



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA  
PRODUCCIÓN

**PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN AGRICULTURA**

INFORME DE PASANTÍAS REALIZADAS EN LA

**HACIENDA "LA PAZ"**

FEBRERO 2004 / AGOSTO 2004

TEMA:

"CONTROL DE MONILIA Y BENEFICIADO DEL  
CACAO",

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGA EN AGRICULTURA

REALIZADO POR:

**LEONOR ELIZABETH VARGAS CALDERÓN**

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2010

BIBLIOTECA GONZALO ZAVALLON G.  
F. I. M. C. P.



## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DECLARACIÓN EXPRESA	
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN	
RESUMEN .....	1
ÍNDICE GENERAL .....	2
ÍNDICE DE FIGURAS .....	6
INTRODUCCIÓN .....	7
<b>CAPÍTULO 1. REVISION DE LITERATURA</b>	
<b>CONOZCA LA MONILIA .....</b>	<b>8</b>
Origen y distribución geográfica del hongo .....	8
Agente causal .....	9
Epidemiología .....	10
Como ataca el hongo, síntomas y signos .....	11
Ciclo de vida del hongo .....	15

## CAPÍTULO 2 DESARROLLO PRÁCTICO

<b>1. CONTROL DE LA MONILIASIS EN CACAO .....</b>	<b>18</b>
Control cultural .....	19
Podas suaves y frecuentes .....	19
Regulación de sombrío permanente .....	20
Adecuado sistema de drenaje .....	20
Deshierbas frecuentes y oportunas .....	20
Remover frutos enfermos .....	21
Control químico .....	22
La poda, la práctica maestra contra la moniliasis ....	23
<b>2. BENEFICIADO DEL CACAO .....</b>	<b>27</b>
Cosecha del cacao .....	27
Sacada de almendras .....	28
Fermentación de las almendras de cacao .....	29
Proceso de fermentación .....	31

	4
Fermentación de la pulpa .....	31
Aroma chocolate .....	34
Métodos utilizados para la fermentación de la almendras de cacao .....	35
Fermentación en tendales .....	36
Fermentación en sacos de yute .....	36
Fermentación en montones .....	37
Fermentación en cajas .....	38
Secado de cacao .....	39
Selección y clasificación del grano de cacao .....	40
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>46</b>
ANEXO 1.Composición de las almendras frescas de cacao..	43
ANEXO 2. Características de las almendras .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1 Ruta de avance de la monilia del cacao .....	9
Fig. 2 Esporas del hongo Moniliophthora .....	11
Fig. 3 Tres etapas del hongo Moniliophthora.....	13
Fig.1.4.2 Signos del avance del hongo.....	14
Fig.4 Diferencias entre mazorcas sana – enferma.....	15
Fig..5 Ciclo de vida del hongo Moniliophthora roreri.....	17
Fig.6 Pica .....	25
Fig. 7 Plantación bien podada.....	26
Fig. 8 Mazorcas de cacao listas para la cosecha.....	28
Fig. 9 Corte longitudinal y trasversal de las mazorcas.....	29
Fig. 10 Fermentación en tendales.....	36
Fig. 11. Fermentación en sacos de yute.....	37
Fig. 12 Fermentación en montones.....	38
Fig. 13. Fermentación en cajas.....	38
Fig. 14 Secado del cacao en tendal.....	40
Fig. 15 Cacao seco y libre de impurezas.....	41

## DECLARACIÓN EXPRESA

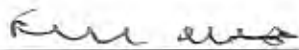
La responsabilidad del contenido de este "Informe de pasantías", me corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual del mismo a la ESPOL.

Leonor Vargas C.

Leonor Vargas Calderón



## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN



---

Ing. Francisco Andrade S.

DECANO DE LA FIMCP



---

MSC. Haydeé Torres C.

COORDINADORA PROTAG



---

Ing. Mario Balón M.

PROFESOR DELEGADO

## RESUMEN

El presente informe tiene la finalidad de dar a conocer los trabajos realizados durante la asistencia del autor. La hacienda "La Paz", se encuentra ubicada en el Km. 12 vía El Triunfo - Bucay esta empresa esta conformada por dos áreas: Planta, donde se realiza el proceso de fermentación, secado y almacenaje del grano y hacienda la cual esta encargada de abastecer la planta.

