producto de su largo proceso de coevolución con sus hospederos.

Según el cuadro de análisis de varianza (Cuadro 14) para severidad interna por inoculación artificial nos indica que existen diferencias significativas entre clones. Para el caso de repeticiones no se encontró significancia estadística, indica homogeneidad entre repeticiones, el análisis de varianza (ANVA) para severidad interna después de nueve semanas entre bloques obtuvieron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,05 (0,0048), pero la severidad interna después de nueve entre clones presentaron diferencias altamente significativas con un valor de probabilidad ( $Pr > F$ ) menor al 0,01 (<,0001). Teniéndose con 99,626% de coeficiente de variabilidad y un promedio de la severidad interna después de nueve semanas es Media: 1,595. Por tanto existe diferencia entre bloques y clones después de nueve existen cambios en la severidad externa en las mazorcas de cacao.

**Cuadro 14. Análisis de varianza para la severidad interna**

F.V.	G.L.	S.C.	C. M.	F-Valor	Pr > F
Bloque	7	55,110	7,873	3,12	0,0048 **
Clon	16	180,632	11,289	4,47	<,0001 **
Error	112	283,015	2,527		
Total	135	518,757			

\*\*= altamente significativo

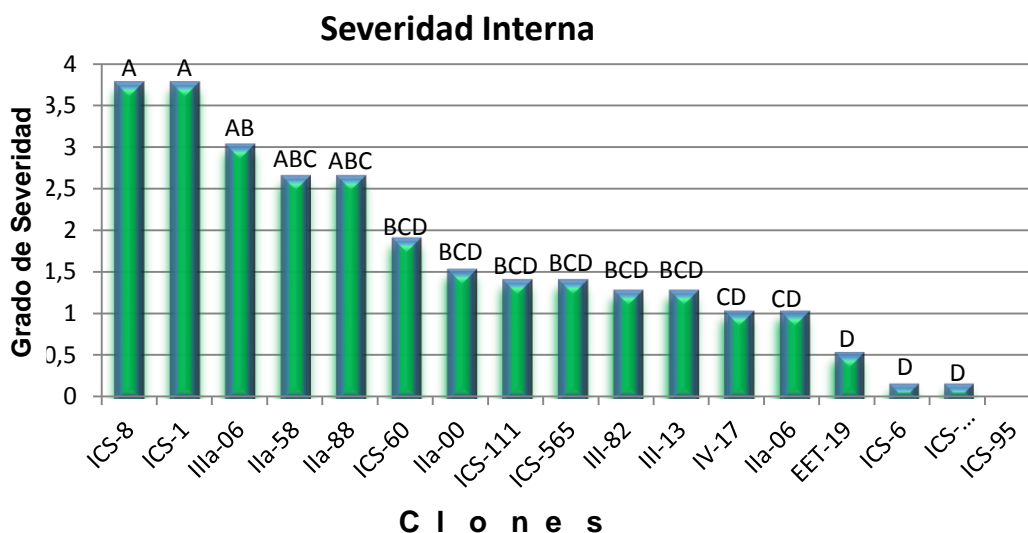
C.v. : 99,626 %

Media: 1,595

En la figura 18, se muestra la severidad interna después de once semanas de la inoculación artificial se obtuvieron datos, según el grado, para el 100% de almendra dañada los clones ICS-8 y ICS-1 con una media 3,750, después lo sigue para el 80%, de almendras dañadas los clones que tuvieron esa severidad fueron IIIa-06 con una media 3,000 y luego lo sigue los clones IIa-58 y IIa-88 con una media de 2,625 también los clones lo siguen ICS-60 con una media de 1,875, después el grado de severidad interna en el 60% de almendras dañadas los clones IIa-00 con una media 1,500, y con poca severidad ICS-111 y ICS-565 con una media 1,375, luego con menos severidad los clones III-82 y III-13 con una media de 1,250 y también en el grado de 20 % de almendra afectada lo sigue los clones IV-17 y IIa-06 con una media de 1,000, luego se mostraron la menos severidad interna el clon EET-19 con una media 0,500, con poca intensidad de la severidad el clon IIa-06 el clon ICS-95(IMC-67) con una media baja 0,125, y en comparación del clon que obtuvieron poca severidad y grado para 100% de almendra sana en la inoculación artificial el clon: ICS-95 y como testigo, y según Phillips (2003), indican la resistencia a monilia en los clones de cacao ICS-95.

