

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



TESIS DE GRADO

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL
CULTIVO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) MEDIANTE LA
ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

CRISTIAN NOEL PAREDES ARUQUIPA

LA PAZ – BOLIVIA

2014

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO
DEL CACAO (Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE
DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

Tesis de grado presentado como requisito
parcial para optar el título de
Ingeniero Agrónomo

CRISTIAN NOEL PAREDES ARUQUIPA

ASESORES:

Ing. Casto Maldonado Fuentes _____

COMITÉ REVISOR:

Ing. Ph. D. David Cruz Choque _____

Ing. Fernando Manzaneda Delgado _____

Ing. Celia Fernández Chávez _____

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador _____

La Paz- Bolivia
-2014-

DEDICATORIA

La presente tesis va dedicado principalmente a tí Díos mí padre celestial que me diste la oportunidad de culminar una fase más de mi vida asimilando muchas enseñanzas en su trayectoria y regalarme una familia maravillosa.

A mis queridos abuelos Alfredo Paredes, Juana Marquez, Tomas Aruquípa, Florencia Zarate; por ser el pilar fundamental de toda mi querida familia y generarme una visión hacia el trabajo de la agricultura y un gran respeto hacia la madre tierra.

A mis amados padres Alberto Paredes Marquez y Eva Magdalena Aruquípa Zarate quienes han sido la base fundamental de mis éxitos, ya que supieron entregarme la oportunidad de crecer en todos los ámbitos y con ello la fortaleza y la sabiduría para ser cada día mejor persona.

A mí adorada hermana quien puso toda la confianza y apoyo en mí para la realización y finalización de mi carrera universitaria.

Finalmente a todos mis entrañables docentes y amigos que compartieron conmigo la convivencia de toda una vida de estudio y aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Mi sincera gratitud a:

Mi asesor Ing. Casto Maldonado Fuentes, por Brindarme su tiempo, apoyo y su amistad a lo largo del desarrollo del trabajo de tesis.

Mis revisores Doc. David Cruz Ch. Ing. Fernando Manzaneda D. Ing. Celia Fernández Ch. por su dedicación y acertada orientación durante el desarrollo de este estudio
A la Facultad de Agronomía UMSA, y todos sus docentes por haberme dado la oportunidad de efectuar y culminar mis estudios de manera honrosa y satisfactoriamente.

Agradezco al Centro Experimental de Sapecho y su plan de docentes por haberme permitido realizar este trabajo de investigación y por toda la colaboración brindada por los amigos: Aldo, Avelino, Agustín, Sandro, Wili, Julio.

A la Ing. Aylin Caballero por brindarme su apoyo en la etapa de laboratorio.

A la Ing. Ingrid G. Ibáñez Ch. por su gran apoyo durante la elaboración del desarrollo de la tesis y toda la carrera universitaria.

A mis amigos que durante el transcurso y desarrollo de la tesis estuvimos siempre unidos, Oscar Cortes, Wilma Poma, Lorena Lucero, Ivan Carvajal quienes me colaboraron y apoyaron en la fase de campo para que este trabajo de investigación se hiciera realidad.

A todos mis compañeros de la Facultad de Agronomía: Juan Pablo, Jhonny, Alejandro, Limbert, Froylan, Luis, Edwin, Osvaldo, Juan Carlos, Chaqueño, Álvaro, Renzo, Leydi, Elizabeth, Elva, Marcela, Wilma, Melvi y a todos aquellos que me brindaron su sincera amistad y su ayuda durante todo el ciclo de mi carrera universitaria.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
INDICE GENERAL.....	III
INDICE DE CUADROS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE ANEXOS.....	IX
RESUMEN.....	X
SUMMARY.....	XII

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. REVISION DE LITERATURA.....	4
3.1. El caco en alto Beni.....	4
3.2. Características Morfológicas del cultivo de caco.....	5
3.2.1. Taxonomía del cultivo de Cacao.....	7
3.2.2. Las podas, la sombra y su relación con las enfermedades del Cacao....	7

3.3. Enfermedades del Cacao	9
3.3.1. Importancia económica de las enfermedades del Caco	9
3.3.2. El Cacao y su habidad en relación con las enfermedades	10
3.3.3. Principales enfermedades del Cacao	10
3.3.3.1. Moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>)	10
3.3.3.1.1. Importancia económica	10
3.3.3.1.2. Etiología.....	11
3.3.3.1.3. Síntomas.....	11
3.3.3.1.4. Epidemiología.....	12
3.3.3.1.5. Medidas de combate.....	13
3.3.3.2. Escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>)	14
3.3.3.2.1. Importancia económica.....	14
3.3.3.2.2. Etiología.....	14
3.3.3.2.3. Síntomas.....	15
3.3.3.2.4. Epidemiología.....	16
3.3.3.2.5. Medidas de combate.....	17
3.3.3.3. Mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>)	19
3.3.3.3.1. Importancia económica.....	19
3.3.3.3.2. Etiología.....	19

3.3.3.3.3. Síntomas.....	20
3.3.3.3.4. Epidemiología.....	20
3.3.3.3.5. Medidas de combate.....	21
4. MATERIALES Y METODOS.....	23
4.1. Ubicación geográfica	23
4.2. Características agroecológicas	23
4.2.1 Clima	23
4.2.2. Suelos	25
4.3. Materiales.....	25
4.3.1 Material vegetal	25
4.3.2. Materiales de campo y equipos	25
4.3.3 Otros insumos	25
4.3.4. Materiales de laboratorio	27
4.4. Metodología.....	27
4.4.1. Procedimiento experimental Etapa de campo	27
4.4.2. Procedimiento experimental Etapa de laboratorio	33
4.4.3. Diseño estadístico	36
4.4.4. Croquis experimental	37
4.4.5. Factor en estudio.....	37

4.4.6. Características del área experimental	38
4.4.7. Variables de respuesta	38
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	41
5.1. Temperatura	41
5.2. Humedad Relativa.....	42
5.3. Efectividad de los desinfectantes	43
5.4. Tiempo de reducción de las fuentes de inculo	49
5.5. Porcentaje de Materia Orgánica.....	50
5.6. Análisis económico.....	51
6. CONCLUSIONES	53
7. RECOMENDACIONES	55
8. BIBLIOGRAFÍA	56
9. ANEXOS	62

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Materiales para la determinación de respiración de CO ₂ como indicador de la actividad microbiana en mazorcas de cacao	27
Cuadro 2. Materiales para la determinación del porcentaje de materia orgánica	27
Cuadro 3. Antiesporulantes aplicados para 0.3 m ³ de volumen	31
Cuadro 4. Combinación de los tratamientos en estudio	38
Cuadro 5. Temperaturas óptimas para el desarrollo de los hongos	42
Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable efectividad de los Antiesporulantes (1ra evaluación; día 1).....	45
Cuadro 7. Promedio de mgC-CO ₂ kg ss h entre cada tratamiento en experimentación (1ra evaluación; día 1)	45
Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable efectividad de los Antiesporulantes (4ra evaluación; día 12).....	46
Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable efectividad de los Antiesporulantes (4ra evaluación; día 12)	47
Cuadro 10. Promedio de mgC-CO ₂ kg ss h entre cada tratamiento en experimentación (7ma evaluación; día 24).....	48
Cuadro 11. Resultados del % de Materia Orgánica de las Mazorcas de Cacao por cada tratamiento en experimentación	50
Cuadro 12. Análisis económico de producción del cultivo de cacao (grano seco) para una superficie de una hectárea	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología <i>Theobroma cacao L</i>	6
Figura 2. Imagen satelital de la Estación Experimental Sapecho	24
Figura 3. Estación Experimental de Sapecho mapa satelital	24
Figura 4. Habilitación del área experimental	28
Figura 5. Acopio de mazorcas de cacao contaminadas	30
Figura 6. Pesaje de productos utilizados en el ensayo	31
Figura 7. Aplicación de Antiesporulantes	32
Figura 8. Determinación de la efectividad de los Antiesporulantes mediante el método de Incubación en mazorcas de cacao	33
Figura 9. Determinación del porcentaje de materia orgánica	35
Figura 10. Croquis experimental de la etapa de campo	37
Figura 11. Registro de temperaturas medias	41
Figura 12. Registro del porcentaje de humedad relativa	42
Figura 13. Registro de datos para la efectividad de los Desinfectantes en experimentación	43
Figura 14. Promedio de la efectividad mgC-CO2 kg ss h por la prueba de Tukey ..	46
Figura 15. Registro del tiempo de efectividad de antiesporulantes en evaluación ...	49

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Costos de producción del cultivo de Cacao en Bs/Ha Tratamiento Testigo	63
Anexo 2. Costos de producción del cultivo de Cacao en Bs/Ha Tratamiento gallinaza	64
Anexo 3. Costos de producción del cultivo de Cacao en Bs/Ha Tratamiento Cal Apagada	65
Anexo 4. Costos de producción del cultivo de Cacao en Bs/Ha Tratamiento Ceniza	66
Anexo 5. Costos de producción del cultivo de Cacao en Bs/Ha Tratamiento Ram- Caf	67
Anexo 6. Costos variables y costos fijos	68

RESUMEN

La presente investigación se realizó en los predios de la Estación Experimental de Sapecho que está situada en la región del Alto Beni, localidad de Sapecho a 270 km. de la ciudad de La Paz a una altitud promedio de 450 m.s.n.m.

El objetivo principal del presente trabajo fue reducir las fuentes de inóculo de enfermedades del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) mediante la adición de desinfectantes.

El diseño experimental empleado fue diseño completamente al azar (DCA), donde se establecieron cinco tratamientos con tres repeticiones teniendo un total de quince unidades experimentales en estudio.

Para la degradación de estos hongos se propuso en la investigación insumos y materiales de fácil acceso para el agricultor como ser gallinaza, ceniza, cal apagada y Ram Caf donde durante la evaluación de las mazorcas de Cacao infestadas por *Moniliophthora roreri*, *Moniliophthora perniciosa*, *Phytophthora palmivora* los parámetros que se evaluaron fueron temperatura y humedad relativa, efectividad de cada desinfectante en los tratamientos, tiempo de reducción de las fuentes de inóculo, porcentaje de materia orgánica y análisis económico.

La mejor efectividad fue el tratamiento donde se aplicó el fungicida a base de cobre Ram caf por su rápida y eficaz acción en la degradación de estos hongos.

El tiempo de reducción de las fuentes de inóculos fue de treinta y tres días con la aplicación del fungicida a base de cobre Ram Caf.

Todas las mazorcas de Cacao con la aplicación de los antiesporulantes resultaron tener distintos porcentajes de materia orgánica sin embargo solo son aptas para el uso de materia orgánica aquellas que llegaron a establecer el equilibrio entre la actividad microbiana y su metabolismo que en la investigación resultó ser el tratamiento al cual se incorporó Ram Caf.

El tratamiento del ensayo que tuvo el mejor retorno económico fue con la aplicación de ceniza con un beneficio costo de Bs.- 6, porque además de ser eficaz en la degradación del hongo muestran altas ganancias para el productor dedicado a la producción de Cacao.

SUMMARY

Present investigation came true at the estates of Sapecho's Experiment Station that is located at the Alto Beni's region, Sapecho's locality to 270 km. of the city of La Paz to 450 m.s.n.m's average altitude.

The main objective of the present work was shortening the sources of I inoculate of diseases of the cultivation of cocoa (*Theobroma cocoa L.*) By means of the addition of disinfectants.

The experimental employed design was design completely at random (DCA), where five treatments with three repetitions having a total of fifteen experimental units under consideration established themselves.

He was offered in investigation raw materials and easy-access materials for the farmer like being poultry manure, ash, slaked lime and Ram Caf for the degradation of these mushrooms where during the evaluation of the ears of corn of Cacao infested by *Moniliophthora roreri*, *pernicious Moniliophthora*, *Phytophthora palmivora* the parameters that were evaluated were temperature and relative humidity, effectiveness of every disinfectant in the treatments, time of reduction of the inoculum sources, percentage of organic matter and economic analysis.

The best effectiveness was the treatment where Ram applied over himself the fungicide on the basis of copper AFC for your fast and efficacious action in the degradation of these mushrooms.

The time of reduction of the inoculums sources belonged to Ram Caf thirty three days with the application software of the fungicide on the basis of copper.

All the ears of corn of Cacao with the antiesporulantes's application software turned out to have several percentages of organic matter without embargo alone those that got to establish the equilibrium between the microbial activity that I turn out to be in investigation and your metabolism are apt for the use of organic matter the treatment which Ram Caf drew himself up to.

The treatment of the essay that had the best cost-reducing return went with the application software of ash with a benefit Bs.'s cost 6, because in addition to be efficacious in the degradation of the mushroom they show tall profits for the producer once the production was dedicated of Cacao.

1. INTRODUCCION

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es un cultivo de alta importancia a nivel mundial, por constituir la materia prima en la industria del chocolate. En Bolivia se cultiva en áreas tropicales de los departamentos de La Paz, Beni, Pando, Santa Cruz y Cochabamba, la zona de mayor producción de Bolivia se encuentra en la región de Alto Beni, departamento de La Paz.

Las enfermedades más comunes que afectan la producción del cacao pueden revertir un carácter de suma gravedad, comprometiendo en un alto porcentaje el rendimiento y calidad de la cosecha, ya que las pérdidas causadas por las enfermedades principales de este cultivo llevo a que el agricultor sustituya la producción de esta mazorca.

Es una necesidad imperiosa del productor de cacao controlar las enfermedades que afectan la producción del cultivo, la moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja son las principales enfermedades que afectan de manera dañina a la producción de estas almendras. Dichas enfermedades son causadas generalmente por hongos y agentes patógenos de rápida reproducción ya que las esporas se transmiten mediante múltiples vectores entre ellos contacto entre plantas, hombre, animales y acción del viento.

El cacao en la región de Alto Beni llevo a tener un rendimiento relativamente bajo en la producción de las almendras en los últimos años debido al severo ataque de las principales enfermedades ya mencionadas. La enfermedad más arrasadora se encuentra en el hongo denominado Monilia (*Moniliophthora roreri*), por afectar a la mayoría de los clones establecidos en esta región.

Maldonado (2012), Menciona datos promedios indicando que a través de la mazorca negra, escoba de bruja y el chinche del cacao se llegó a perder un 10 al 20% en el rendimiento, y con la presencia del hongo moniliasis el rendimiento redujo hasta un 40%, llegando a tener una pérdida total promedio de 50 a 60% por el ataque de estas enfermedades en la zona de Alto Beni.

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

La monilia, escoba de bruja y mazorca negra una vez que se presenta en la zona, son imposibles de erradicarlas, por ser hongos que generan esporas y se diseminan muy fácilmente contaminando toda la producción, en especial "*Moniliophthora roreri*" por esta razón la evaluación del presente trabajo pretendió cortar el ciclo del hongo con la adición de desinfectantes, para que las esporas de estos hongos no se diseminen ni se reproduzcan en frutos sanos de tal manera reducir las fuentes de inóculo de estas enfermedades.

Para este estudio realizado se tomó en cuenta que el productor de la zona tenga un fácil acceso a los desinfectantes empleados en esta investigación, por tal motivo se utilizó insumos locales y materiales propios del lugar (gallinaza, cal, ceniza, producto a base de cobre "Ram - Caf") que ayuden al control de las enfermedades fungosas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Reducir las fuentes de inóculo de enfermedades del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) mediante la adición de desinfectantes.