La paz, por su clima y ubicación geográfica esta propensa a el ataque de monilia, por ello constan de un paquete tecnológico para una un buen control de convivencia con el hongo, ya que de esta manera logran obtener un grano con estándares de calidad.

La enfermedad sólo afecta los frutos. La manifestación de los síntomas varía de acuerdo con la edad del fruto, la susceptibilidad de la planta y con las condiciones ambientales del lugar. Los frutos menores de tres meses son más susceptibles que aquellos que están próximos a alcanzar su estado de madurez y el período de incubación oscila entre 30 y 45 días.



## INTRODUCCIÓN

El cacao es uno de los principales productos de exportación en el Ecuador y generador de grandes divisas para el mismo.

El cacao es atacado por diferentes enfermedades, ya que nuestro clima permite la proliferación de ellas, en la actualidad existen productores con grandes problemas para controlar *Monilia Roreri* Cif Par, para ello en este trabajo doy a conocer técnicas para el control y la convivencia con hongo.

La *Monillia Roreri* Cif Par es un hongo que ataca frutos (mazorcas) en cualquier estado ya sea de crecimiento o maduración, se reproduce por esporas las cuales con la ayuda del viento y otros agentes externos contagian a las mazorcas sanas y de esta manera pueda que toda la plantación sea afectada.

## **CAPÍTULO 1**

### **CONOZCA LA MONILIA**

La enfermedad conocida por monilia es producida por el hongo (*Monilia Roreri* Cif Par). Esta ataca solamente los frutos de cacao sin embargo, su ataque es a menudo tan severo que se considera que la enfermedad constituye uno de los factores limitantes de mayor importancia en la producción de cacao.

### **ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL HONGO**

En Ecuador la moniliasis del cacao fue descrita por primera vez en el año de 1916, por J. B. Rorer. La región de Quevedo en Ecuador, sur América, es considerada como el centro de origen de esta enfermedad.

Al presente (2008), la enfermedad se ha extendido a Guatemala (Puerto Barrios en el sector Atlántico, fronterizo con Honduras), Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. En Sur América se encuentra en Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y Suriman.