Observando los clones en el estudio estas forman cuatro grupos diferenciales (A, B, C y D), de los cuales en la prueba de Duncan, los promedios más altos alcanzados en la severidad interna a 100% de almendras dañadas después de las nueve semanas lo tienen el clon ICS-8 y ICS-1 con los promedios más altos significativamente diferentes al

clon que tiene 100% de almendra sana el clon ICS-95 los cuales la incidencias de esta enfermedad no afecto en las almendras de cacao en la inoculación artificial.



**Figura 18. Medias de los 17 clones de cacao de la severidad interna**

#### 4.1.4. Clasificación de los clones por porcentaje de infección

Para la clasificación de la infección según los efectos estadísticos se consideró cada registro como proveniente de una muestra categórica, por lo tanto; cada fruto recibió un valor cuantitativo, así mismo, cada fruto fue considerado como una repetición, se presenta la escala de respuesta a la infección por *M. royeri* propuesta por Phillips-Mora *et al.*, (2005).

En lo cual se analiza las medias de la severidad interna es la que permite categorizar la equivalencia en porcentaje de daño interno del grano, clasificando la respuesta de resistencia en Resistente (R), Moderadamente resistente (MR), Moderadamente susceptible (MS) y Susceptible (S).

La escala propuesta por Phillips *et al.*, (2005), y los clones evaluados en este estudio a 17 clones donde la clasificación de cinco clones ICS- 8, ICS-1, IIIa-06, Ila-58 y Ila-88 Como moderadamente susceptibles y los clones con poca severidad interna son 4 clones ICS- 60, Ila-00, ICS-111 y ICS-565 son como moderadamente resistentes a comparación de los ocho clones resistentes III-82, III-13, IV-17, Ila-06, EET-19, ICS-6, ICS-95(IMC-67) y ICS-95 como testigo respectivamente (Cuadro 15)

**Cuadro 15. Clasificación de clones de cacao por su respuesta a infección a *M. royeri* según su índice de severidad interna**

Clones	S.I.	Clasificación
ICS-8	3,7500	MS
ICS-1	3,7500	MS
IIIa-06	3,0000	MS
IIa-58	2,6250	MS
IIa-88	2,6250	MS
ICS-60	1,8750	MR
IIa-00	1,5000	MR
ICS-111	1,3750	MR
ICS-565	1,3750	MR
III-82	1,2500	R
III-13	1,2500	R
IV-17	1,0000	R
IIa-06	1,0000	R
EET-19	0,5000	R
ICS-6	0,1250	R
ICS-95(IMC-67)	0,1250	R
ICS-95	0,0000	R

R = Resistente; MR = Moderadamente resistente; MS = Moderadamente susceptible; S = Susceptible.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación Evaluación de la resistencia de 17 clones de cacao (*Theobroma cacao*) a la monilia, en la región del Alto Beni se pueden identificar la presencia de *M. roleri*, y permiten mencionar las siguientes conclusiones:

- Según los resultados obtenidos en la primera semana los promedios más altos alcanzados en la severidad externa en la semana uno el clon ICS-8 y ICS-1 con una media de 0,375, significativamente diferentes a los clones que tuvieron cero de promedio como los clones EET-19, ICS-6, ICS-60, ICS-95(IMC-67), III-13, ICS-111, ICS-565, Ila-00, Ila-06, III-82, ICS-95, IV-17.
- También los promedios más altos alcanzados en la severidad externa en la semana dos lo tienen el clon ICS-8 y ICS-1 con una media de 0,750, significativamente diferentes a los clones que tuvieron cero de promedio como los clones EET-19, ICS-6, ICS-60, ICS-95(IMC-67), Ila-06, Ila-00, ICS-95 y IV-17
- En los promedios más altos alcanzados en la severidad externa en la semana tercera lo tienen el clon ICS-8 con una media de 0,875, diferentes a los clones que tuvieron cero de promedio como los clones EET-19, ICS-6, ICS-60, ICS-95(IMC-67), Ila-06, Ila-00, ICS-95 y IV-17 los cuales no tuvieron incidencias de esta enfermedad en lo cual tuvieron resistencia.
- Los resultados obtenidos los promedios más altos alcanzados en la severidad externa en la semana cuarta lo tienen el clon ICS-8 y ICS-1 con una media 1,250, significativamente diferentes a los clones que tuvieron cero de promedio como los clones EET-19, ICS-6, ICS-60, ICS-95(IMC-67), Ila-06, Ila-00, ICS-95 y IV-17 los cuales tuvieron resistencia.
- El promedio más altos alcanzados en la severidad externa en la semana quinta lo tienen el clon ICS-8 con una media 2,000, significativamente diferentes a los clones ICS-565 y Ila-06 con media de 0,125; los que tuvieron cero de promedio como los clones EET-19, ICS-6, ICS-60, ICS-95(IMC-67), Ila-