2.2 Objetivos específicos

- Analizar la efectividad de la gallinaza, ceniza, cal apagada y óxido de cobre para la reducción de fuentes de inóculo de mazorcas enfermas (*Moniliophthora roreri*, *Moniliophthora perniciosa*, *Phytophthora palmivora*).
- Determinar el tiempo de reducción de las fuentes de inóculo de cada tratamiento.
- Determinar si las mazorcas estudiadas son aptas para el uso de materia orgánica.
- Determinar los costos parciales de producción.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 El cacao en Alto Beni

Pérez 1957 citado por Pinto (2010), indica tomando en cuenta los datos del censo de 1950, que la mayoría de la producción nacional de cacao provenía de plantas silvestres de los centros cacaoteros del Beni y del norte de La Paz (Alto Beni).

Las primeras plantas de cacao híbrido fueron producidas en el vivero del kilómetro 71 del área 1 de Alto Beni en el año 1961, con semillas híbridas resistentes a la enfermedad escoba de bruja procedente de Trinidad y Tobago. El cacao se constituía así, en el principal rubro para las familias asentadas en la zona por el proyecto de colonización de Alto Beni (Loza y Méndez, 1998).

Según Quiroz (2004), el vivero del kilómetro 71 (La Alborada) fue reubicado en el vivero de Sapecho, hoy Estación Experimental de Sapecho, donde se produce material reproductivo sexual y asexual de cacao y otras especies, entre 1964 y 1985 la superficie cultivada con cacao se incrementó a un ritmo sostenido gracias a los buenos precios del producto en el mercado internacional, hasta 1988 cuando los precios bajaron hasta llegar a no ser rentables para el agricultor. A partir de 1975 los daños por escoba de bruja empezaron a incrementarse causando un decremento progresivo de los rendimientos, entre 1982 y 1985 la intensidad del ataque de la enfermedad alcanzo su máximo nivel, hasta 1980 los rendimientos eran buenos y se cosechaba hasta 40 qq/ha, pero luego bajaron hasta 3 a 5 qq/ha. Por eso muchos agricultores sustituyeron al cacao por cítricos, que tenían un mejor precio.

Corroborando lo anterior Rodríguez (1986), en investigaciones hechas en la Estación Experimental Sapecho, reporta que escoba de bruja reduce los rendimientos de cacao, pero además mencionan otra enfermedad perjudicial, mazorca negra.

Entre 1997 y 2001 resurgió el interés en cultivar cacao gracias al aumento en los precios. Los agricultores ven actualmente en el cacao orgánico una alternativa económicamente atractiva (Somarriba *et. al.* 2002).

3.2 Características Morfológicas del cultivo de cacao

El árbol adulto de cacao puede llegar a tener una altura entre 5 y 8 metros, sin embargo para facilitar las labores de mantenimiento y de recolección esta altura no debe sobrepasar los 4 a 3 metros. El cacao presenta un sistema radicular pivotante, consta de una raíz penetrante, vigorosa de 2,5 a 3 metros de largo y raíces secundarias numerosas. El tallo emite ramas laterales (plagiotrópicas) formando lo que se llama “horqueta”. Las hojas adultas son de color verde, oblongo o lanceolado, con un ápice acuminado, bordes lisos y nerviación penninervia. Las hojas nuevas son blandas y flácidas, con una coloración que varía del verde claro a tonalidades de rojo, de acuerdo con la cantidad de antocianicos que contenga. (Crespo, 1999).

El nombre botánico del cacao es **Theobroma cacao L.** y pertenece a la familia de las sterculiáceas cuya característica principal es la de producir sus flores y por consiguiente sus frutos, en el tallo y ramas. Las flores son pequeñas, de tipo coliflor ubicándose en racimos pequeños (cojines florales) en la corteza del tallo y ramas principales (especie cauliflora). La floración se puede presentar desde la base del tronco del árbol hasta las ramas leñosas más altas. Los individuos de una población pueden presentar, referente a su fecundación, esterilidad total o en cruz, esterilidad parcial o auto-incompatibilidad o ser totalmente compatibles (fértiles). De baja o alta habilidad combinatoria (hibridación). (Maldonado, 2012).

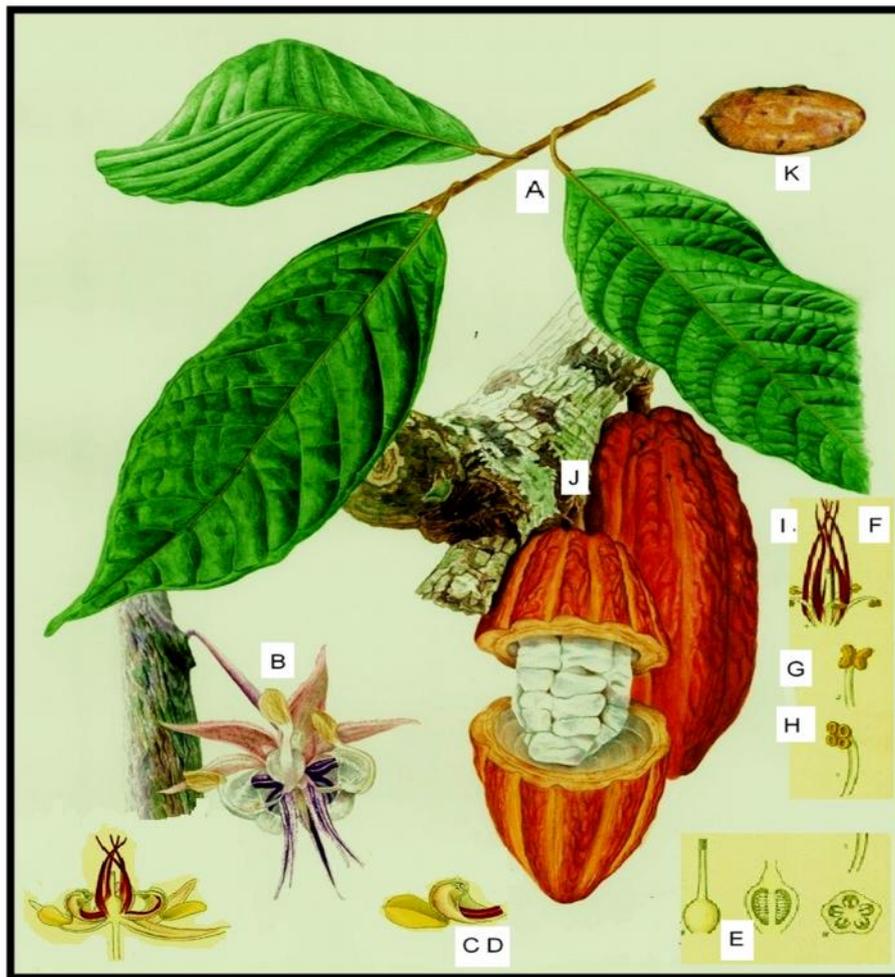


Figura 1. *Theobroma cacao* L. Rama con flores. B. Flor completa. C-D. Pétalo, cara interna y externa. E. Gineceo. F. Tubo estaminal. G-H. Estambre, cara externa e interna. i. Estaminodio. j. Fruto. K pepa del fruto

Fuente: Baudilio J. y Cumana L., 2005.

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 agri-dulce, 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).

3.2.1 Taxonomía del cultivo de Cacao

Según la página "Classification for kingdom Plantae Down to species *Theobroma cacao* up to the Kingdom" (2007), se clasifica de la siguiente manera:

Reino:	Plantae
Sub reino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub clase:	Dilleniidae
Orden:	Malvales
Familia:	Esterculiaceas
Género:	<i>Theobroma</i>
Especie:	<i>Theobroma cacao</i>
N.C.:	Cacao

3.2.2 Las podas, la sombra y su relación con las enfermedades del Cacao

De acuerdo con Moreno y Sánchez (1991), "podar un árbol de cacao es quitarle las partes que por alguna razón le sobran, pero sin debilitarlo no causarle daño". El propósito es mantener al árbol sano, con facilidad de manejo y con capacidad de producción. Entre los varios objetivos de la poda están el de permitir la entrada de luz, lo que es útil para la sanidad y producción del árbol, y la remoción de partes afectadas por enfermedades y plagas.

Según Vas (1995), en las plantaciones de cacao sin manejo (sin podas) los árboles desarrollan un exceso de ramas, esto provoca mayor sombra y por lo tanto una menor entrada de luz y poca aireación, de tal modo que las mazorcas sufren daños por enfermedades como la moniliasis y mazorca negra. Asimismo, Moreno y Sánchez (1991), señalan que cuando hay exceso de sombra, el ambiente dentro del cacaotal se vuelve más húmedo y la temperatura baja, en esas condiciones de favorecer al ataque de enfermedades y de insectos dañinos.

Existen cuatro tipos de poda: de formación temprana (que se hace en las primeras etapas de crecimiento), de mantenimiento, de sanidad (fitosanitaria) y de rehabilitación. La poda de formación se hace desde vivero hasta los dos años de edad y consiste en dejar un número óptimo de ramas principales que conformen y

equilibren la copa del árbol Enríquez 1985 citado por Villegas (2004). En la poda de mantenimiento se cortan ramas muy extendidas, se despuntan las que tienen elevación exagerada, se cortan chupones y ramas inferiores. De esa forma se permite una mayor aireación y se conserva un árbol adulto vigoroso en la parte central (Moreno y Sánchez, 1991). Se debe hacer la poda de mantenimiento una a dos veces al año y antes de la época lluviosa Enríquez 1985 citado por Villegas (2004).

La poda de sanidad sirve para mantener al árbol sano y libre de enfermedades, se deben eliminar mazorcas, ramas y troncos enfermos (Vaz, 1995). Se debe realizar tres veces al año, una junto a la poda de mantenimiento (Trujillo, 2001). Mientras que, la poda de rehabilitación es una poda generalmente drástica que se debe realizar en cacaotales abandonados o sin manejo por varios años, donde la aireación es pobre, la entrada de luz no es suficiente, donde existen daños por enfermedades como moniliasis y mazorca negra y el rendimiento es bajo (Vaz, 1995).

Según Quiroz y Amores (2002) la rehabilitación consiste en aplicar el deshije, poda fitosanitaria, regulación de sombra y eliminación de árboles improductivos, esto permite renovar el tejido productivo, reducir la altura de las plantas de cacao, aumentar el periodo productivo y reducir la incidencia de enfermedades endémicas (escoba de bruja y moniliasis). Palencia y Mejía (2000), indican que cuando no se realiza la poda en la época adecuada se corren muchos riesgos porque se predispone al árbol a un mayor ataque de escoba de bruja, se interrumpen los ciclos vegetativos y productivos, se eliminan grandes cantidades de frutos verde en desarrollo, se incrementa la marchites de pepinos y se propician condiciones favorables para el ataque de moniliasis. También señalan que si no realizan la labor con todos los cuidados se pueden transmitir enfermedades como mal de machete, *Phytophthora* o virus y se puede deteriorar el árbol rápidamente.

Si se considera que el árbol de cacao necesita sombra, preferiblemente de árboles de porte más alto, también es necesario podar y regular la sombra que proveen

dichos árboles, para tener un equilibrio, la sombra óptima esta entre 25 y 35%. La exagerada sombra permanente es también perjudicial para la producción y favorece a los patógenos, no obstante la falta de sombra permanente ocasiona serios problemas que perjudican a la estabilidad del árbol (Moreno y Sánchez, 1991). Entre las principales finalidades de la sombra permanente están el reducir parte de los rayos solares que llegan al cacao, ayudar al control de malezas y evitar daños de algunas plagas y enfermedades (FHIA, 2001).

3.3 Enfermedades del cacao

Enríquez 1985 citado por Villegas (2004), señala que las enfermedades del cacao generalmente causan más pérdidas que las plagas insectiles, debido a que pueden destruir las mazorcas y hasta pueden llegar a matar la planta. El desplazamiento del cacao entre diferentes zonas ecológicas y el cultivo intensivo, en el pasado, ha favorecido a la aparición y establecimiento de varias y diversas enfermedades y plagas.

Entre las principales enfermedades citadas por diferentes autores (Porras y Sánchez, 1991; Franco, 2002; Capriles, 1999) están: moniliasis mazorca negra y escoba de bruja.

Según Porras y Sánchez (1991), las enfermedades menores de cacao, es decir, las que no producen tanto daño son: antracnosis, mal de hilachas, muerte regresiva, las bubas, mal rosado, pudriciones del fruto, pudriciones de las raíces y otras.

3.3.1 Importancia económica de las enfermedades del cacao

En los países de Sur y Centro América las enfermedades económicamente importantes llegan a niveles de incidencia que pueden ser limitadas para la producción, pueden causar una reducción directa y disminuyen la calidad de las almendras, que pueden estar infectadas parcial o totalmente, el resultado de esto es el abandono de las fincas, económicamente desastroso. Las medidas de control

recomendadas se basan en el control cultural y químico, aunque el incremento de insumos no siempre es económicamente justificado (Pereira, 2000).

3.3.2 El cacao y su habidad en relación con las enfermedades

El cacao crece en los bosques de tierras bajas sombreado, donde la temperatura es alta, superior a 15 °C, alta humedad, con precipitaciones entre 1400 y 2000 mm, ambiente muy favorable para el desarrollo de hongos. Entre los factores que influyen en la presencia de enfermedades están: efectos del ambiente, edad y el manejo de la plantación y el uso de sombra. (Pereira, 2000).

Mientras existan buenas condiciones, un árbol será más vigoroso y tendrá mejor desarrollo, según el medio que lo rodea: fertilización del suelo, disponibilidad de agua, temperatura, humedad, entrada de luz, etc. Si éstos factores no son los mejores o uno de ellos deja de ser favorable, la planta estará propensa a debilitarse y sufrir el ataque de plagas y enfermedades. Una planta sana y vigorosa es más resistente a cualquier tipo de ataque (Hernández, 2002).

De acuerdo con Enríquez 1985 citado por Villegas (2004), describir una plantación de cacao saludable es muy difícil porque depende del sistema de manejo, ecología del lugar donde esta plantada y el tipo de variedad de cacao, aunque afirma: "que una hectárea de cacao que rinda 1000 Kg. o más de cacao seco, es una plantación saludable. Para Paredes (2000), dentro del concepto rehabilitación - renovación una plantación sana sería aquella que produzca 1500 Kg/ha/año de cacao seco y de calidad.

3.3.3 Principales enfermedades del Cacao

3.3.3.1 Moniliasis (*Moniliophthora roreri*)

3.3.3.1.1 Importancia económica

Solo se han encontrado daños en los frutos, pero en forma tan grave que si no hay un control eficiente puede causar hasta un 95% de pérdidas en la producción (Moreno *et. al.*, 1995). La "Monilia" destruye las mazorcas del cacao y las perdidas

están entre el 50 a 80% de la producción total anual, dependiendo de las condiciones climáticas del lugar (Delgado y Suarez, 1993).

Para Paredes (2000), la enfermedad más importante del cacao es la moniliasis, por la magnitud de pérdidas que ocasiona y el desánimo que provoca en los productores, que muchas veces sustituyen los árboles de cacao por otros cultivos al no poder controlar la enfermedad.