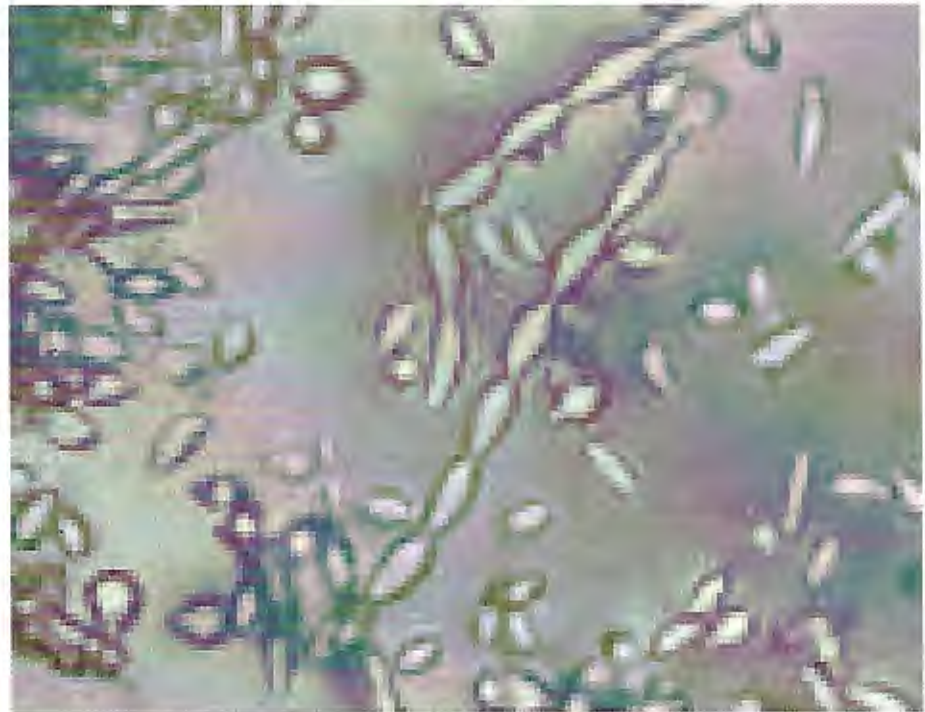


**FIG.1. RUTA DE AVANCE DE LA  
MONILIA DEL CACAO**

### **AGENTE CAUSAL**

El microorganismo causal de la moniliasis del cacao es el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif. & Par) Evans, un hongo de la clase Deuteromicetes (Imperfectos) y del Orden Moniliales. Aún no se conoce su estado perfecto (sexual), por lo que se cree que su reproducción se realiza solo asexualmente por conidios. Los conidios son las únicas estructuras, hasta ahora conocidas, capaces de causar infección. Actualmente se sugiere la inclusión del hongo *Moniliophthora roreri* en la clase Basidiomicete, especie *Crinipellis roreri*, var. *roreri*.





**FIG.2 ESPORAS DEL HONGO *Moniliophthora*  
VISTA AL MICROSCOPIO**

### **EPIDEMIOLOGÍA**

En forma general, y aunque varíe ligeramente según la zona y el tipo de cacao, los procesos de floración y fructificación del árbol ocurre prácticamente de manera constante. Sin embargo para las condiciones del trópico húmedo caluroso, que es el ambiente que más favorece al cacao, esos procesos fisiológicos se acentúan cada cinco o seis meses, influyendo en la producción de frutos de cacao y por lo tanto la cosecha se concentra en dos periodos anuales (uno por semestre).

Debido a que constantemente hay formación de frutos, aunque con menor incidencia en algunos meses la presencia de estos garantiza ininterrumpidamente la existencia de tejido susceptible suficiente para la permanencia de la enfermedad.

### **COMO ATACA EL HONGO /SÍNTOMAS Y SIGNOS**

Una de las características del hongo *Moniliophthora sp.* es su largo periodo de incubación (tiempo que tarda desde que infecta el fruto hasta que se observa algún síntoma externo en el fruto). Este tiempo puede ser de tres a ocho semanas. El tiempo varía según la edad del fruto, la severidad del ataque, la susceptibilidad del árbol y las condiciones de clima, principalmente presencia de lluvias. En frutos tiernos, en días lluviosos y calurosos, el periodo de incubación se acorta a tres semanas.

En los frutos adultos (mayores de tres meses) el síntoma más común de la moniliasis es una mancha de color café, que puede extenderse hasta cubrir todo el fruto. Esta mancha se caracteriza, y a su vez se diferencia de la *Phytophthora* (Mazorca

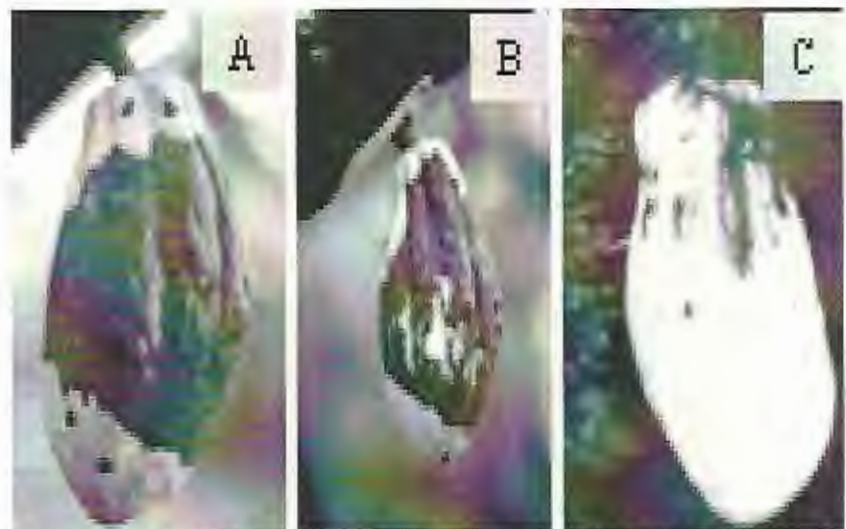
negra), por presentar el borde de avance de la lesión en forma irregular.

En sus primeras etapas el desarrollo (menores de tres meses), los frutos de cacao son más susceptibles a la infección de *M. roleri* y progresivamente se hace más resistente a medida que avanza su crecimiento.