06, Ila-00, ICS-95 y IV-17 los cuales no tuvieron incidencias de esta enfermedad y tuvieron resistencia.

- Los datos obtenidos en la semana sexta los promedios más altos alcanzados en la severidad externa el clon ICS-8 con una media 2,750 y ICS-1 con una media 2,625, a los clones IV-17 y ICS-565 con una media 0,375, con menor severidad y los que tuvieron cero de promedio como los clones, ICS-6, ICS-95(IMC-67), ETT.19, ICS-95 los cuales no tuvieron incidencias de esta enfermedad todavía.
- En la semana séptima los promedios más altos alcanzados en la severidad externa lo tienen el clon ICS-8 con una media 3,500 y ICS-1 media de 3,250, diferentes al clon EET-19 con una media 0,250 y el clones ICS-6 y ICS-95(IMC-67) con una media de 0,125 y el clon que tiene cero de promedio como ICS-95 lo que significa que es resistente.
- Para la octava semana los promedios más altos alcanzados en la severidad externa lo tienen el clon ICS-8 y ICS-1 con una media de 4,000 es decir susceptible a la enfermedad y los promedios más altos significativamente, diferentes al clon ICS-95(IMC-67) con su media 0,625 y los clones ICS-6 y EET-19 su medias de 0,500 que es moderadamente resistente y que tiene muchos más bajos promedios como el clon ICS-95 su promedio 0,250, los cuales la incidencias de esta enfermedad causa poco efecto.
- En la última semana de evaluación los promedios más altos alcanzados en la severidad externa semana novena lo tienen el clon ICS-8 y ICS-1 con medias 4,250, los más altos significativamente diferentes al clon que tiene bajos promedios como ICS-95 con media 0,500 los cuales la incidencias de esta enfermedad causa poco efecto en la inoculación artificial.
- Entre los clones locales más susceptible después de las nueve semanas a la enfermedad son los clones IIIa- 06 con una media altamente significativa 3,750; el clon Ila-88 con un media de 3,250, y por último el clon Ila-00 con una media de 2,875 y en comparación del clon EET-19 con una media 0,750 que significa que es resistente a la enfermedad.

- Los clones internacionales que son susceptible a esta enfermedad son los clones ICS-8 y ICS-1 con una media 4.250 y contrariamente a los clones resistentes se aprecian el clon ICS-95 con una media de 0,500.
- Para la severidad Interna los promedios más altos alcanzados a 100% de almendras dañadas lo tienen los clones ICS-8 y ICS-1 con medias de 3,750, los promedios más altos significativamente diferentes al clon EET-19 con su media de 0,500 y los clones ICS-6 y ICS-95(IMC-67) con una media de 0,125, y que tiene 100% de almendra sana el clon ICS-95 los cuales es resistente a esta enfermedad que causo afecto en las almendras de cacao en la inoculación artificiales.
- La clasificación de la infección según los efectos estadísticos se consideró las medias de la severidad interna es la que permite categorizar la equivalencia en porcentaje de daño interno del grano; los clones evaluados en este estudio a 17 clones donde la clasificación cinco clones ICS- 8, ICS-1,IIa-06, IIa-58 y IIa-88 como moderadamente susceptibles y los clones con poca severidad interna son cuatro clones ICS-60, IIa-00, ICS-111 y ICS-565 son como moderadamente resistentes a comparación de los ocho clones resistentes III-82, III-13, IV-17, IIa-06, EET-19, ICS-6, ICS-95(IMC-67) y ICS-95 como testigo respectivamente.
- Viendo y analizando y según al problema propuesto que la enfermedad se encuentra diseminada en todo el municipio en el cultivado el cacao, por la cual el volumen del rendimiento a nivel estatal ha registrado una disminución importante hasta los 30 %, impactando drásticamente en la disminución del ingreso de los productores. Se tomo en cuenta que los clones regionales o locales son el clon III-13, el clon III-82 y el clon IIa-06 y el clon EET-19 son más resistentes y Tolerantes a la moniliasis. En cambio los clones Internacionales o introducidos el clon ICS-95 es el único clon tolerante a la moniliasis; por el cual para contrarrestar a la enfermedad se debe propagar clones resistentes y tolerantes para la monilia no disminuye en la cosecha de las cacaoteros del Alto Beni.