3.3.3.1.2 Etiología

Porras y Sánchez (1991), mencionan que el agente causal de la moniliasis es el hongo *Moniliophthora* (*Monilia*) *roreri* (Ciff. & Par.) Evans. Según Cruz (2001) pertenece a la clase Hyphomycetes, orden Moniliales.

Se cree que la reproducción del patógeno se realiza solo asexualmente por medio de conidios, ya que todavía no se conoce su reproducción sexual. Los conidios son la única estructura capaz de causar infección (Porras y Sánchez, 1991).

Según Evans y Holmes (2002), *Moniliophthora roreri* era considerada como la forma asexual de algún basidiomicete, luego se propuso que compartía un origen genético común con *Moniliophthora perniciosa*, eso en estudios publicados hasta 1981. En la actualidad, recientes estudios de ARN y ADN han revelado y confirmado que evidentemente *Moniliophthora roreri* tiene una estrecha relación con *Moniliophthora perniciosa* en los respectivos árboles filogenéticos.

3.3.3.1.3 Síntomas

La enfermedad solo afecta a los frutos, en los cuales el síntoma más común es la aparición de una mancha café, llamada "mancha chocolate", dicha mancha se diferencia de la causada por *Phytophthora* porque el borde de avance es de forma irregular. Cuando se deja frutos enfermos en el árbol se forma una felpa de color crema que son las esporas del hongo (Porras y Sánchez, 1991).

Según Delgado y Suarez (1993), el hongo puede infectar a frutos de cualquier edad, aunque la expresión de síntomas varía con la edad de la mazorca y de la variedad de cacao. En frutos de hasta 60 días el primer síntoma son puntos aceitosos en la corteza, que posteriormente provocan marchitamiento, necrosis y deformación. En mazorcas de 60 a 80 días desarrollan síntomas de madurez prematura y deformaciones, algunas mazorcas no presentan síntomas externos, pero al abrirlas las semillas están destruidas con una visible pudrición acuosa. Después de los 80 días los frutos tienen mayor resistencia porque la enfermedad progresa lentamente y las semillas pueden salvarse.

En frutos jóvenes aparecen pequeñas protuberancias, en frutos de más de tres meses de edad aparecen manchas de color chocolate con un borde poco definido, luego se forma un crecimiento blanco que corresponde a micelio y conidios del patógeno. Los frutos afectados no llegan a desarrollarse, mueren rápidamente y quedan sujetos al árbol (FHIA, 2002).

3.3.3.1.4 Epidemiología

Delgado y Suarez (1993), en Ecuador, señalan que existe una correlación positiva entre los niveles de precipitación existentes 3 o 4 meses antes de la cosecha y la incidencia de moniliasis, además una humedad relativa mayor a 80% y temperatura entre 25 y 28 °C favorecen a la enfermedad porque están positivamente correlacionadas con la producción y liberación de conidias. El periodo de incubación es variable y requiere de 20 a 60 días.

Según Porras y Sánchez (1991), el hongo alcanza su madurez cuando hay más de 25 °C de temperatura y una humedad de 85%. Las esporas pasan de árbol a árbol o de mazorca a mazorca por la acción del viento, transportadas por insectos o por agua de lluvia.

El hongo ataca solo los frutos, en cualquier estado de su desarrollo. La intensidad del ataque depende de las condiciones climáticas del lugar, aparentemente los factores

que más intervienen son las lluvias frecuentes y abundantes y alta humedad relativa (Moreno *et. al.*, 1995).

3.3.3.1.5 Medidas de combate

Según Manrique *et. al.*, (1998), para controlar la enfermedad se debe reducir la humedad relativa dentro de los cacaotales, para esto se debe hacer drenajes, podar adecuadamente, cosechar y eliminar frutos infectados semanalmente, controlar la altura de los árboles para facilitar las labores de poda y cosecha, entre otras.

En estudios hechos por Arguello (2000), en Colombia donde la enfermedad causa muchas pérdidas, se determinó que para controlar la moniliasis se debe remover frutos enfermos semanalmente durante la época de mayor cuajamiento por un periodo de 5 meses, de esa manera se puede mantener el nivel de daño de *Monilia* por debajo del 7% e incrementar la producción. Las mazorcas con primeros síntomas (estado de mancha) se pueden dejar en el suelo pero las esporuladas se deben tapar con hojarasca. La cal agrícola, urea al 15%, carrier al 2%, y aceite quemado al 30% aplicado sobre mazorcas enfermas deshidratan el tejido y actúan como fungiestáticos. El control químico con productos como Bayleton, Plantvax, y óxido cuproso son una alternativa eficiente y económica, y se debe realizar un control integrado para lograr mayor eficiencia.

En pruebas de campo en Perú realizadas por Krauss y Soberanis (2002), se determinó que el biocontrol de moniliasis con *Gliocladium spp* es altamente promisorio bajo un amplio rango de condiciones. Todos los tratamientos con biocontrol redujeron la incidencia en un promedio de 49%.

De acuerdo con Porras y Sánchez (1991), no existen cultivares inmunes a la enfermedad, pero en pruebas hechas en Colombia, Ecuador y Costa Rica se encontró que hay clones que tienen menor número de mazorcas afectadas, estos son: EET-233, UF-296, EET-75 y UF-273.

3.3.3.2 Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

3.3.3.2.1 Importancia económica

De acuerdo con Gomes et. al. (1999), "es una enfermedad que mayor impacto económico ha causado a los cultivadores de cacao", en cacaotales mal manejados las pérdidas pueden alcanzar hasta el 80% de la producción.

De acuerdo con Porras y Sánchez (1991), la escoba de bruja es considerada la enfermedad más dañina del cacao, su importancia depende del clima, material genético, presión de inóculo y manejo de la plantación. Las pérdidas en la producción pueden llegar a ser hasta 70%. El hongo no mata a la planta, pero la debilita y puede ocasionar la pérdida total de la cosecha. En Alto Beni hasta 1972 la incidencia de escoba de bruja fue mínima, pero a partir de 1978 los niveles comenzaron a ser alarmantes. Hasta 1980 los rendimientos eran buenos y se cosechaban hasta 40 qq/ha, pero luego bajó hasta 3 a 5 qq/ha, inclusive a cero, por el ataque de escoba de bruja y mazorca negra y por la falta de asistencia técnica.

Por esas razones varios agricultores talaron sus plantaciones de cacao y las sustituyeron por otros cultivos como los cítricos que les proporcionarían mayores ingresos económicos (Quiroz, 2004).

Según Rogg (2000), en Alto Beni no existen umbrales económicos establecidos para las enfermedades y plagas, pero para el caso de escoba de bruja se puede utilizar como referencia un umbral económico de menos del 5%.

3.3.3.2.2 Etiología

De acuerdo con IWBP (2012), el agente causal es el hongo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Singer pertenece a la clase Basidiomycetes, sub clase Agaricomycetidae orden Agaricales.

Los cuerpos fructíferos del hongo son basidiocarpos, esporoforos o caroforos, popularmente se conocen como paragüitas, que se desarrollan solo sobre ramas, frutos y hojas en estado seco infectados por el hongo, nunca sobre tejido verde. Las

condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son alta humedad y temperaturas entre 15 y 29 °C (Porras y Sánchez, 1991).

En un estudio realizado por Wheeler y Mempelsted (2003), se inocularon basidiosporas obtenidas de escobas secas recolectadas de diferentes países de Sud América en el clon Scavina 6 para observar síntomas de la enfermedad, los resultados de 30 experimentos determinaron que existía diversidad entre los aislamientos al inducir los síntomas y se decidió dividir las poblaciones de *Moniliophthora perniciosa*. en dos grupos: el grupo A que incluye aislamientos de Bolivia, Colombia y Ecuador, que se caracteriza por producir síntomas muy severos; y el grupo B que incluye aislamientos de Brasil, Trinidad y Venezuela que no incluye a síntomas tan severos como el anterior.

3.3.3.2.3 Síntomas

Moniliophthora perniciosa ataca a todas las partes de la planta en activo crecimiento, menos a la raíz (Mejía y Palencia 2000). Según Porras y Sánchez (1991), el síntoma más característico es la proliferación de yemas axilares que producen brotes vegetativos hipertrofiados con forma de abanico, por lo que se denomina escoba de bruja, cuando empiezan a formarse se llaman escobas verdes, después de seis a siete semanas se marchitan y se secan, entonces se conocen como escobas secas.

En los cojines florales infectados se desarrollan escobas de tamaños variables y generalmente también se desarrollan pequeños frutos partenocarpicos que adquieren la forma de "fresa" o "chirimoya", los cuales se secan rápidamente. Las flores individuales que son infectadas desarrollan un pedúnculo grueso, también se secan y reciben el nombre de flores estrella (Suarez y Delgado, 1993).

Los frutos pueden ser infectados por el hongo en cualquier etapa de su desarrollo, si esto sucede apenas producidas la fecundación se forman las llamadas "mazorcas zanahoria" (Suarez y Delgado, 1993). En los frutos en desarrollo infectados se produce un abultamiento o hinchazón que se torna de color oscuro y de consistencia

dura, el fruto no llega a madurar y presentan almendras acuosas sin ningún valor (Gómez *et. al.*, 1999).

En las mazorcas grandes se observa una mancha negra, dura y brillante, llamada "mancha de asfalto", con borde irregulares, como el provocado por moniliasis, la diferencia es que la mancha provocada por *Moniliophthora perniciosa* es más oscura que la "mancha chocolate" producida por *Moniliophthora roreri*. Dentro del fruto se pudren las almendras y no se pueden aprovechar (Porras y Sánchez, 1991).

De acuerdo con Quiroz (2004), las semillas atacadas tienen una apariencia mucilaginosa de olor diferente, se unen unas a otras y separarlas es difícil. Según Suarez y Delgado (1993), la pudrición en el interior puede ser total o parcial, dependiendo del tipo genético y de la edad de la mazorca al momento de la infección.

3.3.3.2.4 Epidemiología

Según Suarez y Delgado (1993), los basidiocarpos se forman sobre tejidos muertos por acción del hongo, especialmente sobre escobas y frutos secos, bajo condiciones favorables de precipitación (1000 a 2000 mm de promedio anual), humedad por encima del 80% y temperaturas entre 22 y 28 °C. Las esporas son liberadas por la noche y dispersadas por el viento, para germinar requieren de una temperatura de 27 °C y una película de agua libre. De acuerdo con Porras y Sánchez (1991), las esporas se liberan en la noche cuando la temperatura es baja, entre 16 y 27 °C. De acuerdo con Suarez y Delgado (1993), para que se formen los basidiocarpos se requiere de un periodo de dormancia de 4 meses de las escobas u otros tejidos infectados secos, aunque bajo ciertas condiciones puede reducirse a dos meses.

Purdy (2002), menciona que si las basidiosporas caen sobre superficies secas pierden inmediatamente su viabilidad, germinan cuando se posan sobre superficies mojadas de estructuras suaves del cacao, como brotes, cojines florales o Frutos. Rodríguez (1986), señala que las escobas requieren de 3 a 4 meses de exposición a condiciones antes de la esporulación. Aranzazu, citado por el mismo autor indica que

el tiempo mínimo para que las escobas esporulen es de 17 semanas, de acuerdo con la variación estacional de la enfermedad. Según Quiroz (2004), en Alto Beni la mayor liberación de esporas ocurre entre los meses de enero hasta agosto (Humedad mayor a 80%) y que entre agosto y diciembre existe la mayor mortandad de esporas por insolación (Humedad relativa menor al 80%).

Rodríguez (1986), indica que de acuerdo a observaciones realizadas en la Estación Experimental de Sapecho en Alto Beni, la mayor incidencia de la enfermedad se presenta en los meses de junio, julio y agosto, que coincide con el mayor pico de cosecha de cacao y con la época de menor temperatura y precipitación del año, pero en ese periodo los frentes fríos del sur elevan la humedad relativa y disminuyen la temperatura durante 3 a 5 días, lo cual favorece a la esporulación del hongo.

Cuando no se realiza la poda de mantenimiento en la época adecuada se predispone al árbol a un mayor ataque de escoba de bruja (Palencia y Mejía, 2000). La incidencia de escoba de bruja es más alta en cacaotales sin sombra permanente y con manejo deficiente o tardío (Krauss y Soberanis, 2002).

3.3.3.2.5 Medidas de combate

El combate de la escoba de bruja depende del buen manejo técnico del cultivo, porque no existe un control químico efectivo contra la enfermedad, los fungicidas que se han probado no han presentado resultados satisfactorios (Porrás y Sánchez, 1991).

Según Suarez (1987), en el Ecuador, la remoción de escobas mediante podas una a cuatro veces al año ha demostrado ser eficiente para reducir la incidencia de la enfermedad, pero no es muy acogida por la dificultad de la labor y por el costo de mano de obra.

Aranzazu *et. al* (2000), en recomendaciones hechas en Colombia, indican que para el manejo de escoba de bruja u otro problema se deben realizar prácticas agronómicas correctas y sincronizadas, entre las cuales están: uso de semilla

recomendada, buena nutrición en todas las fases del cultivo, reducción de la humedad mediante podas, eliminación de malezas y apertura de drenajes, reducción y control de la altura de los árboles (3 a 4 m), renovación de la copa, poda fitosanitaria una a dos veces al año dependiendo de las condiciones agroecológicas, eliminación de árboles muy susceptibles o renovarlos por injerto y cosechar quincenalmente frutos enfermos.

De acuerdo con Trujillo (2001), en Alto Beni se deberían realizar tres podas al año, una poda de mantenimiento que va acompañada de poda fitosanitaria en septiembre, y dos podas fitosanitarias, una en enero y otra en mayo. Además indica que se deberían hacer deshierbes por lo menos tres veces al año.

Según Quiroz (2004), deberían hacerse podas de sanidad cada tres meses después de la poda de mantenimiento o rehabilitación.

Según Rodríguez (1986), en la Estación Experimental de Sapecho Alto Beni se hizo un experimento con 5 fungicidas para el control de escoba de bruja en híbridos de cacao, sin encontrar diferencias significativas entre los fungicidas; sin embargo, se pudo observar que el producto que mejor controló la enfermedad fue Difolatan-50. También se hizo un experimento con un número de podas por año, comprobándose que los tratamientos de tres a cuatro fueron los que presentaron menos escobas por año y que el tratamiento de cuatro podas presentó un mayor rendimiento de cacao seco.

Lambert *et. al.* (2002), determinaron en pruebas de campo realizadas en Brasil que el biocontrol con especies de *Trichoderma* son parte importante de un manejo integrado, principalmente porque un aislamiento de *Trichoderma* (strain TVC) mostró una alta inhibición de la producción de basidiocarpos en escobas secas. Un 99% de reducción cuando las escobas estaban en el suelo y 56% de reducción cuando las escobas estaban en el árbol, además se observó una reducción de 31% de frutos infectados. *Trichoderma barzianum* (TH) y *Trichoderma Viride* (TVJ) son las más comerciales y usadas en otros cultivos.