En los frutos menores de tres meses la infección aparece primero como pequeños abultamientos o gibas en la superficie de la mazorca, incluso esa área se decolora. Después de que emerge esa giba, surge la mancha café que se va extendiendo y sobre ella empieza a aparecer una felpa blanca correspondiente al micelio del hongo (filamentos vegetativos), luego de tres a siete días y ahí mismo sobre el micelio blanquecino empiezan a emerger las esporas de tipo conidio de color crema, que son liberadas y dispersadas por la acción del viento principalmente.

En frutos infectados a mitad de su desarrollo, la enfermedad aparece primero en forma de unos pequeños puntos aceitosos

(translúcidos). En muy corto tiempo esos puntos se unen formando una mancha café. El borde de la mancha es irregular y a veces produce un color amarillento por donde va avanzando la enfermedad. A los pocos días sobre la mancha café aparece el micelio y luego las esporas que forman un grupo acumulado abundante de color crema. Las esporas o "semillas" que reproducen el hongo son tan abundantes que en sólo un centímetro cuadrado que podría ser como el tamaño de una uña, se cuentan desde 7 a 43 millones, bastando solo una para iniciar la enfermedad.



**FIG. 3. TRES ETAPAS DEL HONGO MONILIOPTHORA**

También es común la llamada apariencia de madurez prematura, lo que significa que las mazorcas cambian de color, dando la

impresión de madurez normal en frutos que todavía no tienen el tamaño ni la edad de cosecha.

El daño interno causado por la moniliasis es aún más grave que el daño externo, pues se pierden casi todas las almendras sin importar la edad del fruto.

En los frutos jóvenes no hay formación de semillas, más bien se genera una masa fibrosa más parecida a la gelatina que a las semillas en el proceso de desarrollo normal. En frutos afectados, después de dos o tres meses de edad, si se forman las semillas pero luego se pudren al ser alcanzadas por el hongo.



**FIG. 4 SIGNOS DEL AVANCE DEL HONGO ATACANDO A LAS MAZORCAS DE CACAO**

En algunos casos en que el fruto está próximo a la madurez el daño no alcanza a notarse externamente, sin embargo al partir



el fruto se observa la descomposición interna que hace inutilizables las almendras. Por lo general, al tacto esos frutos son más pesados que los sanos y por eso en algunos países le llaman "mano de piedra" a este síntoma.