## 6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones consideramos que las armas para hacer frente a la moniliasis es encontrar el modelo de sistema de producción adecuado, definir el calendario de las labores culturales, dar buena atención a la parcela y la selección de material genético resistente o tolerante, se vio oportuno realizar las siguientes recomendaciones y/o sugerencias:

- Se recomienda que los clones que mostraron resistencia a *M. royeri*, deben ser reevaluados para confirmar este resultado y también deben ser evaluados con *M. pernicioso* y *P. palmivora*, también enfermedades importantes en el cultivo de cacao. Debido a que estas tres enfermedades reducen significativamente la producción del cacao a nivel mundial.
- Se debe continuar evaluando los clones internacionales clasificados como resistentes, en diferentes zonas cacaoteras para determinar su adaptación y su reacción a *M. royeri*.
- Se recomienda que la utilización de clones resistentes como alternativa promisorio para el control a largo plazo de la moniliasis. Por ello, es necesario seguir trabajando en la selección de materiales resistentes, tomando como referencia el clon ICS-95, con el objeto de introducir estos materiales en programas de mejoramiento.
- Realizar un estudio del comportamiento de la moniliasis en los sistemas de producción del cacao en el Alto Beni, para que contribuya a la adecuación y convivencia de los productores con el patógeno.
- Elaborar un cronograma de manejo del cultivo de cacao que involucre las podas de mantenimiento, control fitosanitario, rehabilitación, deshierbes y difundirlas con el objeto de homogenizar el manejo de la parcelas de cacao y la estructura de la planta.
- Capacitar a los productores para que puedan identificar las enfermedades en sus diferentes estados de desarrollo de acuerdo a los síntomas y signos que las caracterizan.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. N. 2008. Fitopatología. 8ta Edición Trad. De la ed. Inglesa por Manuel Guzman Ortiz. México. Limusa, p 48 – 136.
- Amores, F.; Agama, J.; Suárez, C.; Quiroz, J.; Motato, N. 2009a. EET 575 y EET 576 nuevos clones de cacao nacional para la zona central de Manabí. Boletín divulgativo N 346. Estación Experimental Tropical “Pichilingue”. Quevedo, Ecuador. 28 p.
- Albuquerque, P.S.B.; Bastos, C.N.; Luz, E.D.M.N.; Silva, S.D.V.M. 2005. Doenças do cacauero (*Theobroma cacao*). Em: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A; Camargo, L.E.A. (Eds.) Manual de Fitopatologia. p. 151-163. Vol. 2 (4ta Ed.). Livroceres, Piracicaba, Brasil.
- ALADI, 2001. Asistencia técnica y capacitación en sistemas agroforestales tipo multiestrato. Departamento de promoción económica. Publicación N° 11/01 Montevideo, Uruguay. 50 p.
- Allen, J; Lass, R. 1983. London cocoa trade amazon. Project final report. Phase 1. Cocoa Growers Bulletin. England. 59 p.
- APROCASUR. 2001. Alianza productiva de cacao finca Vista Hermosa. Bolívar. 12, 13 p.
- Arguello, O.; Mejia, L., 2000. Variabilidad morfoagronomica de 59 arboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Santander. In Tecnologia para el mejoramiento de sistemas de produccion de cacao. (Tesis posgrado) Colombia. p. 50 – 54.
- Ártica, M. 2008. Cultivo del cacao. Empresa Editora MACRO. Perú.
- Ayala, M. 2008. Manejo Integrado de Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) Mediante el Uso de Fungicidas, Combinado con Labores Culturales (Tesis de grado). Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.
- Abruzzese, R. 2005. Estrategias de vida como punto de partida para las iniciativas empresariales en Alto Beni, Bolivia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 122 p.