Porras y Sánchez (1991), indican que otra forma de combate es la resistencia genética, los clones SCA-6 y 12 han sido utilizados como fuente de resistencia, otros materiales usados como fuente de tolerancia son EET-400, Silecia 1, Silecia 5, ICS-1, ICS-6, ICS-95, ICS-98, TSH-565, Playa Alta-1,2,4 y 5.

3.3.3.3 Mazorca negra (*Phytophthora palmivora*)

3.3.3.3.1 Importancia económica

Según Franco (2002), esta es la enfermedad más importante en todas las áreas cacaoteras del mundo, porque provoca las mayores pérdidas en la cosecha. Ataca todas las partes de la planta: raíz, tallo, flores y frutos; pero el mayor daño lo sufren las mazorcas que pueden pudrirse, en un plazo de 10 a 15 días, hasta el 100% de ellas.

Algunos autores indican que las pérdidas mundiales en la producción pueden ser del 10% con un rango amplio, desde cero en Ecuador hasta un 90% en las áreas húmedas de Camerún, otros autores con métodos más modernos indican que las pérdidas están entre 20 y 30% Enríquez 1985 citado por Villegas (2004).

3.3.3.3.2 Etiología

Según Porras y Sánchez (1991), el agente causal de la mazorca negra pertenece al género *Phytophthora*, las especies informadas son *Phytophthora palmivora*, *Phytophthora cytophthora*, *Phytophthora megasperma* y *Phytophthora capsici*, de ellas la principal especie, por su distribución mundial es la *Phytophthora palmivora*.

Aunque este patógeno es ampliamente conocido como un hongo, de la clase Oomycete, recientemente este grupo ha sido re clasificado dentro de los Chromistas (algas), gracias estudios de ADN (O'Gara, 2003).

Phytophthora se reproduce más de forma asexual en el campo, ésta se caracteriza por producir esporangios que contienen esporangiosporas y zoosporas que se

diseminan por el salpique del agua de lluvia. Los esporangios también tienen la capacidad de germinar (Porras y Sánchez, 1991).

3.3.3.3 Síntomas

El patógeno puede atacar cualquier parte del árbol pero el principal daño lo sufren las mazorcas, sobre la superficie de las mismas cuando se produce la infección, aparecen manchas pardas oscuras, de contorno uniforme, aproximadamente circulares, se agrandan rápidamente y en un tiempo de 10 a 15 días la mazorca se pudren totalmente y resultan inservibles Enríquez 1987 citado por Villegas (2004).

Cuando el hongo *Phytophthora* infecta el tronco, la planta se marchita y se observa un amarillamiento, en el lugar dañado se produce una secreción gomosa y cuando se quita la corteza se puede observar una coloración rojiza en el tronco (Mejía y Palencia, 2000). A medida que la enfermedad avanza en la corteza, esta se agrieta, si se oprime la zona afectada brota un líquido, y al hacer un raspado se observa coloraciones de violeta, azul vino tinto o rojizo (Manrique *et. al.*, 1998). La zona afectada del tronco por el hongo recibe el nombre de "cáncer" (Porras y Sánchez, 1991).

3.3.3.4 Epidemiología

La germinación del patógeno requiere de agua, por esa razón la infección casi siempre empieza en el ápice de la mazorca, donde hay retención de agua, y en el enganche con el pedúnculo o en la unión de dos mazorcas, donde pueden germinar (Manrique *et. al.*, 1998).

En frutos infectados después de 4 a 6 días sobre los primeros síntomas aparece un micelio blanco y se forman esporas, la reproducción es mejor con una alta humedad relativa y con temperaturas entre 18 y 25 °C Enríquez 1985 citado por Villegas (2004). El periodo de incubación para el caso de los frutos es de 3 a 5 días (Porras y Sánchez, 1991).

El daño por *Phytophthora palmivora* es más grave durante los meses lluviosos, en cacaotales muy sombreados y con mal drenaje. El proceso de la enfermedad ocurre en dos formas: diseminación vertical dentro del árbol, resultado del contacto entre mazorcas sanas y enfermas, movimiento de agua y actividad de insectos, especialmente hormigas, y diseminación horizontal entre árboles y parcelas vecinas, por acción del viento, insectos y otros animales (Porras y Sánchez, 1991). Las incidencias más altas de mazorca negra ocurren bajo condiciones de excesiva sombra (Krauss y Soberanis, 2002).

De acuerdo con Purdy (2002), cuando la temperatura del agua donde se encuentran localizadas las estructuras del patógeno está en un rango de 15 – 28 °C, los esporangios liberan las zoosporas, las cuales son capaces de moverse en el agua.

Los reservorios del *Phytophthora palmivora* están en la capa superficial del suelo, donde mazorcas enfermas y restos de cosecha, constituyen la mayor fuente de inóculo, también las mazorcas enfermas, cojines florales, ramas y hojas, pueden causar nuevas infecciones. Las esporas se diseminan con el viento, salpique de gotas de lluvia o insectos, más en épocas de lluvias con temperaturas menores a 17 °C, Jiménez 1980 citado por Calle (2005).

La severidad y frecuencia del ataque de esta enfermedad dependen sobre todo de la duración de la época lluviosa y de la presencia de agua líquida, ya sea por lluvias, por mal drenaje o por inundación, en esas condiciones las zoosporas germinan y son la principal fuente de contaminación (Capriles de Reyes, 1999).

3.3.3.3.5 Medidas de combate

Se debe reducir la sombra en el cacaotal para que la incidencia de la enfermedad sea menor, otras recomendaciones importantes son cosechar mazorcas maduras cada 8 a 15 días, tumbar las mazorcas negras durante las cosechas y tratar los montones de cáscara con fungicidas cúpricos Enríquez 1987 citado por Villegas (2004).

Porras y Sánchez (1991), indican que se debe reducir la humedad del cacaotal podando bien los árboles, eliminando malas hierbas y mejorando el sistema de drenaje. Antes de la época lluviosa se debe recoger y destruir frutos y cáscaras infectadas con *Phytophthora palmivora*, durante la cosecha se debe destruir de igual forma los frutos enfermos cada 8 días, después del desconchado las cáscaras, que pueden estar con la enfermedad deben ser quemadas, enterradas o tratarlas con Urea al 10%.

Krauss y Soberanis (2002), determinaron en pruebas de campo realizadas en Perú, que la incidencia de mazorca negra puede reducirse con el biocontrol, utilizando aislamientos de especies de *Gliocladium spp.*, aunque los efectos de los tratamientos no fueron significativos.

Según Enríquez 1985 citado por Villegas (2004), la mayoría de los cultivares de cacao en el mundo son susceptibles en mayor o menor grado a *Phytophthora palmivora*, no se dispone de cultivares inmunes, sin embargo se conocen algunos con buena resistencia como ser: Catongo, ICS-1, ICS-6, IMC-67, CC-41, CC-42, EET-59, EET-376 y Pound-7.

4. MATERIALES Y METODOS.

4.1 Ubicación geográfica

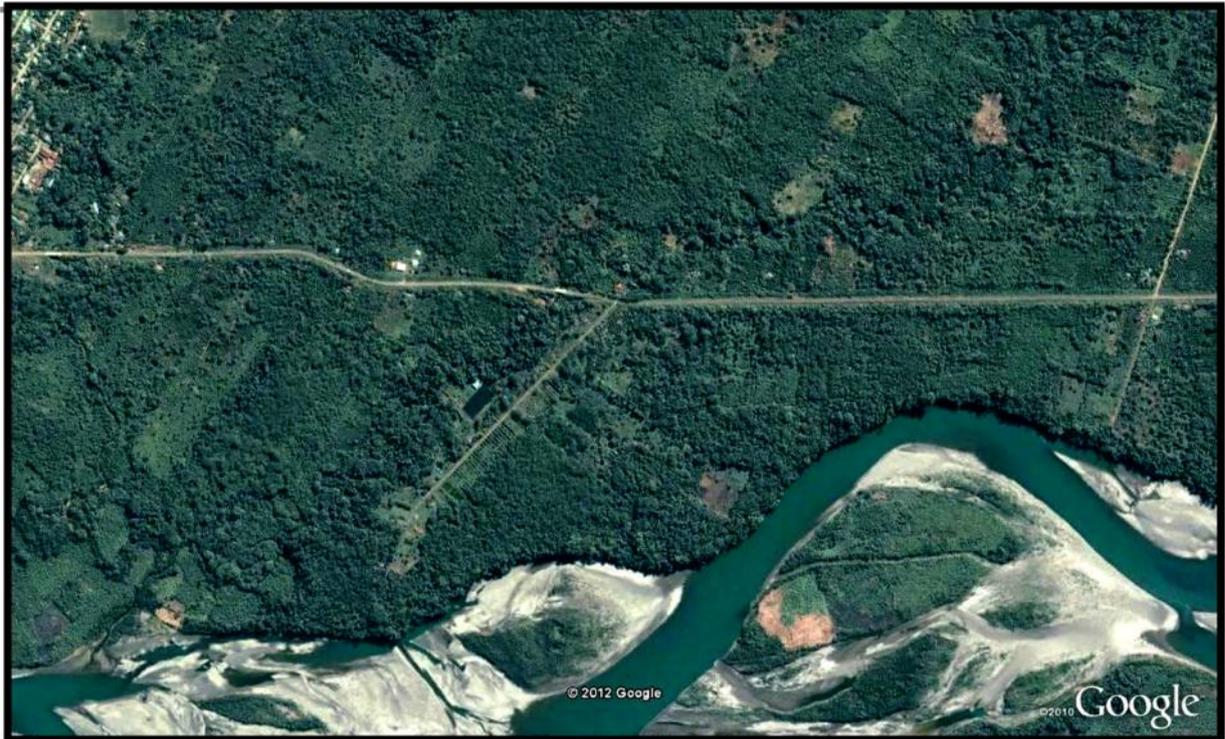
El presente trabajo de investigación tuvo dos etapas, la primera etapa se realizó en la Estación Experimental de Sapecho (EES) ubicado en la región del Alto Beni, localidad de Sapecho a 270 km. de la ciudad de La Paz y geográficamente localizada entre 15° 31' de latitud sur y 67° 26' de longitud oeste con una altitud de 450 m.s.n.m. La segunda etapa se realizó en el laboratorio de suelos de la facultad de Agronomía de la UMSA que se ubica en la avenida Landaeta esquina Héroes del Acre en la ciudad de La Paz Bolivia.

4.2 Características agroecológicas

4.2.1 Clima

En la Estación Experimental de Sapecho, el registro de temperaturas anuales oscilan entre 24 °C y 35 °C, las temperaturas extremas máximas absolutas alcanzan los 38 °C, en tanto las mínimas extremas absolutas son de 5 °C. La precipitación anual en el Alto Beni, varía de acuerdo a la orografía, a medida que se sube hacia las serranías la precipitación aumenta. La precipitación anual varía entre 1300 a 1600 mm por año siendo los meses de diciembre a febrero los más lluviosos. El promedio anual de humedad del aire oscila al rededor del 80% (Senamhi, 2011).

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**



**Figura 2. Imagen satelital de la Estación Experimental Sapecho
Fuente: Google Earth. 2012**



**Figura 3. Estación Experimental de Sapecho mapa satelital
Fuente: Google Earth. 2012**

4.2.2 Suelos

Los suelos de esta región presentan, características aceptables de fertilidad para uso agrícola extensivo. Sin embargo, son suelos muy delicados y susceptibles a una rápida erosión a causa de las excesivas pendientes que presenta su topografía y por la capa muy delgada de tierra fértil que tiene (Huanaco, 2010).

4.3 Materiales

4.3.1 Material vegetal

En el presente estudio se utilizó mazorcas de cacao (*Theobroma cacao*) contaminadas con sus principales enfermedades como ser Monilia, mazorca negra y escoba de bruja; dando énfasis al hongo *Moniliophthora roreri* por su alto porcentaje de daño causado en las mazorcas del cultivo de cacao en la zona de Alto Beni.

Para la construcción del ambiente del área de estudio se utilizó hojas de motacú, bambú y charros.

4.3.2 Materiales de campo y equipos

Para la habilitación del área de investigación se utilizaron los siguientes materiales: machete, cierra eléctrica, clavos, alicate, martillo, barreno, flexo metro de 10m, alambre. Tablas 4m de largo, balanza de precisión, cámara fotográfica, calculadora material de escritorio, tablero y libreta de campo, equipo de computación.

4.3.3 Otros insumos

Arguello, (2000). Recomienda utilizar para la disminuir la incidencia del ataque de estas enfermedades los siguientes desinfectantes:

- Gallinaza

Es un material compuesto por las excretas de las gallinas, residuos de alimentos, plumas, huevos rotos y el material fibroso de la cama con cal. La gallinaza es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de los abonos fermentados. Su

principal aporte son el fosforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc, cobre y boro (Mejía y Palencia, 2002).

- Ceniza

Las cenizas de madera presentan contenidos importantes de diferentes nutrientes como K, P, Mg y Ca, los cuales se encuentran en formas relativamente solubles (Vance, 1996). Algunos de estos elementos se encuentran como óxidos, hidróxidos y carbonatos, por lo que el material presenta un fuerte carácter alcalino. De este modo, el potencial neutralizante expresado en términos de equivalentes de CaCO₃, varía entre el 25 y el 100 %, por lo que es posible su uso para corregir la acidez de suelos ácidos (Ohno y Erich, 1990).

- Cal agrícola

El hidróxido de calcio, también conocido como cal muerta y/o cal apagada, es un hidróxido cáustico con la fórmula Ca(OH)₂. Cal, sustancia sólida cáustica, blanca cuando es pura, que se obtiene calcinando caliza y otras formas de carbonato de calcio el cual sirve como desinfectante así también para neutralizar los suelos ácidos en agricultura (Yuste, 2007).

- Producto a base de cobre (Ram - Caf)

Para el control químico de *Moniliophthora roreri* se emplean tradicionalmente fungicidas protectores, aunque con cuestionable eficacia. Sin embargo, el uso de cobre y protectores orgánicos ha mostrado reducir la incidencia de la enfermedad. Aunque los sistemas de aplicación mejorados con fungicidas sistémicos pueden mejorar la eficiencia en el control de *Moniliophthora roreri*, pero con una baja adopción por el incremento en los costos de producción (Hood y Murphy, 2004).

Arguello (2000), después de varios ensayos en Santander, concluyó que el mejor control se obtiene con óxido cuproso (oxicloruro al 35%). Sin embargo, con el fin de minimizar los efectos adversos que presentan los productos de síntesis sobre los

agroecosistemas y sus pobladores, es necesario desarrollar productos nuevos y aceptables para el control de Fitopatógenos. Uno de los efectos que se presentan es la emergencia de Fitopatógenos resistentes a los fungicidas usados, otro es la intoxicación aguda y general de humanos y otros organismos (Barrera *et al.*, 2008).

4.3.4 Materiales de laboratorio

Cuadro 1. Materiales para la determinación de respiración de CO₂ como indicador de la actividad microbiana en mazorcas de cacao

Materiales Químico	Material de Vidrio	Material de Medición	Material de Conservación
Hidróxido de sodio (NaOH)	frascos de 50 y 1500 ml	balanza analítica electrónica	mufla a 30 °C
Agua destilada	Matraz de Erlen Meyer	pipetas	
Ácido clorhídrico (HCl)	vasos de precipitación		
Cloruro de Bario (BaCl ₂)	probeta		
Fenolftaleína			
Alcohol al 90%			

Cuadro 2. Materiales para la determinación del porcentaje de materia orgánica.