**FIG. 5 DIFERENCIA ENTRE MAZORCAS SANA - ENFERMA**

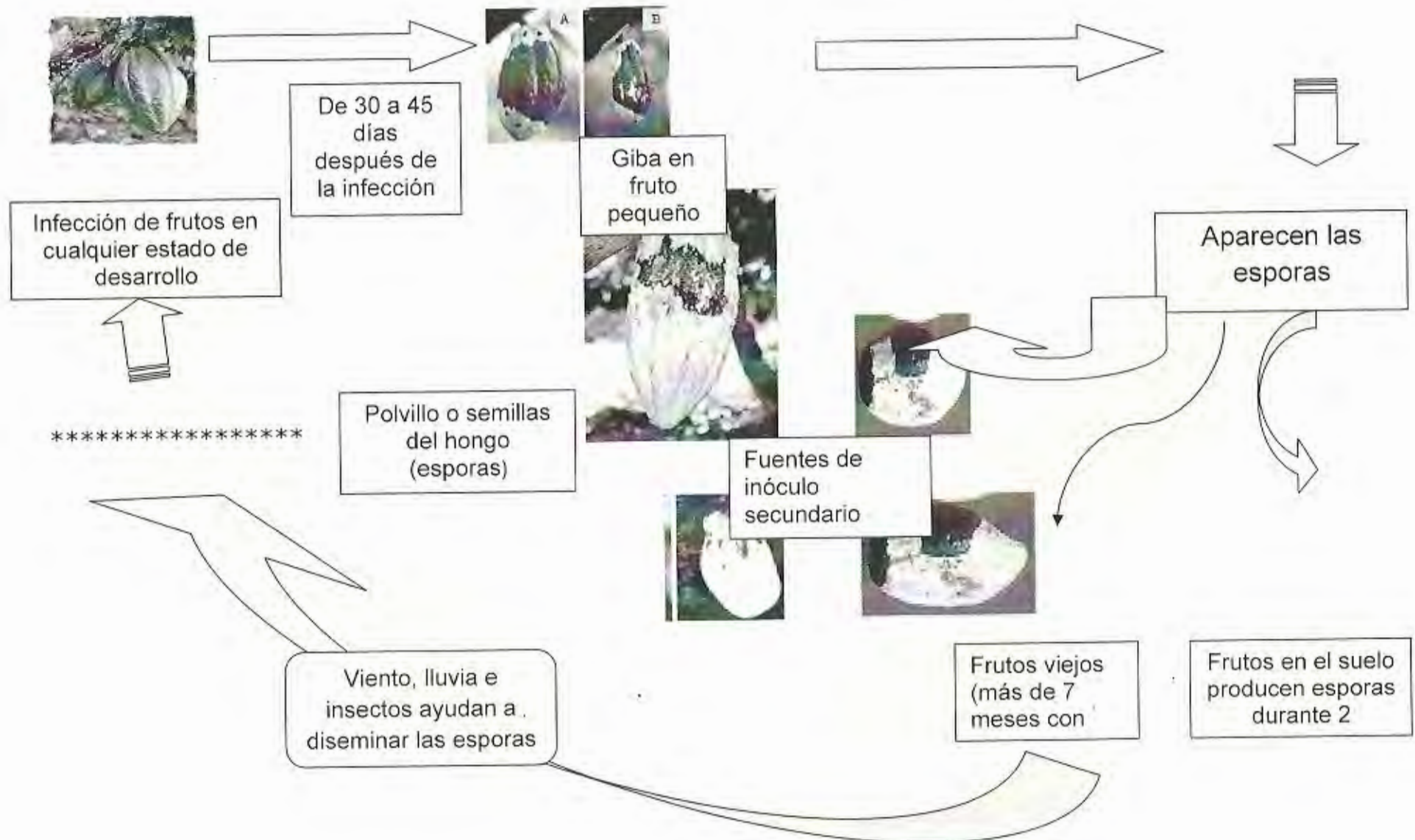
### **CICLO DE VIDA DEL HONGO**

El proceso de germinación y penetración de los conidios de *M. roleri* sobre los frutos de cacao es el punto débil del hongo, pues es en esa etapa cuando el efecto de las condiciones ambientales adversas puede ser más perjudicial para el patógeno. La maduración del hongo ocurre bajo condiciones óptimas de calor y humedad, más de 25°C y 85% de humedad relativa. Las esporas pasan de fruto a fruto tanto dentro del mismo árbol como de árboles vecinos, mayormente con la acción del viento y con menor influencia por el agua de lluvia y algunos insectos.

El conidio necesita de la presencia de agua para germinar, por lo cual la moniliasis se incrementa en los meses de lluvia. Al cabo de dos o seis horas el conidio puede penetrar al interior de los frutos. A mayor cantidad de inóculo, ocurre una mayor incidencia y mayor severidad del daño. Puede suceder un incremento de inóculos en el ambiente, cuando habiendo frutos esporulados en los árboles se efectúan labores de cultivo, pues con esta labor mecánica se favorece la liberación de los conidios.



### CICLO DE VIDA DEL HONGO MONILIOPTHORA RORERI



## **CAPÍTULO 2 DESARROLLO PRÁCTICO**

El trabajo que realice en la hacienda LA PAZ a lo largo de los seis meses de pasantías fue enfocado directamente a los siguientes temas:

- Control de la moniliasis en cacao
- Beneficiado del cacao

### **1. CONTROL DE LA MONILIASIS EN CACAO**

El control de la moniliasis del cacao es relativamente fácil, pues se sabe que le benefician las condiciones húmedas de las plantaciones, la oscuridad del cacaotal, el exceso de entrecruzamiento de las ramas dentro del mismo árbol, entre árboles vecinos y entre árboles de cacao y los árboles que suministran sombra.

También cuando no se cortan los frutos enfermos, la formación y permanencia de charcos dentro del cacaotal después que llueve, el agua estancada en los canales de drenaje, la incidencia de malezas e incluso productores descuidados o empleados que hacen mal las labores de cultivo, todo eso favorece la presencia

de la moniliasis dentro de la plantación. De modo que para el buen control necesitamos atender la plantación con mayor eficiencia de lo que se hacía antes de llegar la enfermedad.

A continuación se presenta una serie de recomendaciones que, en forma integrada, y aplicadas oportunamente, dan como resultado la reducción de pérdidas por la moniliasis y lógicamente un aumento de la cosecha de frutos sanos.