- Arevalo, E. 1992. Estudio de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* (Cif &Par) Evans *et al.* en la Selva Norte del Perú. Tesis M. Sc. Escuela de Graduados de la Universidad Nacional Agraria de la Molina. Lima, Perú. 93 p.
- Arevalo, E.; ZÚÑIGA, L.; ADRIAZOLA, J. 2004. Cacao. Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la amazonía peruana. ICT. Chiclayo, Perú. 184 p.
- Arciniegas L., AM. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) Seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 126 p.
- Bartley, B.G.D. 2005. The genetic diversity of Cocoa and its utilization. CABI Publishing Cambridge, USA . 341p.
- Braudeau, J. 1978. El cacao. Trad. A.M Hernández. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Primera reimpresión. Editorial Blume. Barcelona, ES. 283 p.
- Coto, D; Gitti, G., 2004. Manejo Integrado de cultivos Tropicales. Plagas comunes en el cultivo de cacao. Boaco- Nicaragua. 267p.
- Cubillos, G. 1988. Manual para el cultivo de cacao. Compañía Nacional de Chocolates S. A. 3ra. Edición. EDINALCO Ltda. Medellín, Colombia. 264 p.
- Cruz, B.S. 1993. Determinación de fuentes de resistencia de cacao de origen nacional al ataque de *Monilia roreri* (Cif. & Par.). Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 101 p.
- Elbers, J.1991. Estudio de los suelos en la zona de colonización Alto Beni. La Paz Bolivia. Ecología en Bolivia N° 25: 35-69.
- Enríquez, G. A. 2004. Cacao orgánico, Guía para productores ecuatorianos. Manual Nro. 54, INIAP. Quito, Ecuador. 360 p.
- Evans, H.C. 1980. Pleomorphism in *Crinipellis pernicioso*, causal agent of witches' broom disease of cocoa. Trans. Br.Mycol. Soc. 74:515 \_ 523.

- Evans, H.C.; Holmes, K.A.; Reid, A.P. 2003. Phylogeny of the frosty pod rot pathogen of cocoa. *Plant Pathology* 52: 476-485.
- Fedecacao 2013. Guía técnica del cultivo de del Cacao. Federación Nacional de Cacaoteros. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- July, W. 2007. Caracterización Morfológica y Molecular del Cacao Nacional Boliviano y de Selección Elite del Alto Beni, Bolivia. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba. 88p.
- July, W. Y Somarriba, E., 2010. Manual: El Cultivo de Cacao en Sistemas Agroforestales Locales en Bolivia. Plagas del cacao y su prevención. Fundación PIAF - EL CEIBO IBSN- Bolivia. 51p.
- July, W. 2010 Manual para la Producción Orgánica de Cacao en Alto Beni-Bolivia. p 23-74.
- Johnson, J.; Bonilla, J.; Aguero L. 2008. Manual de manejo y producción del cacaotero. Leon, Nicaragua. 40 p.
- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 2003. Identificación y control de la moniliasis del cacao. Cortés, Honduras. 24 p.
- Gildardo, P. 2005. Preguntas Frecuentes sobre el Sistema Productivo de Cacao. 6 p.
- Google Earth, 2013. Parque Nacional Radal Siete Tazas [en línea: programa computacional]. Google Earth. . [Consulta: 10 abril 2013].
- Holliday P. 1998. *Crinipellis pernicioso*. CMI Description of pathogenic fungi and bacteria N°223. Set N°23.
- IICA (instituto Interamericano de cooperación para la agricultura). 2006. Protocolo estandarizado de ofertas tecnológica para el cultivo del cacao en el Peru/IICA. Lima; Peru. 73 p.
- IICA., 2008. Tecnología de Producción de Cacao de Bolivia. Bolivia: Grupo Design. 108p.
- Ingle, R. A. Carstens M., Katherine., Denby J. 2006. PAMP recognition and the plant-pathogen arms race. *Wiley Periodicals. BioEssays* 28:880–889.