Materiales Químico	Material de Vidrio	Material de Medición	Material de preparación
Pastillas catalizadoras	tubos digestores	balanza analítica	Mufla
Ácido Clorhídrico (HCl)	matraz Erlen Meyer	pipeta	
Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄)	bureta		
Soda caustica			
Ácido Bórico (HB)			

4.4 Metodología

4.4.1 Procedimiento experimental Etapa de campo

- **Habilitación del área experimental**

Esta etapa consistió en sacar las malas hierbas del área definida para la implementación de los cubos de madera (15 unidades), cada uno con un volumen de 0.5 m³, con el propósito de depositar en los mismos las mazorcas enfermas.

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

Para la propagación del hongo se requiere ciertas condiciones ambientales como ser sombra (70%), humedad (80%) y temperatura (25 – 28 °C), lo cual nos llevó a la construcción de un micro clima adecuado para que los hongos continúen su ciclo de vida y poder estudiar el tiempo de degradación de cada uno mediante métodos propuestos por diferentes autores. Todo esto con el fin de aislar las mazorcas enfermas de los arboles aun no contaminados y empezar con la investigación



4.a. Limpieza del área experimental



4.b. Construcción de cubos



4.c. Iniciando Construcción de micro
clima



4.d. Área experimental concluida

Figura 4. Habilitación del área experimental
Fuente: Elaboración propia

- **Cosecha de mazorcas de cacao contaminadas**

Para dar inicio a la investigación se procedió a la recolección de mazorcas de cacao con síntomas de Monilia (*Moniliophthora roreri*), escoba de bruja (*Moniliophthora*

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

perniciosa), y mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) dando énfasis a frutos infestados con el hongo *Moniliophthora roreri* en sus diferentes fases, para el cual se realizó la recolección con sumo cuidado ya que este hongo en la etapa de esporulación se disemina fácilmente por cualquier vector como ser el viento, insecto, hombre, etc.

Posteriormente se trasladó y se llenó los cubos con las mazorcas enfermas. El volumen de mazorcas que se incorporó a cada cubo fue 0.3 m³ este valor equivalente a 20 kg siendo unánime en los 15 tratamientos teniendo un total de 300 kg de mazorcas enfermas para realizar la evaluación correspondiente.

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**



5.a. Acopio de Mazorcas infestadas con Monilia, Escoba de bruja y Mazorca negra.



5.b. Mazorcas momificadas.



5.c. Deposición de frutos infestados



Figura 5. Acopio de mazorcas de cacao contaminadas
Fuente: Elaboración propia

- **Aplicación de Antiesporulantes**

Los productos que se utilizaron para reducir las fuentes de inóculo de estas enfermedades fueron: Gallinaza, Cal agrícola, Ceniza y Ram – Caf (producto a base de cobre). Las proporciones que se utiliza de cada desinfectante son las siguientes,

Cuadro 3. Antiesporulantes aplicados para 0.3 m³ de volumen

Antiesporulante	Cantidad total	Cantidad / unidad experimental
Gallinaza	450 g	150 g/ lt
Cal agrícola	750 g	250 g/ lt
Ceniza	450 g	150 g
Ram - Caf	15 g	5 g

Fuente: Arguello (2000)

El método de aplicación para la gallinaza y el Ram – Caf fue de aspersión directa, la cal agrícola y ceniza se empleó al voleo.



6.a. Ram – Caf

6.b. Ceniza

6.c. Cal

Figura 6. Pesaje de productos utilizados en el ensayo
Fuente: Elaboración propia

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**



7.a. Preparación del Ram Caf



7.b. Aplicación del Ram Caf



7.c. Aplicación de la ceniza



7.d. Aplicación de la cal agrícola



7.e. Aplicación de la gallinaza



7.f. Tratamientos listos para ser evaluados

Figura 7. Aplicación de Antiesporulantes
Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Procedimiento experimental Etapa de laboratorio

Concluyendo la etapa de campo se procedió a realizar la extracción de muestras de cada unidad experimental, las mismas se extrajeron tomando muestras que sean representativas por cada tratamiento, para esto se tomó 250 g. por cada repetición teniendo un total de 750 g. de muestra por cada tratamiento, para finalmente homogenizarlos y cuartearlos para su respectivo análisis en laboratorio.

Dichos análisis se realizaron en el laboratorio de suelos de la facultad de agronomía de la U.M.S.A.

Para la determinación de efectividad de los Antiesporulantes a través de la actividad microbiana, el método que se utilizó fue de Incubación, sugerido por Tedesco (1995) este procedimiento se muestra en la Figura 8.



8.a. Se pesó 50g de cada muestra



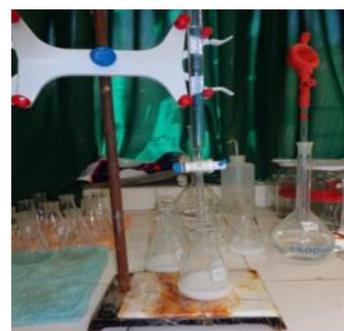
8.b. Introducir las muestras a la mufla a 30°C en el tiempo de reposo



8.c. Incubación de la muestra con hidróxido de sodio (NaOH)



8.d. Añadir Cloruro de Bario y fenolftaleína



8.e. Titular la muestra con ácido clorhídrico

Figura 8. Determinación de la efectividad de los Antiesporulantes mediante el método de Incubación en mazorcas de cacao
Fuente: Elaboración propia

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

Las unidades experimentales en la etapa de laboratorio fueron frascos de vidrio de 50 y 1500 ml. Todos los tratamientos fueron humedecidos al 80% de su capacidad de retención hídrica al momento de los ensayos. La incubación se realizó a temperatura ambiente procedente del lugar (promedio 30 °C). El desprendimiento de CO₂ se midió durante 24 días de incubación. Se usó el método de incubación en medio cerrado con 5 ml de NaOH 1N descrito por Anderson (2005), y el desprendimiento de CO₂ se estimó mediante titulación con HCl 0.1N, en presencia de dos gotas de fenolftaleína al 1% y luego de la precipitación de los carbonatos con 3 ml de BaCl₂ al 2%. Se consideraron tres blancos, sin adición de sustrato, para controlar la presencia de CO₂ en los frascos. El desprendimiento de CO₂, puede considerarse como uno de los parámetros sensibles a los cambios que ocurren en la transformación de la materia orgánica. Este procedimiento se realizó hasta obtener datos representativos donde se demuestre que la curva tienda a llegar a una línea horizontal constante para así realizar las interpretaciones correspondientes.

Para la determinación de porcentaje de Materia Orgánica el método que se utilizó fue Walkley Blackl.

Para poder iniciar el análisis de materia orgánica se procedió al secado de las muestras introduciéndolas a la mufla por un periodo de 48 hr. Una vez obtenidas las muestras secas se deposita cada una en un matraz adicionando 10 ml de ácido sulfúrico + 10 ml de dicromato de potasio y se deja por 30 minutos, posterior a los 30 minutos se adiciona 200 ml de agua destilada + 5 ml de ácido fosfórico + 2 ml del indicador diphenylamin para finalmente titularlo con sulfato ferroso, hasta obtener un tono verde como se ilustra en la Figura 9.

Teniendo los datos obtenidos por este método se determinó el porcentaje de materia orgánica que posee cada tratamiento en estudio mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ CO} = ((V1 - V2) * N / P) * 0.39$$

$$\% \text{ MO} = \% \text{ CO} * 1.734$$

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**



9.a. Muestras secas



9.b. Pesar 1 g de muestra



9.c. Adicionar 10 ml de ácido sulfúrico



9.d. Adicionar 10 ml de dicromato de potasio



9.e. Adicionar 200 ml de agua destilada



9.f. Adicionar 5 ml de ácido fosfórico



9.g. Adicionar 2 ml de Diphenylamin



9.h. Titular con sulfato ferroso hasta que la muestra cambie a una tonalidad verde



Figura 9. Determinación del porcentaje de materia orgánica
Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Diseño estadístico

El diseño experimental empleado fue el Diseño Completo al Azar (DCA), este diseño se utilizó porque las condiciones experimentales fueron relativamente homogéneas. (Steel y Torrie; 1998).

Se efectuó bajo el modelo lineal aditivo sugerido por Steel y Torrie (1998).

$$X_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

X_{ij} = Observación cualquiera

μ = Media general

T_i = Efecto del i - ésimo tratamiento

ϵ_{ij} = error experimental

4.4.4 Croquis experimental

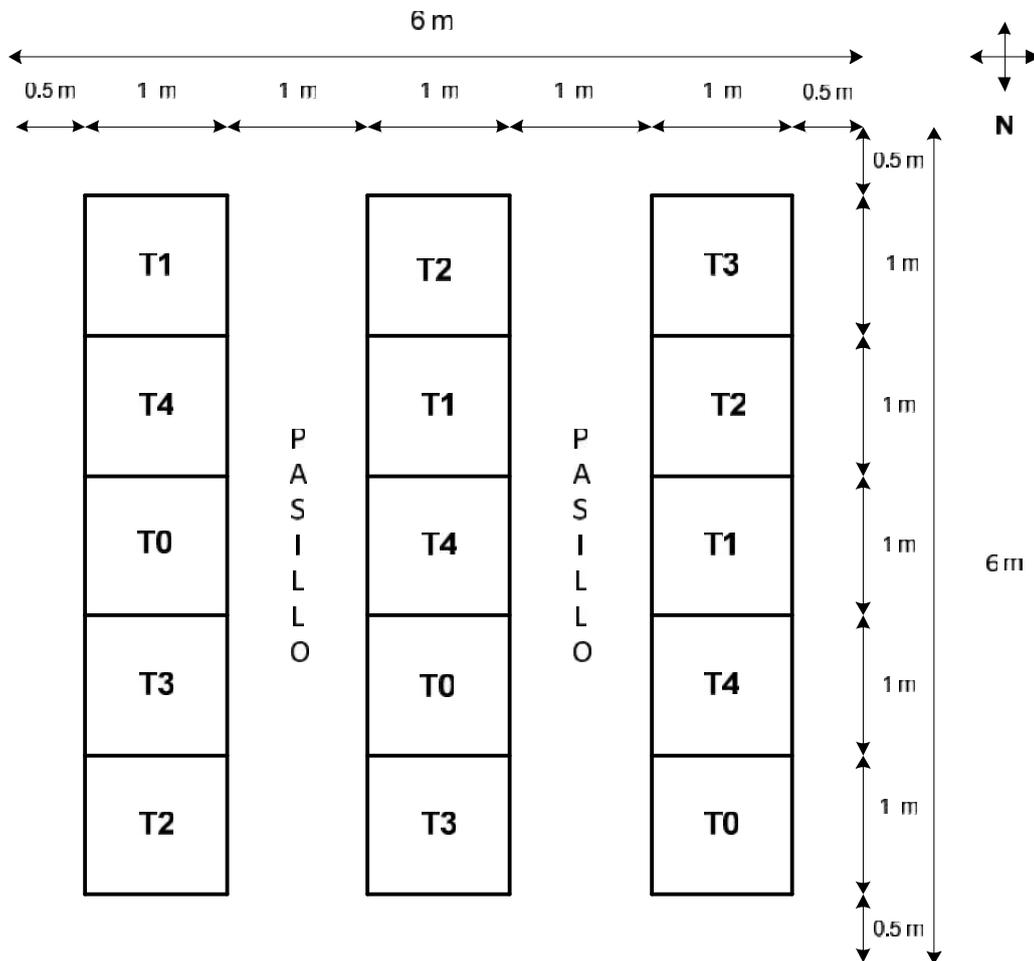


Figura 10. Croquis experimental de la etapa de campo
Fuente: Elaboración propia

4.4.5 Factor en estudio

El factor en estudio fueron mazorcas de cacao contaminadas por hongos de moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra.

El estudio planteo 15 unidades experimentales distribuidas de manera aleatoria. En el Cuadro 4 se presenta las combinaciones de los tratamientos.

Cuadro 4. Combinación de los tratamientos en estudio

FACTOR	TRATAMIENTO
Mazorcas contaminadas: Monilia Escoba de bruja Mazorca negra	T0 = Testigo
	T1 = gallinaza
	T2 = Cal apagada
	T3 = Ceniza
	T4 = Ram – Caf

4.4.6 Características del área experimental

Superficie total	36 m ²
Superficie total aprovechable	15 m ²
Superficie total del pasillo	21 m ²
Superficie de cada unidad experimental	1 m ²
Número total de unidades experimentales	15
Volumen de mazorcas introducidas U/E	0,3 m ³
Volumen total de mazorcas en estudio	4,5 m ³

4.4.7 Variables de respuesta

Para la evaluación de las variables en estudio se realizó pruebas y análisis en laboratorio. Se determinaron las siguientes variables de respuesta:

- Temperatura y Humedad Relativa

La evaluación de esta variable se realizó mediante lecturas de un Hidrómetro desde el inicio hasta el final de la investigación en la fase de campo, para la fase de investigación en laboratorio se tuvo que habitar las muestras a una temperatura y humedad relativa similar al lugar donde se proliferan los hongos (temperaturas entre 25 - 28 °C y HR 80%), para la temperatura se conservó las muestras a 30 °C introduciéndolas a una mufla y para conservar la humedad relativa se adiciono agua destilada según el requerimiento de cada muestra que consistió en pesar la muestra a su llegada y mantener constante el peso durante toda la etapa de evaluación en la

fase de laboratorio para así poder darles condiciones climáticas a los hongos para que continúen su desarrollo.

- Efectividad de cada desinfectante en los tratamientos
- Tiempo de reducción de las fuente de inculo

Para dar respuesta a estas variables de estudio se realizaron pruebas y análisis en el laboratorio de suelos de la facultad de agronomía de la UMSA (Figura 8) el cual indica la eficacia de cada desinfectante propuesto en la investigación, a través del método de incubación que sugiere (Tedesco, 1995).

De la misma manera se pudo evaluar el tiempo que cada antiesporulante tardo en reducir sus fuentes de inculo de cada tratamiento.

- Porcentaje de Materia Orgánica

Para la determinación del porcentaje de materia orgánica, se utilizó el método Walkley Blackl que se ilustra en la Figura 9.

- Análisis económico

El análisis económico se realizó de acuerdo al método por Perrin (2009), para lo cual se tomaron en cuenta los costos variables de producción y los beneficios netos obtenidos con la aplicación de desinfectantes para hongos de mazorcas de cacao.

Este análisis implica los presupuestos parciales y fijos que llevan al costo total de producción presentándose para los diferentes tratamientos

$B/C = Y - E / I$ = Beneficios netos generados por el proyecto / costos implicados en el proyecto.

Dónde:

Y = beneficios brutos

E = costos de producción

I = costos de producción implicados en el proyecto

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

Todos los costos de producción (insumos, mano de obra, etc.) fueron calculados para una hectárea (Anexo 1 al 6). El análisis económico se realizó con el propósito de identificar cuál de los desinfectantes propuestos en la investigación, tiene mejor resultado y menor gasto para el agricultor.