### **CONTROL CULTURAL**

La incidencia de la moniliasis se favorece por la aplicación inadecuada de prácticas de cultivo. Es necesaria la ejecución oportuna de labores que favorecen un microclima cambiante a la plantación, lo que impide la proliferación de fuentes de inóculo. En resumen, el control se basa en la creación de un ambiente favorable al cacao y desfavorable a la vez al patógeno, permitiendo una pérdida de frutos pero en convivencia con la enfermedad.

Entre las prácticas de cultivo que conducen a una modificación

del ambiente, tornándolo inapropiado para el desarrollo de la enfermedad, se destacan las siguientes:

### **PODAS SUAVES Y FRECUENTES**

Estas se las realiza para que ayuden a mantener los troncos y ramas principalmente libres de brotes, chupones o hijos y de ramillas perjudiciales. Esto contribuye a una buena cosecha y a conservar el ambiente seco y fresco.

### **REGULACIÓN DE SOMBRÍO PERMANENTE**

Mediante la regulación de la sombra se obtiene una apropiada entrada de luz en la plantación y una buena cantidad de aire en circulación, favoreciendo un rápido escape del vapor de agua. Además, es indispensable regular el sombrío para un mejor aprovechamiento de los fertilizantes.

### **ADECUANDO SISTEMAS DE DRENAJE**

Esta práctica se la realiza para evitar el encharcamiento del agua de las lluvias y reducir la alta humedad relativa dentro del

ambiente de la plantación.

### **DESHIERBAS FRECUENTES Y OPORTUNAS**

Sirve para facilitar la libre circulación del aire y hacer que el ambiente se mantenga más seco, evitando la condensación del rocío durante las noches.

### **REMOVER FRUTOS ENFERMOS**

Hay que sacar dos veces por semana en los meses de lluvia los frutos afectados por la moniliasis que se encuentran en la plantación. Debe revisarse cada árbol en conjunto para detectar frutos posiblemente afectados. Esta labor tiene como finalidad evitar que el hongo tenga tiempo de formar las estructuras reproductivas (conidios), que son las "semillas" que afectan otros frutos sanos del mismo árbol o e árboles vecinos.

Los frutos enfermos por la moniliasis que se corten o remuevan de los árboles, deben dejarse donde cayeron. Recogerlos y movilizarlos fuera de la plantación incrementa los costos de

mano de obra y la experiencia ha mostrado que no son una fuente importante de inóculo, para nuevas infecciones, en plantaciones donde ya se ha establecido plenamente la enfermedad, dentro del suelo o piso de los cacaotales abundan otros microorganismos que van descomponiendo los frutos dejados en el suelo con ayuda de las lluvias y las altas temperaturas.

### **CONTROL QUÍMICO**

El combate de la moniliasis del cacao por medio de fungicidas es una práctica poco efectiva y sobre todo poco económica, por lo cual no es una práctica indispensable para poder convivir con la enfermedad.

Para que se justifique el uso de fungicidas contra la moniliasis se requiere varias condiciones básicas en la plantación, entre ellas:

1. Que sean plantaciones de regular a buena producción.
2. Que la mayor cantidad de frutos se encuentren concentrada en el tronco y ramas bajas del árbol, de modo



que se pueda asegurar una buena cobertura de los frutos, dado que las aplicaciones deben ser dirigidas a éstos.

3. Que las plantaciones tengan ritmos de floración y fructificación muy bien definidos, de modo que sea posible la mayor parte de la producción con pocas aplicaciones en los periodos de máxima susceptibilidad (de floración hasta tres meses de edad del fruto).

Una vez considerado lo anterior, se recomienda realizar seis aplicaciones, una cada 14 días, empezando cuando los frutos tengan 15 días de edad. Las atomizaciones deben ser efectuadas directamente sobre el fruto.

En caso de justificarse el uso de fungicidas, puede utilizarse uno a base de cobre, un hidróxido como el Kocide-77 ó Kocide-2000 ó un óxido de cobre como el cobre Sandoz, mezclado a razón de 5 a 6 gr. de producto comercial por litro de agua.

También puede utilizarse fungicidas como el Bravo-500, Branadil o Daconil.