- Johnson, J.; Bonilla, J. y Agüero. L. 2008. Manual de manejo y producción del cacaotero. León, Nicaragua.
- McMahon 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.
- Mejia, F.L.A. 2003. Producción masiva de materiales clonales de cacao. Manual técnico. Bucaramanga. Colombia. 58 p.
- Meléndez, L. 1993. Microambiente, cantidad de esporas en el aire e incidencia del hongo *Moniliophthora roreri* (Cif&Par). Evans *et al.* Bajo tres sistemas de manejo de sombra leguminosa en cacao (*Theobroma cacao* L). Tesis de Magister Scientiae en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales. Universidad de Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 98 p.
- Motamayor J, Risterucci A, Lopez P, Ortiz C, Moreno A, Lanaud C. 2001 Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. Heredity89:380-386.
- Navarro, M.; Mendoza, I. 2006. Cultivo del cacao en sistemas agroforestales. Guía técnica para promotores. Río San Juan. p 67.
- Lemaitre, 1970 y Torrico, 1968. El cultivo de cacao en la zona Alto Beni. La Paz, Bolivia, Instituto Nacional de Colonización. 57 p.
- López, B.O.; González, M.O.; Ramírez, G.S.I.; Lee, R.V.; Ramírez, G.M.B.; Alvarado G.A. & Gehrke, V.M. (2006). Diagnóstico y técnicas para el manejo de la moniliasis del cacao. Universidad Autónoma de Chiapas; Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Impreso: Digital. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 40 p.
- López C. E. 2007. Fitopatología Molecular. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias. Departamento de Biología. 39 p.

- Quenta, L. 2005. Adopción de las alternativas tecnológicas generadas por el proyecto “Modernización de la cacaocultura orgánica del Alto Beni” (en línea). Consultado 25 jul. 2010. Disponible en [http://www.worldcocoafoundation.org/scientificresearch/research-library/documents/Quenta 2005. Pdf](http://www.worldcocoafoundation.org/scientificresearch/research-library/documents/Quenta%202005.Pdf)
- Quiroz, J., Agama, J. 2006. Programa de capacitación en la cadena de cacao. Modulo Producción. Unidad 6. Quito.
- Palencia, C. y Mejia, L. 2000 Manual para la Rehabilitación de Plantaciones de Cacao. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Bucaramanga, Colombia. p 44- 47.
- Parra, D.; Sánchez L. 2005. El control de la moniliasis en el cacao. INIA – Divulga 6: 23-26.
- Parlevliet, J. E. 1979. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. Annual Review of Phytopathology 17: 203-222.
- Proamazonia (Programa para el Desarrollo de la Amazonía). 2003. Caracterización de las zonas productoras de cacao en el Perú y su competitividad. Lima, Perú. 208 p.
- Phillips (1986). Evaluación de la resistencia de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) a *Moniliophthora roreri* (Cif. Y Par.) Evans et al. Tesis M.Sc. Turrialba. Costa Rica. CATIE. 62 p.
- Phillips M., W. y Galindo, J. J. 1989. Método de inoculación y evaluación de la resistencia a *Phytophthora palmivora* en frutos de cacao (*Theobroma cacao*). Turrialba 39 (4):488-496.
- Phillips, M.W. 1996. Investigaciones en cacao realizadas recientemente en el CATIE. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 19 p.
- Phillips. 2003. Origin, biogeography, genetic diversity and taxonomic affinities of the cacao (*Theobroma cacao* L.) fungus *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans et al. As determined using molecular, phytopathological and morpho-physiological evidence. Thesis University of Reading. London England. 349 p.