Si la relación B/C es menor a uno no existe beneficio económico, cuando la relación B/C es igual a la unidad demuestra que los ingresos solo cubren los costos de producción sin generar utilidades. Cuando la relación B/C es mayor a la unidad significa que los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción y tienen utilidades.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Una vez concluido el trabajo de campo y la etapa de laboratorio correspondiente, a continuación se presentan los resultados obtenidos durante la etapa de evaluación.

Para las variables de respuestas analizadas fueron estudiadas mediante pruebas de F utilizando la prueba de Tukey.

5.1 Temperatura

A continuación se muestran los resultados de los registros de temperaturas promedias máximas y mínimas durante todo el periodo de evaluación:

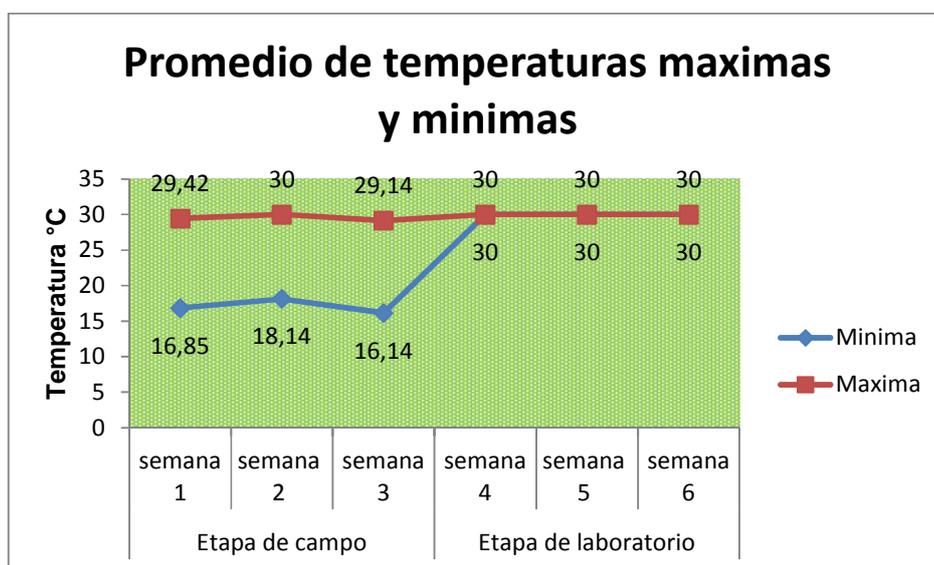


Figura 11. Registro de temperaturas medias

La Figura 11 muestra que en la etapa de campo las temperaturas máximas oscilaron entre 29 y 30 °C y las mínimas registradas entre 16 a 18 °C. Estos datos que se registraron durante el periodo de evaluación en campo estuvieron dentro el rango establecido para la proliferación de los hongos (25-28 °C). Sin embargo en la etapa de Laboratorio las temperaturas fueron constantes (30 °C) ya que las muestras se mantuvieron en condiciones controladas.

Cuadro 5. Temperaturas óptimas para el desarrollo de los hongos.

Hongo	Temperatura adecuada para su desarrollo	Según:
Monilia (<i>Moniliophthora roreri</i>)	25 – 28 °C	Delgado, (1993).
Escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>)	15 - 29 °C	Porras, (1991).
Mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>)	18 – 25 °C	Enríquez, (1985)

El Cuadro 5 muestra que los rangos de temperaturas promedio para darles condiciones de vida a los hongos están dentro de 18 a 28 °C, evidentemente el microclima que se les proporcione a las mazorcas de cacao contaminadas con los hongos tubo un rango de temperatura dentro los parámetros establecidos por los autores.

5.2 Humedad Relativa

Los resultados de humedad relativa se muestran en la Figura 12.

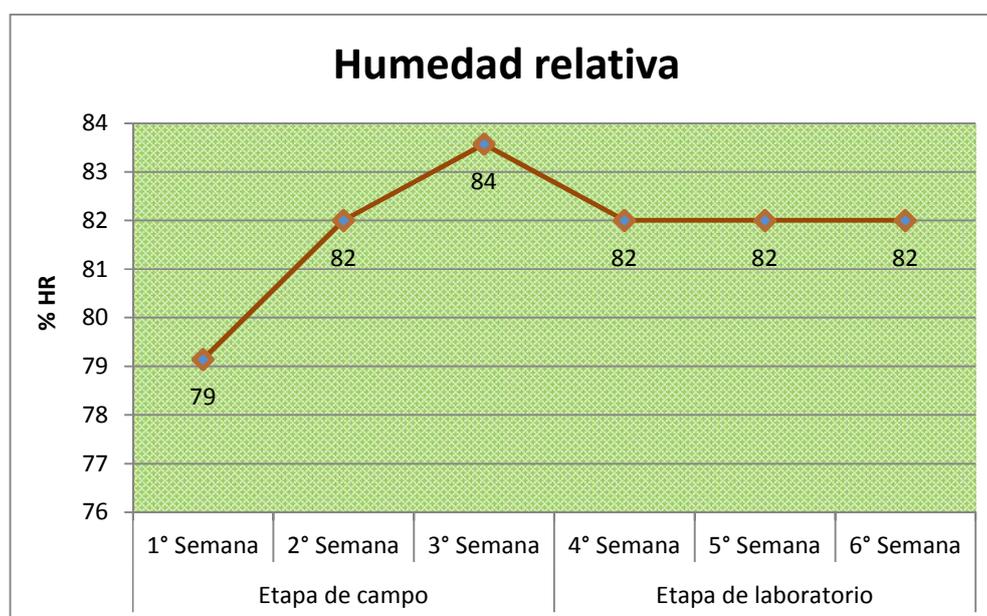


Figura 12. Registro del porcentaje de humedad relativa

La Figura 12 muestra que en la etapa de campo la humedad relativa oscila entre 79% y 84%. Se observa que en la primera semana se registró el dato más bajo, posiblemente porque durante ese periodo de evaluación las temperaturas fueron menores en comparación a las temperaturas registradas en la segunda y tercera semana.

La humedad relativa se mantiene constante en la etapa de laboratorio porque se controló mediante el peso con que cada muestra llegó inicialmente, como se detalla en la parte de metodología.

Delgado y Suarez, (1993). Indican que la humedad adecuada para el desarrollo de estos hongos deben ser superiores a 80%, de tal forma que estos patógenos tengan condiciones de vida para su reproducción. Entonces la humedad que se les proporcione a los hongos en ambas faces son aceptables para que prosigan con su normal desarrollo en su ciclo de vida y de esta manera poder realizar la respectiva evaluación.

5.3 Efectividad de los desinfectantes

Los resultados para esta variable son los siguientes:

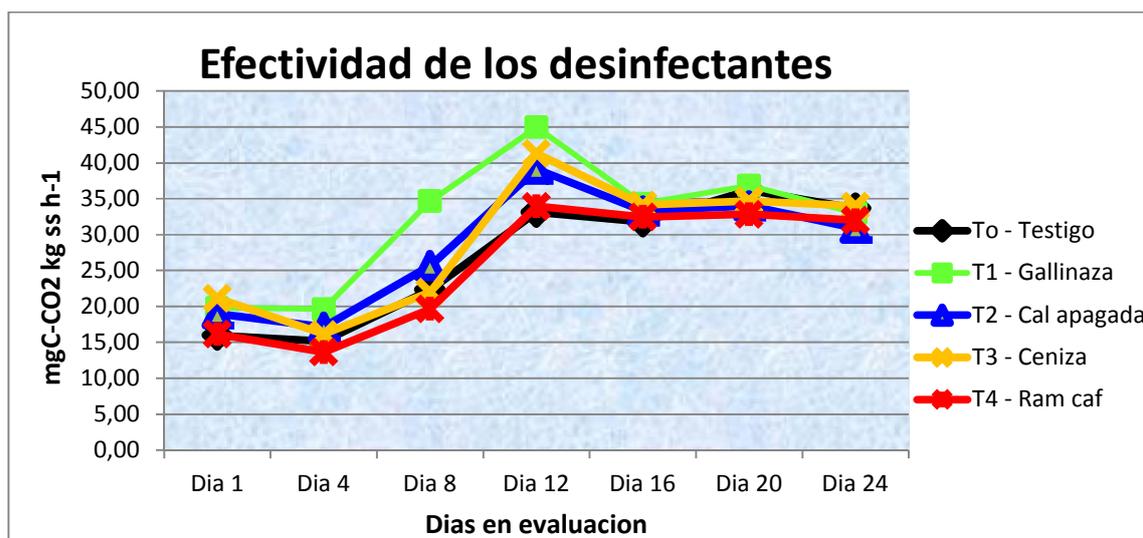


Figura 13. Registro de datos para la efectividad de los desinfectantes en experimentación
Fuente: Elaboración Propia

La Figura 13 muestra el comportamiento que tuvo cada antiesporulante en relación a la efectividad observándose que quien mejor se comportó a través del método de incubación fue el T4 (Ram Caf) ya que para esta variable se toma en cuenta que la figura del grafico mantenga un equilibrio entre el crecimiento de los microorganismos y las condiciones ambientales para su metabolismo, esto quiere decir que a mayor actividad microbiana mayor es el metabolismo de los microorganismos por tanto la degradación del hongo será más rápido y como resultado muestra mejor efectividad tal como lo asevera (Tedesco, 1995). El T4 tubo mejor eficacia en comparación a los demás tratamientos en experimentación, esto se debe a que este producto está compuesto a base de cobre ideal para la desintegración de los hongos.

Los que menor efectividad tuvieron en la degradación de los hongos fueron los tratamientos T0 (testigo) y T1 (Gallinaza) ya que en las evaluaciones que se realizaron el grafico muestra ascensos y descensos mostrando un desequilibrio en sus lecturas, y lo que se pretende buscar es mantener el equilibrio como menciona Anderson (2005).

Arguello (2000). En una investigación realizada en Colombia determino el efecto antiesporulante de algunos productos sobre frutos infestados con Monilia, siendo así como la urea al 5%, el carrier al 2%, el aceite quemado al 30% y la cal agrícola estas actuaron como fungiestáticos para el hongo ya que deshidrataron el tejido, pues se produce una descomposición de los tejidos debido a la actuación de microorganismos saprofitos.

Los resultados obtenidos en laboratorio se muestran a continuación en las pruebas de análisis de varianza.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable efectividad de los Antiesporulantes (1ra evaluación; día 1).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F-Valor	Pr > F	Signif
Tratamiento	4	62.43	15.61	2.28	0.1326	NS
Error	10	68.50	6.85			
Total	14	130.93				
CV (%) 14.21					Media : 20.150	

CV = Coeficiente de variación

* = Significativo

** = Altamente significativo

NS = No significativo

El análisis de varianza para la primera fecha en evaluación muestra que los resultados para todos los tratamientos es no significativo esto se debe a que los promedios entre los cinco tratamientos obtenidos durante la evaluación son similares ya que los resultados son los siguientes:

Cuadro 7. Promedio de mgC-CO2 kg ss h entre cada tratamiento en experimentación (1ra evaluación; día 1)

Tratamiento	Medias
T3 - Ceniza	21,15
T1 - Gallinaza	19,82
T2 - Cal apagada	18,98
T4 - Ram Caf	16,15
T0 - Testigo	15,98

El Cuadro 7 muestra la relación de promedio de mgC-CO2 kg ss h con el tipo de antiesporulante aplicado a cada tratamiento, estos resultados mostraron ser no significativos estadísticamente ya que las medias de los tratamientos en estudio son similares, sin embargo se llegó a tener un promedio más alto con la aplicación de Ceniza del tratamiento 3 con 21.15 mgC-CO2 kg ss h y el menor valor registrado fue del tratamiento testigo con 15.98 mgC-CO2 kg ss h.

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

Esto se debe posiblemente a que en esta etapa de evaluación los microorganismos iniciaban su actividad de desarrollo y metabolismo, ya que estos datos son los resultados de la primera lectura (día 1).

El Cuadro 6 muestra también que el coeficiente de variación es de 14.21% lo que indica que los índices de confiabilidad realizados en laboratorio son muy buenos según los rangos de Ochoa en (2007).

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable efectividad de los Antiesporulantes (4ta evaluación; día 12).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F-Valor	Pr > F	Signifi
Tratamiento	4	298.3	74.56	11.52	0.0009	**
Error	10	64.67	6.47			
Total	14	362.90				
CV (%) : 6.61				Media : 33.300		

CV = Coeficiente de variación

* = Significativo

** = Altamente significativo

NS = No significativo

El Cuadro 8 muestra que la cuarta evaluación correspondiente al día 12 los resultados fueron altamente significativos lo que indica que cada tratamiento en este periodo actúa de manera diferente uno del otro, ya que los promedios de los resultados obtenidos en esta etapa son diferentes como se muestra en la Figura 14.

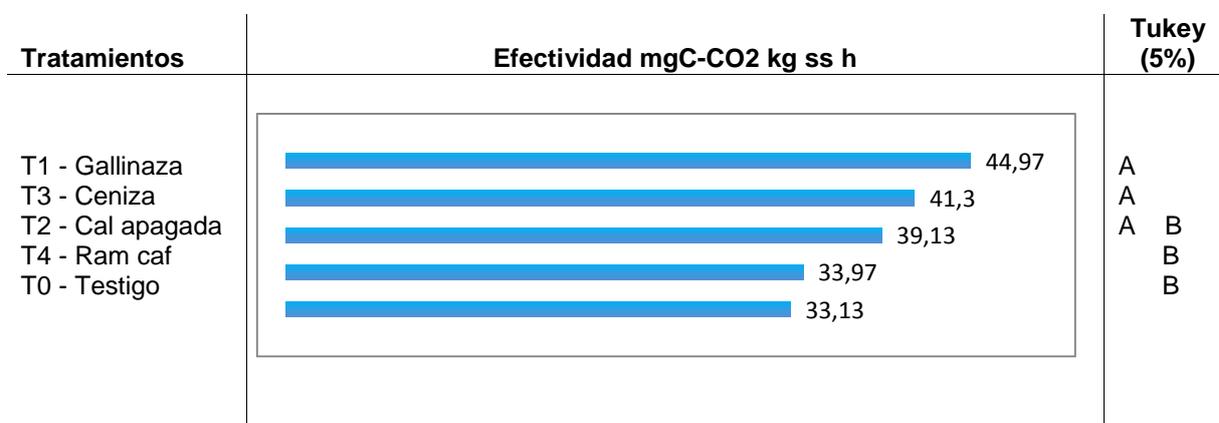


Figura 14. Promedio de la efectividad mgC-CO2 kg ss h por la prueba de Tukey

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

La Figura 14 muestra que en la prueba de Tukey al 5% de probabilidad indica que todos los tratamientos en relación a la efectividad de los antiesporulantes muestran comportamientos diferentes donde la mayor actividad microbiana se presentó en el T1 (gallinaza) con 44.97 mgC-CO₂ kg ss h y el que menor actividad microbiana tubo fue el T0 (testigo) con un promedio de 33.13 mgC-CO₂ kg ss h siendo este el dato más bajo.