## **LA PODA: LA PRÁCTICA MAESTRA CONTROL LA MONILIASIS**

Las experiencias en el manejo de la moniliasis muestran que el concepto de poda en cacao amerita una revisión, pues ha sido costumbre darle a los árboles podas suaves, en algunos casos, y en otros que son la mayoría, prácticamente no se podan o se hace ocasionalmente esta práctica. Pero al llegar y establecerse la moniliasis dentro de la plantación, es indispensable de inmediato podar los árboles de cacao y los de sombra. Esta primera poda será fuerte en la mayoría de los casos, pues requiere la eliminación de ramas y brotes de mayor diámetro con el propósito principal de bajar altura del árbol.

Este trabajo inicial es más duro y costoso, por lo que muchos productores desisten de iniciarlo, siendo más crítica la situación con el paso del tiempo.

La poda oportuna permite que la luz solar penetre en el interior de la plantación y que circule mejor el aire dentro de la misma. También es fundamental para estimular la floración y poder

observar más fácilmente los frutos enfermos para su eliminación y a la vez facilitar la labor de cosecha de los frutos sanos.

Para el control de la moniliasis, bajo la perspectiva de la convivencia con la enfermedad, el árbol de cacao no debe ser alto, la altura máxima estará definida por el largo de la herramienta utilizada para cortar los frutos (sanos o enfermos). Esta herramienta de trabajo denominada comúnmente "pica", consta de una hoja de metal con filo, encabada en una vara de madera liviana o de aluminio.



**FIG.6. PICA**



BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS G"  
F. I. M. C. P.

Estando dentro de una plantación de cacao bien podada, se debe

observar al fondo por la entrecalle, hasta el final de la línea de árboles de cacao, si esto no se cumple indica que hay necesidad de poda, ya que muchas ramas están orientadas hacia el suelo, impidiendo una visualización normal hasta el final de la plantación o de un lote determinado.



**FIG. 7. PLANTACION BIEN PODADA**

Una vez realizada la primera poda fuerte, se deberán seguir haciendo podas suaves cada tres meses como máximo, así como deshijes mensuales. Prácticamente toma de uno a dos años formar la nueva arquitectura del árbol de cacao. Que permita un manejo de la moniliasis bajo el enfoque de convivencia con este hongo.

## 2. BENEFICIADO DEL CACAO

### COSECHA DE CACAO

La cosecha de cacao consiste en la recolección de mazorcas maduras, estas con la ayuda de una herramienta se abren y se extraen las almendras frescas.

Las mazorcas cuando son jóvenes presentan un color verde tornándose amarillo cuando están maduras. Las mazorcas rojas se vuelven anaranjadas.

Es muy importante que los instrumentos que se usan en la cosecha estén bien afilados para no dañar los cojinetes florales. El corte debe hacerse en el pedúnculo de la mazorca, sin tocar la corteza del árbol ya que se podría ocasionar heridas que son perjudiciales.



BIBLIOTECA "GONZALO S. VALDES"  
F. I. M. C. R.

Debe cosecharse las mazorcas maduras de preferencia, ya que las pintonas no han logrado obtener aun la cantidad suficiente de azucares que son indispensables para una buena fermentación.

Por otra parte, las mazorcas que estén demasiado maduras tienden a secarse y por ende empiezan una germinación interna.

La cosecha de los frutos debe hacerse con la mayor frecuencia posible para evitar que se sobre maduren. En las plantaciones que tienen mas de 5 años de edad las cosechas ya están definidas cada 8 días, teniendo en cuenta que se eleva la producción en los meses de mayo y diciembre.



**FIG.8. MAZORCAS DE CACAO LISTAS PARA LA COSECHA**

#### **SACADA DE ALMENDRAS**

La apertura o quiebra de las mazorcas, es realizada en el campo, para lo que se utiliza un machete y un recipiente para la recolección de las almendras. Los cortes para la extracción de las

almendras se pueden hacer de 2 formas: longitudinales o trasversales.

La extracción de las almendras se puede efectuar con el machete o mas preferible con la ayuda de los dedos del recolector. Las almendras son trasladadas hasta la entrecalle para luego ser recogido y trasladado hacia los fermentadores.