- Phillips-Mora, W. 2005. La moniliasis del cacao: un enemigo que podemos y debemos vencer. En: Taller regional andino de aplicación tecnológica en el cultivo de cacao. Quevedo, Ecuador. p. 21-25.
- Phillips-Mora, W. 2006. La moniliasis del cacao: un enemigo que podemos y debemos vencer. En: Taller regional andino de aplicación tecnológica en el cultivo de cacao. Quevedo, Ecuador. p. 21-25.
- Phillips y Mora, W. 2008. Jefe Programa Mejoramiento Genético de Cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Apartado 7170, Turrialba, Costa Rica. [wphillip@catie.ac.cr](mailto:wphillip@catie.ac.cr).
- Phillips y Mora, W., Leal A. A., Mata A.Q., Motamayor A.JC. 2012. Catálogo de Clones de Cacao. CATIE. Manual técnico. Turrialba-Costa Rica. No. 155
- PIAF- El Ceibo. 2012. Evaluación de clones de cacao en las parcelas demostrativas de los productores de la región del alto Beni. ing. Eucebio Pérez Callizaya. Técnico investigador en cacao. Fundación PIAF El Ceibo. [fundaciónpiafelceibo@yahoo.es](mailto:fundaciónpiafelceibo@yahoo.es), [eperezc2010@hotmail.com](mailto:eperezc2010@hotmail.com).
- Ploetz, R. C. 2007. Cacao diseases: Important threats to chocolate production worldwide. *Phytopathology* 97:1634-1639.
- Porras-Umaña, V.H. 1982. Epitología de la moniliasis (*Monilia rozeri* Cif y Par.) del cacao y su relación con la producción del árbol en la zona de Matina. Tesis presentada para la obtención de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Costa Rica. 47 p.
- Porras, V; Sánchez, J. 2001. Enfermedades del cacao. Honduras, Lithopress. 32 p. (fasc. N° 5).
- Purdy L, Schmidt R. 1996. Status of Cacao witches' broom: biology, epidemiology and management. *Annual Review of Phytopathology* 34:573-594.
- Repsa (Rainforest Exquisite Products S.A.). 2008. Manual de fomento y manejo integral para la producción de cacao fino. Cartilla de Información. Programa de Desarrollo de la Calidad Cacao Fino. REPSA, TOMS. Santa Cruz, Bolivia.

- Rojas Vargas Esther I. 2011. Generación de un modelo Productivo de distribución geográfica de cacao (*theobroma cacao*) en las comunidades indígenas del trópico de Cochabamba Universidad mayor de San Simón facultad de ciencias agrícolas pecuarias forestales y veterinaria. p 1.
- Reuck, D. 1997. Monilia del Cacao. ¿Una amenaza semejante a la escoba de bruja? *Café and Cacao: Noticias*. Nestlé R and D. Center Quito, Ecuador. 2 (1):1-2.
- Somarriba, E. 2002. Modernización de la cacaocultura orgánica del Alto Beni. Informe técnico 2002. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Somarriba, E., 2010. Manual: El Cultivo de Cacao en Sistemas Agroforestales Locales en Bolivia. Plagas del cacao y su prevención. Fundación PIAF - EL CEIBO IBSN-Bolivia. 51p.
- Tiburcio, R.A.; Costa, G.G.L.; Carazzolle, M.F.; Mondego, J.M.C.; Schuster, S.C.; Carlson J.E. 2010. Genes Acquired by Horizontal Transfer Are Potentially Involved in the Evolution of Phytopathogenicity in *Moniliophthora perniciosa* and *Moniliophthora roreri*, Two of the Major Pathogens of Cacao. *Journal of Molecular Evolution* 70(1): 85-97.
- Trujillo, G.; Mamani, J. 2004. Principales características en mazorca de clones distribuidos en la zona. Proyecto cacao orgánico. La Paz, Bolivia.
- Trujillo, G. 2007. Estudio de Evaluación de clones foráneos, selección y caracterización de plantas superiores de cacao en Alto Beni.- Bolivia. Primera Edición. p 10-75.
- Trujillo, G. 2010. Establecimiento y manejo del cultivo de cacao. *In* Manual de capacitación en la producción ecológica. Alto Beni, BO, El Ceibo. 16-29 p.
- Usaid. 2007. Informe de evaluación de plaguicidas y plan de acción para su uso más seguro (PERSUAP). Bogotá Colombia. 686 p
- Villavicencio M.; Jiménez M. 2010. Caracterización morfológica, fisiológica y patogénica de *Moniliophthora roreri* aislados de cinco provincias de la Costa Ecuatoriana. CICYT –ESPOL. Guayaquil, Ecuador. 10p.