Mejía y Palencia, 2002 mencionan que la gallinaza ofrece un alto aporte de material orgánico, ya que aparte de los excrementos de gallinas está compuesto de material fibroso de la cama, residuos de alimentos, plumas y huevos rotos lo que hace que aumente la actividad microbiana necesaria para la degradación de las mazorcas infestadas con los hongos que causan estas enfermedades

Por otro lado la Figura 14 muestra que la ceniza también resultaría efectivo para la degradación de estos hongos ya que este insumo orgánico presenta contenidos importantes de diferentes nutrientes como K, P, Mg y Ca, los cuales se encuentran en formas relativamente solubles y estos elementos hacen que actúen en forma efectiva como un fungicida orgánico para la degradación de los patógenos presentes en las mazorcas de Cacao (Vance, 1996).

De la misma manera también se observa en el análisis de varianza que el porcentaje del coeficiente de variación es de 6.61 los cual indica que los datos son confiables y el manejo experimental ha sido excelente según los rangos de Ochoa en (2007).

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable efectividad de los Antiesporulantes (4ta evaluación; día 12).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F-Valor	Pr > F	Signifi
Tratamiento	4	19.43	4.86	0.36	0.8302	NS
Error	10	134.20	13.42			
Total	14	153.63				
CV (%) : 11.20					Media : 35.330	

CV = Coeficiente de variación
 * = Significativo
 ** = Altamente significativo
 NS = No significativo

El análisis de varianza para el último dato registrado en evaluación, muestra que los resultados para todos los tratamientos es no significativo esto se debe a que los promedios entre los cinco tratamientos obtenidos durante la evaluación son similares ya que los resultados son los siguientes:

Cuadro 10. Promedio de mgC-CO₂ kg ss h entre cada tratamiento en experimentación (7ma evaluación; día 24)

Tratamiento	Medias
T3 - Ceniza	34.00
T0 - Testigo	33.67
T1 - Gallinaza	33.00
T4 - Ram Caf	32.00
T2 - Cal apagada	30.89

El Cuadro 10 muestra la relación de promedio de mgC-CO₂ kg ss h con el tipo de antiesporulante aplicado a cada tratamiento, estos resultados mostraron ser no significativos estadísticamente ya que las medias de los tratamientos en estudio son similares, sin embargo se llegó a tener un promedio más alto con la aplicación de Ceniza del tratamiento 3 con 34 mgC-CO₂ kg ss h y el menor valor registrado fue del tratamiento testigo con 30.89 mgC-CO₂ kg ss h.

Estos datos son registros de la última evaluación, donde encontramos el equilibrio de la actividad microbiana y el metabolismo de los microorganismos, obteniendo así los resultados finales para determinar cuál de los antiesporulantes resulta ser más efectivo para la degradación de los hongos *Moniliophthora roreri*, *Moniliophthora perniciosa* y *Phytophthora palmivora* y de esta manera brindar información al agricultor que se dedica a la producción de cacao para el combate de estos hongos que son frecuentes en el cultivo.

El análisis de varianza para la última evaluación muestra también que el coeficiente de variación es de 11.20% lo que indica que los índices de confiabilidad realizados en laboratorio son muy buenos según los rangos de Ochoa en (2007).

5.4 Tiempo de reducción de las fuente de inoculo

Para los resultados de esta variable se tomó en cuenta la Figura 13 ya que aparte de mostrar la efectividad de cada antiesporulante también indica el tiempo que tarda cada tratamiento en degradar los hongos (*Moniliophthora roreri*, *Moniliophthora perniciosa* y *Phytophthora palmivora*) donde los resultados se muestran a continuación en la Figura 15.

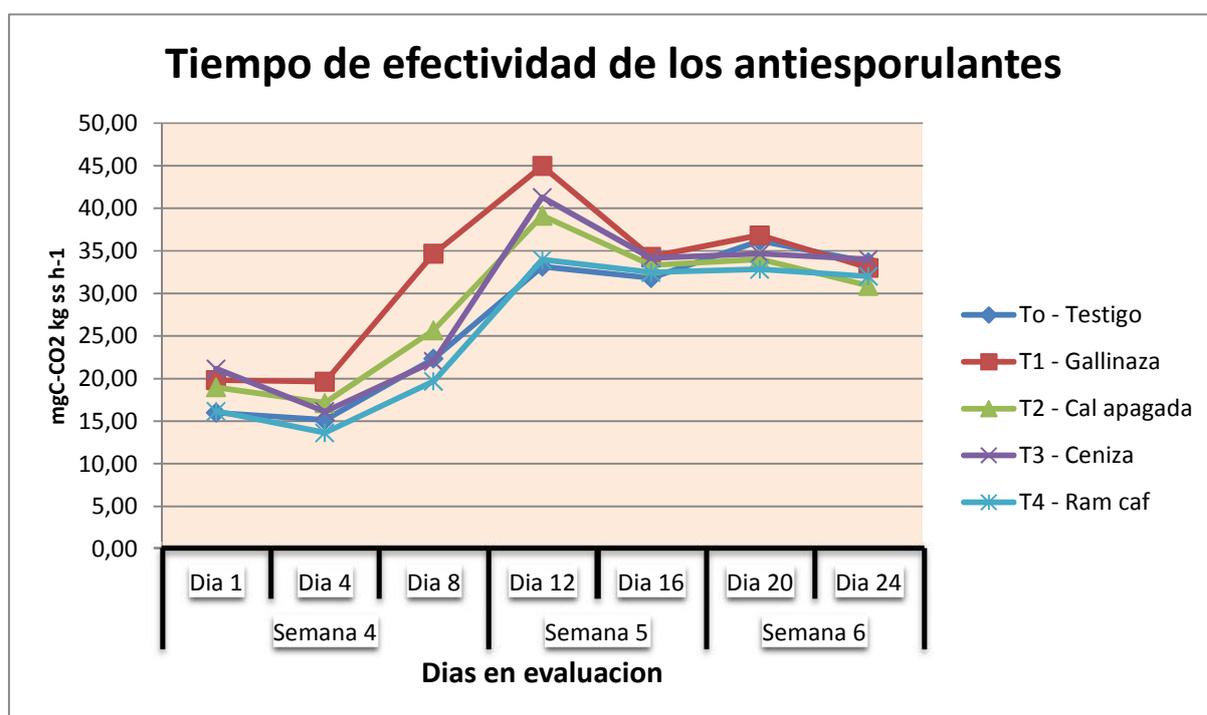


Figura 15. Registro del tiempo de efectividad de Antiesporulantes en evaluación.
Fuente: elaboración propia

La Figura 15 muestra que a partir del día 16 de la etapa de laboratorio todos los tratamientos propuestos en la investigación muestran un relativo equilibrio, sin embargo el que presentó un equilibrio casi constante fue el tratamiento 4 (Ram Caf) a partir del día 12.

Tomando en cuenta el inicio de la investigación donde las tres primeras semanas correspondientes a la etapa de campo hasta la etapa final realizado en laboratorio

se indica que el tiempo total necesario para la evaluación fueron de 45 días donde la Figura 15 evidencia que en la semana 5 el T4 (Ram Caf) llega a tener un mejor comportamiento en un menor tiempo con 33 días para la reducción de fuentes de inóculo de los hongos ya mencionados, sin embargo este tratamiento llega a ser eficaz en el menor tiempo por su composición química, entonces podemos dar una segunda alternativa al agricultor buscando la utilización de insumos locales que aparte de ser orgánicos sean accesibles para el agricultor siendo este el T3 (Ceniza) logrando alcanzar un equilibrio entre la actividad microbiana y su metabolismo en el día 37.

5.5 Porcentaje de Materia Orgánica

Los resultados obtenidos para la variable porcentaje materia orgánica de las mazorcas de Cacao se muestra a continuación en el siguiente Cuadro.

Cuadro 11. Resultados del % de Materia Orgánica de las Mazorcas de Cacao por cada tratamiento en experimentación.

CULTIVO	TRATAMIENTO	% MATERIA ORGANICA
Cacao	T0 - Testigo	45.48
	T1 - Gallinaza	70.05
	T2 - Cal apagada	50.09
	T3 - Ceniza	69.84
	T4 - Ram Caf	43.40

En los resultados que nos ilustra el Cuadro 11 se observa que el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de materia orgánica fue el T1 (gallinaza) con un valor de 70.05%, al respecto Mejía y Palencia (2002), menciona que este insumo aplicado posee un alto porcentaje de residuos de material orgánico animal y vegetal ayudando de esta manera a que aumente el porcentaje de materia orgánica de las mazorcas de cacao. Se puede ver también que los valores más bajos se presentaron en los tratamientos testigo y donde se aplicó Ram Caf con valores de 45.48 y 43.40

respectivamente, esto se debe a que en estos tratamientos no tuvo ningún nutriente que aporte material orgánico a las mazorcas de Cacao.

5.6 Análisis económico

El presente análisis económico se realizó con el propósito de mostrar cuál de los cuatro tratamientos estudiados es económicamente rentable, de esta manera respaldar el trabajo y recomendar a los agricultores de la zona una alternativa de producción para combatir el ataque de estos hongos que causan pérdidas a dicho cultivo.

En el siguiente cuadro se presenta el costo total de producción y los beneficios obtenidos de cada tratamiento en estudio. Cada tratamiento se calculó para la superficie de 1 hectárea.

**Cuadro 12 Análisis económico de producción del cultivo de cacao (grano seco)
para una superficie de una hectárea.**

Tratamiento	Rdto medio Tn/ha	Precio comercial	beneficio bruto	Costo total	Beneficio neto	B/C
Testigo	0.4	26000	10400	4297.4	6102.6	2.4
Gallinaza	1	26000	26000	4398.9	21601.1	5.9
Cal Apagada	1	26000	26000	4606.8	21393.2	5.6
Ceniza	1	26000	26000	4323.3	21676.7	6.0
Ram Caf	1	26000	26000	4730.2	21269.8	5.4

Respecto al beneficio / costo obtenido en campo, todos los tratamientos del ensayo tuvieron buen retorno económico ya que los resultados de beneficio / costo son mayores a uno. Se observa que el T3 (ceniza) obtuvo un valor de B/C = 6.0 el cual indica que con una inversión de una unidad monetaria se tiene un retorno de 6.0 entonces podemos decir que este tratamiento tiene la más alta rentabilidad en comparación a los demás tratamientos. Sin embargo el tratamiento que mostro el menor retorno económico fue el T0 (testigo) debido a que al no combatir la enfermedad con la incorporación de algún antiesporulante las pérdidas que generan estos hongos son considerables (*Moniliophthora roreri* 40%, *Moniliophthora*

perniciosa y *Phytophthora palmivora* 20%, Maldonado, 2012) evidenciando así que el rendimiento medio en toneladas por hectárea baja significativamente en comparación a las otras muestras de mazorcas que tuvo una aplicación de antiesporulantes para el control de estos hongos.

Si la relación B/C hubiese sido menor a uno no mostraría un retorno económico, mas al contrario se generaría perdida. Observamos en el Cuadro 12 que en ninguno de los tratamientos en experimentación muestra una relación de B/C menores a uno.

6. CONCLUSIONES

Una vez terminada la investigación a continuación se concluye lo siguiente:

Para una evaluación en condiciones controladas se debe mantener una temperatura y humedad relativa constantes para que hongos *Moniliophthora roreri*, *Moniliophthora perniciosa*, *Phytophthora palmivora* se encuentren en condiciones ideales para su desarrollo las cuales deben oscilar entre 25 y 28 °C. 79 y 82% de humedad relativa.

En cuanto a la efectividad de los antiesporulantes quien mejor se comporto fue el tratamiento donde se aplicó Ram Caf y el que menor eficacia tuvo fue el tratamiento donde se incorporó gallinaza.

Con relación al análisis estadístico en la primera evaluación todos los tratamientos se comportaron de la misma manera, mostrando que no existen diferencias respecto a los tipos de antiesporulantes. Sin embargo para la segunda evaluación los tratamientos se comportaron de manera diferente donde el análisis estadístico muestra que quien tuvo una mayor actividad microbiana fue la gallinaza para esta fecha evaluada. Finalmente para la última evaluación de laboratorio en el día 24 todos los tratamientos tuvieron un comportamiento similar respecto a la actividad y el metabolismo de los microorganismos.

Respecto al tiempo de reducción de las fuentes de inóculo de los hongos, el Ram Caf empieza una degradación de los patógenos a partir del día 33 ya que encuentra un equilibrio entre la actividad microbiana y el metabolismo de los microorganismos. El tratamiento que no mantiene un equilibrio durante toda esta etapa de evaluación fue la gallinaza.

Con relación al porcentaje de materia orgánica, las mazorcas en estudio mostraron tener un alto contenido de materia orgánica, sin embargo el mayor porcentaje se registró en el tratamiento cuya aplicación fue con la gallinaza, y el menor valor registrado se encontró en el tratamiento donde se aplicó Ram Caf.

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

Todos los tratamientos de la investigación tienen buen retorno económico, pero el que mayor beneficio económico presento se encuentra en el tratamiento donde se aplicó ceniza.

7. RECOMENDACIONES

Después de haber concluido con la presente investigación se recomienda lo siguiente:

Brindar conocimiento técnico a los agricultores que se dedican a la producción de Cacao y tienen problemas con los hongos *Moniliophthora roreri*, *Moniliophthora perniciosa*, *Phytophthora palmivora* y poder dar alternativas al agricultor para contrarrestar el bajo rendimiento provocado por estos hongos de tal forma que puedan dar un manejo adecuado al cultivo y vivir con la enfermedad en las parcelas de cacao

Para poder combatir estos patógenos, la aplicación de fungicidas a base de cobre resultan ser muy eficaces, sin embargo como la producción de Cacao de la región de Alto Beni es orgánica se recomienda utilizar la ceniza por mostrar la mejor eficacia y rentabilidad en su aplicación para el control de estas enfermedades.

También es muy importante reducir la humedad del Cacaotal realizando adecuadamente las labores culturales correspondientes al cultivo para que de esta manera la parcela este con una corriente de aire constante y evitar la proliferación de los hongos mencionados.

Con esta investigación demostramos que la producción del cultivo de cacao puede brindar al agricultor buena producción y mayor rentabilidad en cuanto a sus ingresos se refiere si se controlan estos hongos que causan gran pérdida de hasta un 60%.

8. BIBLIOGRAFIA

- AGRIOS, G. 1991. Fitopatología. 1ed. 5ta Reimpresión. México, DF, Limusa. 756p.
- ANDERSON, H. 2005. Análisis cualitativo: Química analítica cualitativa. VE. p. 26 – 31.
- ARANZAZU, F.; CASTILLO, J.; ZULUAGA, L. 2000. Escoba de bruja en Colombia su impacto económico y manejo. Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao. Bucaramanga, CO. p. 85-90.
- ARGÜELLO, O. 2000. Manejo Integrado de la moniliasis del cacao en Santander. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Impresiones Colombianos. p. 74-84.
- BAUDILIO, J.; CUMANA, L. 2005. Revisión Taxonómica del genero *Theobroma*. (Sterculiaceae) en Venezuela. *Theobroma cacao*. Disponible en:
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0084.59062005000100007&script=sci_arttext.
- BARRERA, C.; BARNET, H.; HUNTER, B. 2008. Illustrated genera of imperfect fungi. 3 ed. Minnesota USA, Burgess. 241 p.
- CALLE, J. 2005. Efecto de los abonos orgánicos sobre el crecimiento de plantines de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero Sapecho Alto Beni. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés: Facultad de Agronomía. p. 29 – 35.
- CAPRILES DE REYES, L. 1999. Reacciones de cultivares de cacao a los principales patógenos en Venezuela. Puerto Cabello, VE, Laboratorio Capriles. p. 75-80.
- CRESPO, R. 1999. Curso: Cultivos Tropicales. Cacao. Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina Separata. Mimeo. Lima – Peru. 30p.