## **8. ANEXOS**

## Anexo 1. Resultados de muestras

INTRUCCIONES			
<p>A.: El laboratorio autorizado colocará el número de informe que emite.            B.: Nombre del laboratorio que realiza el análisis de la muestra.            C.: Fecha de ingreso de la muestra a laboratorio autorizado.            D.: Anotar el código de la Jefatura Distrital que envía la muestra.            E.: Fecha de egreso de la muestra.            F.: Datos de origen de acuerdo al formulario de envío de muestras de la Distrital correspondiente.            G.: Describir la metodología o técnicas utilizadas para realizar el análisis de la muestra.            H.: Indicar los resultados a las que llegó de acuerdo a metodología utilizada.</p>			
A	N° Informe de Laboratorio: 2879		
B	NOMBRE DEL LABORATORIO FUNDACIÓN PROINPA		
C	Fecha de ingreso: 17 / 05 / 2012		
D	Código de muestra N°: 01-00042		
E	Fecha de egreso: 31 / 05 / 2012		
F DATOS DE ORIGEN			
E.1. Hospedante:	Cacao	E.4. Interesado:	Gustavo Adevivi Cruz
E.2. Parte vegetal:	Mazorras	E.5. Intervención por:	Prespección de plagas
E.3. Procedencia:	Alto Beni	E.6. Remitida por:	Ing. Victoria Mamani
G METODOLOGIA			
Siembra en cámara húmeda, siembras en medio de cultivo y observación al microscopio.			
H RESULTADOS			
En la muestra se observó presencia de estructuras de <i>Moniliophthora roreri</i> .			
I OBSERVACIONES			

Para aclarar lo que no está especificado en los incisos o añadir algún dato importante.

  
 Ing. M.Sc. Gabriela Flores



  
 Ing. M.Sc. Victoria Mamani

ORIGINAL ENTREGADO  
 COPIA + FIRMA TECNICAL  
 COPIA LABORATORIO DISTRICTAL  
 COPIA LABORATORIO

DIRECCION TELEFONOS DEL LABORATORIO CORREO ELECTRONICO

ID	clon	bloq	n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			fechas	Sever. exter.	Sever. exter.	Sever. exter.	Sever. exter.	Sever. exter.	Sever. exter.	Sever. exter.	sever. exter.	sever. exter.
1	ICS - 95 (IMC - 67)	I		0	0	0	0	0	0	1	2	3
2	Ila - 06	I		0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	EET - 19	I		0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	III - 13	I		0	0	0	0	0	0	0	1	2
5	ICS - 565 (IMC - 67)	I		0	0	0	0	0	0	1	2	3
6	IV - 17	I		0	0	0	0	0	0	0	1	2
7	ICS - 111	I		0	0	0	0	0	0	0	1	2
8	Ila - 88	I		0	0	0	0	0	0	0	1	2
9	ICS - 60 (IMC - 67)	I		0	1	1	2	2	3	4	5	5
10	III - 82	I		0	1	2	3	3	4	5	5	5
11	ICS - 95	I		0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	IIIa - 06	I		0	0	0	0	0	0	1	2	3
13	ICS - 8 (IMC - 67)	I		1	1	1	2	3	4	5	5	5
14	Ila - 58	I		0	0	0	0	0	0	1	2	3
15	ICS - 6	I		0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Ila - 00	I		0	0	0	0	0	0	1	2	3
17	ICS - 1 (IMC - 67)	I		1	1	2	3	4	5	5	5	5

**Anexo 2. Tablas de toma de datos**



**Anexo 3. Limpieza del terreno**



#### Anexo 4. El terreno de la investigación



#### Anexo 5. Etiquetación en los clones





### Anexo 6. Mazorca de cacao con monilia



### Anexo 7. Identificación de la monilia





### Anexo 8. Inoculación artificial de la monilia



### Anexo 9. Protección con una bolsa nylon



**Anexo 10. Clon infestado con monilia**



**Anexo 11. Recolección de la muestras**





**Anexo 12. Severidad externa de las mazorcas de cacao**



**Anexo 13. Severidad interna de las mazorcas de cacao**