CRUZ, D. 2001. Apuntes de Fitopatología. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. 16p.

DELGADO, J.; SUAREZ, G. 1993. La moniliasis del cacao. Quito, EC, INIAP. 18 p.

EVANS, H.; HOLMES, K. 2002. Teleomorphs masquerading as anamorphs in the Basidiomycetes: how common is it? CABI Bioscience. Consultado 10 ago. 2013. Disponible en <http://www.forestrsearch.co.nz/PDF/27.04Evans%26holmes.pgf>

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 2001. El cultivo de cacao: Establecimiento de sombra. La Lima, Honduras, Unidad de Comunicación. 13 p.

_____. 2002. Moniliasis. s.l., s.e. Consultado 30 ago. 2013. Disponible en <http://www.prisma.org.pe/samco/samcocacao/moniliasis.htm>

FRANCO, J. 2002. Cacao. Cultivos tropicales. CR, Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense. Consultado 26 ene. 2014. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.asp>

GOOGLE EARTH. 2012. (programa de descarga), Imagen Satelital Sapecho y Estación Experimental Sapecho.

GOMEZ, M.; MUJICA, J.; ARDILLA, O.; NUÑEZ, R.; MANRIQUE, C.; CADENA, H. 1999. La escoba de bruja: Conozca y controle. Santander, CO, Federación nacional de cacaoteros. 17 p.

HERNANDEZ, J. 2002. Fitotecnia del cacao. 2da Reimpresión. La Habana, Pueblo y Educación. 230 p.

HOOD, J.; MURPHY, R. 2004. Cocoa futures: A source book of some important issues facing the cocoa industry. The commodities Press. 163 p.

HUANACO, J. 2010. Evaluación agronómica de selecciones locales y técnicas de injerto en la rehabilitación – renovación de árboles improductivos de cacao

(Theobroma cacao L.) – Sapecho, Bolivia. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, BO. 110p.

IWBP. 2012. Detailed description of symptoms of witches' broom disease of cocoa caused by *Moniliophthora perniciosa*. Cocoa growers' bulletin. England. No. 41. 32p.

JULY, W.; 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.

KRAUSS, U.; SOBERANIS, W.; 2002. Field trials in Perú. In Biocontrol of cacao diseases in Latin America – Status of field trials.

LAMBERT, S.; MACHADO, R.; DESSIMONI, C.; AITKEN, M.; 2002 Field trials in Brasil. In Bio control of cacao diseases in Latin América – Status of field trials

LOZA, H.; MENDEZ, M. 1998. Apuntes sobre colonización. La Paz, BO, Cooperación técnica del gobierno suizo. p. 59 – 109.

MALDONADO, C. 2012. Generalidades del cultivo de cacao. Cultivo de cacao. Apuntes y recopilación sobre el cultivo de cacao. Docente investigador en café y cacao. 16p.

MANRIQUE, A.; QUINTERO, C.; MARTINEZ, G. 1998. Cultivo de cacao: Enfermedades. Bogotá, CO, SENA. v. 7, 36 p.

MEJIA, L.; PALENCIA, G. 2000. Manejo integrado del cultivo de cacao. Bucaramanga, CO, CORPOICA. 24 p.

MORENO, L.; CADAVID, V.; CUBILLOS, Z.; SANCHEZ, J. 1995. Manual para el cultivo de cacao. Medellín, CO, Compañía Nacional de Chocolates. 151 p.

_____; SANCHEZ, A. 1991. Poda y Regulación de sombra en cacao. HO, FHIA. 19 p.

O'GARA, E. 2003. Phytophthora. University of Melbourne. Consultado 10 ago. 2013.

Disponible en:

<http://www.botany.unimelb.edu.au/botanyunimelb/1pages/research/labs/mycology/duriansite/phytophthora.html>

OCHOA, R. 2007. Diseños Experimentales. (Manual Práctico N°1). Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.

OHNO, T.; ERICH, M. 1990. Effect of wood ash application on soil pH and soil test nutrient level. Agric. Ecosyst. Environ. p. 223-239.

PALENCIA, G.; MEJIA, L. 2000. La poda en cacao: la poda en clones. Bucaramanga, CO, CORPOICA. 24 p.

PAREDES, M. 2000. Rehabilitación – Renovación en Cacao. Lima, PE, USAID. 55 p.

PEREIRA, J. 2000. Perspectivas para el control de las enfermedades del cacao. Memorias del primer congreso venezolano del cacao y su industria. Consultado 26 dic. 2013. Disponible en <http://www.cacao.sian.info.ve/memorias/html/07.html>

PERRIN, R. 2009. Formulación de recomendación a partir de datos agronómicos. Manual Metodológico de Evaluación Económico. CIMMYT. Folleto de información n° 27.

PINTO, W. 2010. Evaluación de las condiciones de sitio y manejo en la face de establecimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.) en fincas de productores de Alto Beni. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés: Facultad de Agronomía. p. 18 – 25.

PORRAS, H.; SANCHEZ, J. 1991. Enfermedades del cacao. HO, FHIA. 32 p.

PURDY, H. 2002. Fungal disease of cacao. Plant Pathology Department, University of Florida. Consultado 20 feb. 2014. Disponible en <http://www.cabicommodites.org/Acc/ACCrc/PDFFiles/w-BPD/Ch1.pdf>

QUIROZ, D. 2004. Manual para el control de la escoba de bruja del cacao. La Paz, BO. s.e. 54p.

_____; AMORES, F. 2002. Rehabilitación de plantaciones tradicionales de cacao en Ecuador. Manejo Integrado de Plagas. n°. 63:73-80.

RODRIGUEZ, G. 1986. Resultados de la transferencia de tecnología en el combate de escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso*) del cacao en Alto Beni, Bolivia. Conferencia internacional de investigación en Cacao. p. 751-754.

ROGG, H. 2000. Manejo Integrado de Plagas en Cultivos Tropicales. Quito, EC, Abya-Yala. p. 31.

SOMARRIBA, E.; STOIAN, D.; ZELADA, E.; PALENCIA, G. 2002. Modernización de la Cacao cultura Orgánica del Alto Beni, Bolivia. Turrialba, CR, CATIE. 69p.

STEEL, R.; TORRIE, J. 1998. Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2 ed. México, DF, McGraw-Hill. p. 541 -553.

SUAREZ, G. 1987. Enfermedades del cacao y su control. In Manual de cultivo de cacao. Quevedo, EC, Estación Experimental Pichilingue. p. 70-86.

_____; DELGADO, J. 1993. La escoba de bruja del cacao. Quito, EC, INIAP. 21p.

TEDESCO, B. 1995. Técnicas de Laboratorio para Análisis de Actividad Microbiana mediante método de Incubación. Editorial Acribia. España.

TRUJILLO, G. 2001. Establecimiento y manejo del cultivo de cacao. In Manual de capacitación en la producción ecológica. Alto Beni, BO, EL CEIBO. p. 16-29.

VANCE, ED. 1996. Land application of wood-fired and combination boiler ashes: an overview. J. Environ. Qual. 35, 937-944

VAS, A. 1995. Rehabilitación de cacaotales: conceptos básicos. CR, Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. 31p.

VILLEGAS, R. 2004. Caracterización morfológica del cacao “nacional” (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la zona de Alto Beni, Bolivia. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés: Facultad de Agronomía. p. 28 – 39.

WHEELER, B.; MEMPSTED, R. 2003. Pathogenic variability amongst isolates of *Crinipellis pernicioso* from cocoa (*Theobroma cacao*). *Plant Pathology*. p. 475-488.

YUSTE, P. 2007. Biblioteca de la agricultura. Ed. Lexus. Pág. 768

9. ANEXOS

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

Anexo 1

Costos de producción del cultivo de Cacao en Bs/Ha Tratamiento Testigo

CULTIVO: cacao

Departamento: La Paz

GESTION AGRICOLA: 2014

Provincia: Sud -

Yungas

SUPERFICIE: 10000 M²

Localidad: Sapecho

ITEM	UNIDAD	TRATAMIENTO 0 - Testigo		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs.-)	COSTO TOTAL
GASTOS DEL CULTIVO				
Podas 3 anual	Jornales	9	100	900
Deshierbe 3 anuales	Jornales	6	100	600
Deschuponado	Jornales	2	100	200
COSECHA Y BENEFICIO				
Cosecha de cacao	Jornales	6	100	600
Quiebra	Jornales	4	100	400
Fermentado	Jornales	2	100	200
Secado	Jornales	2	100	200
HERRAMIENTAS				
Machete	Unidad	6	50	300
Tijera de podar	Unidad	6	80	480
Costales de polietileno	Unidad	8	1,5	12
ALQUILERES				
Transporte	Carga	1	200	200
Imprevistos 5 %				204.9
COSTO TOTAL				4297.4

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

Anexo 2

Costos de producción del cultivo de Cacao en Bs/Ha Tratamiento gallinaza

CULTIVO: cacao

Departamento: La Paz

GESTION AGRICOLA: 2014

Provincia: Sud -

SUPERFICIE: 10000 M²

Yungas

Localidad: Sapecho

ITEM	UNIDAD	TRATAMIENTO 1 - GALLINAZA		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs.-)	COSTO TOTAL
GASTOS DEL CULTIVO				
Podas 3 anual	Jornales	9	100	900
Deshierbe 3 anuales	Jornales	6	100	600
Deschuponado	Jornales	2	100	200
COSECHA Y BENEFICIO				
Cosecha de cacao	Jornales	6	100	600
Quiebra	Jornales	4	100	400
Fermentado	Jornales	2	100	200
Secado	Jornales	2	100	200
HERRAMIENTAS				
Machete	Unidad	6	50	300
Tijera de podar	Unidad	6	80	480
Costales de polietileno	Unidad	25	1,5	37,5
INSUMOS				
Gallinaza	kg	72	1	72
ALQUILERES				
Transporte	Carga	1	200	200
Imprevistos 5 %				209,4
COSTO TOTAL				4398,9

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

Anexo 3

Costos de producción del cultivo de Cacao en Bs/Ha Tratamiento Cal Apagada

CULTIVO: cacao

Departamento: La Paz

GESTION AGRICOLA: 2014

Provincia: Sud -

Yungas

SUPERFICIE: 10000 M²

Localidad: Sapecho

ITEM	UNIDAD	TRATAMIENTO 2 - cal apagada		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs.-)	COSTO TOTAL
GASTOS DEL CULTIVO				
Podas 3 anual	Jornales	9	100	900
Deshierbe 3 anuales	Jornales	6	100	600
Deschuponado	Jornales	2	100	200
COSECHA Y BENEFICIO				
Cosecha de cacao	Jornales	6	100	600
Quiebra	Jornales	4	100	400
Fermentado	Jornales	2	100	200
Secado	Jornales	2	100	200
HERRAMIENTAS				
Machete	Unidad	6	50	300
Tijera de podar	Unidad	6	80	480
Costales de polietileno	Unidad	25	1,5	37,5
INSUMOS				
Cal apagada	kg	120	2,25	270
ALQUILERES				
Transporte	Carga	1	200	200
Imprevistos 5 %				219,3
COSTO TOTAL				4606,8

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

Anexo 4

Costos de producción del cultivo de Cacao en Bs/Ha Tratamiento Ceniza

CULTIVO: cacao

Departamento: La Paz

GESTION AGRICOLA: 2014

Provincia: Sud -

SUPERFICIE: 10000 M²

Yungas

Localidad: Sapecho

ITEM	UNIDAD	TRATAMIENTO 3 - Ceniza		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs.-)	COSTO TOTAL
GASTOS DEL CULTIVO				
Podas 3 anual	Jornales	9	100	900
Deshierbe 3 anuales	Jornales	6	100	600
Deschuponado	Jornales	2	100	200
COSECHA Y BENEFICIO				
Cosecha de cacao	Jornales	6	100	600
Quiebra	Jornales	4	100	400
Fermentado	Jornales	2	100	200
Secado	Jornales	2	100	200
HERRAMIENTAS				
Machete	Unidad	6	50	300
Tijera de podar	Unidad	6	80	480
Costales de polietileno	Unidad	25	1,5	37,5
INSUMOS				
Ceniza	kg	72		
ALQUILERES				
Transporte	Carga	1	200	200
Imprevistos 5 %				205,8
COSTO TOTAL				4323,3

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

Anexo 5

Costos de producción del cultivo de Cacao en Bs/Ha Tratamiento Ram- Caf

CULTIVO: cacao

Departamento: La Paz

GESTION AGRICOLA: 2014

Provincia: Sud -

SUPERFICIE: 10000 M²

Yungas

Localidad: Sapecho

ITEM	UNIDAD	TRATAMIENTO 4 - Ram Caf		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs.-)	COSTO TOTAL
GASTOS DEL CULTIVO				
Podas 3 anual	Jornales	9	100	900
Deshierbe 3 anuales	Jornales	6	100	600
Deschuponado	Jornales	2	100	200
COSECHA Y BENEFICIO				
Cosecha de cacao	Jornales	6	100	600
Quiebra	Jornales	4	100	400
Fermentado	Jornales	2	100	200
Secado	Jornales	2	100	200
HERRAMIENTAS				
Machete	Unidad	6	50	300
Tijera de podar	Unidad	6	80	480
Costales de polietileno	Unidad	25	1,5	37,5
INSUMOS				
Ram Caf	kg	2,5	155	387,5
ALQUILERES				
Transporte	Carga	1	200	200
Imprevistos 5 %				225,2
COSTO TOTAL				4730,2

**REDUCCION DE FUENTES DE INOCULO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL CACAO
(Theobroma cacao L.) MEDIANTE LA ADICION DE DESINFECTANTES EN SAPECHO - LA PAZ**

Anexo 6

COSTOS VARIABLE

ITEM	Antiesporulantes				
	T0 - Testigo	T1 - Gallinaza	T2 - Cal Apagada	T3 - Ceniza	T4 - Ram Caf
MANO DE OBRA					
Podas	900	900	900	900	900
deshierbe	600	600	600	600	600
deschuponado	200	200	200	200	200
cosecha	600	600	600	600	600
quiebra	400	400	400	400	400
Fermentado	200	200	200	200	200
Secado	200	200	200	200	200
INSUMO					
Antiesporulantes	0	72	270	0	387,5
COMERCIALIZACION					
Costales de polietileno	12	37,5	37,5	37,5	37,5
Transporte	200	200	200	200	200
SUB TOTAL	3312	3409,5	3607,5	3337,5	3725

COSTOS FIJOS

ITEM	Antiesporulantes				
	T0 - Testigo	T1 - Gallinaza	T2 - Cal Apagada	T3 - Ceniza	T4 - Ram Caf
HERRAMIENTAS					
Machete	300	300	300	300	300
Tijera de podar	480	480	480	480	480
SUB TOTAL	780	780	780	780	780
TOTAL	4092	4189,5	4387,5	4117,5	4505