**FIG. 9. CORTE LONGITUDINAL Y TRASVERSAL DE LAS MAZORCAS DE CACAO**

### **FERMENTACIÓN DE LAS ALMENDRAS DE CACAO**

Antes de ser secadas, las almendras de cacao deben sufrir una serie de transformaciones químicas que tienen por objeto esencialmente:

- Desproveerlas del mucilago que las rodea
- Provocar la muerte del embrión y por lo consiguiente impedir la germinación de las almendras de cacao por lo que se posibilita su conservación
- Desencadenar profundas modificaciones bioquímicas en el interior de los cotiledones

Estas modificaciones químicas se traducen por una hinchazón de los cotiledones, por la desaparición de su color purpura cuando este existe, es decir, en la mayoría de los casos, y por la aparición de un color pardo característicos de un cacao bien elaborado.

En cambio tienen como consecuencia entrañar una disminución del amargor y de la astringencia y el permitir el desarrollo de los precursores del aroma, sustancias aun no identificadas pero cuya presencia es indispensable para que las almendras de cacao puedan emanar después el aroma característico que se denomina aroma chocolate y que condiciona la calidad misma del producto.



## **PROCESO DE FERMENTACION**

A continuación detallamos los procesos que están involucrados en la fermentación de las almendras de cacao:

### **FERMENTACIÓN DE LA PULPA**

La pulpa cuyo pH es ácido es debido a la presencia de ácido cítricos ayudan a un medio muy favorable al proceso de las levaduras.

El estudio químico de las diferentes partes de las almendras frescas de cacao señala el alto contenido de azúcares (glucosa y fructosa) de la pulpa que rodea las almendras cuando estas acaban de ser cosechadas.

Composición de las almendras frescas de cacao (en tanto por ciento de peso fresco), según F. Hardy. (Ver anexo 1)



BIBLIOTECA "GONZALO VIALLOS" 6  
F. I. M. C. P.

La contaminación por multitudinarios microorganismos empieza rápidamente una vez que las almendras han sido extraídas de las

mazorcas ya sea por el inevitable contacto con las manos de los trabajadores al ser cosechadas o con el material utilizado para el transporte y el tratamiento del cacao, ya que el mucílago azucarado atraen una gran cantidad de insectos.

Entre estos microorganismos, cuya naturaleza varia por otra parte considerable según los países, las levaduras toman un rápido incremento, favorecidas por el pH ácidos la riqueza en azúcares y el bajo contenido de oxígeno en la masa.

La fermentación alcohólica provoca una elevación de temperatura al mismo tiempo que un aumento del pH. Las bacterias del ácido láctico empiezan a desarrollarse, pero pronto la ruptura de las células de la pulpa y el desprendimiento de los jugos que resulta, permiten una mejor aireación y en ese momento intervienen y adquieren un gran desarrollo de las bacterias del ácido acético que transforman mediante oxidación el alcohol en ácido acético.

Esta reacción, que exige una buena aireación, es también

exotérmica y juega un papel muy importante en la elevación de la temperatura en la masa durante la fermentación. A partir del tercer día es alcanzado el equilibrio entre las bacterias del ácido y las levaduras, habiendo sido la fermentación láctica de muy corta duración.

Debido al efecto de estas fermentaciones, la temperatura crece progresivamente, dependiendo por otra parte este aumento de volumen de la masa de cacao utilizada y de las precauciones tomadas para evitar su enfriamiento.

La elevación de la temperatura desempeña un papel muy importante. Es responsable en parte de la muerte del embrión y por tanto del inicio de las reacciones enzimáticas en los tejidos de los cotiledones. Una temperatura de 44 a 47°C, si se alcanza en 40 horas se considera generalmente satisfactoria.

Para una masa de 100 a 250 kilogramos, las diferencias de temperaturas entre la capa superior y el centro no son todavía muy pronunciadas. Tienden a igualarse al cabo de 30 y 40 horas,

estando entonces la temperatura del conjunto comprendida entre 45 y 50°C el conjunto de los granos evoluciona de una manera homogénea y todos los granos de cacao mueren al término de 48 horas.

Si por el contrario, se trata de la fermentación de una masa muy importante la discrepancia entre las temperaturas se acentúan, el gradiente térmico en el corazón de la masa solo aumenta muy levemente y el índice de germinación de las almendras de cacao es aun muy elevado en el centro mientras que es nulo en la capa superior.

En razón de ello es necesario, en el curso de la fermentación, efectuar algunas removidas destinadas a airear el conjunto de la masa con lo que se permite una fermentación homogénea de todas las almendras y evitar en lo posible la proliferación de moho y desecación de las Almendras en la superficie.

### **AROMA CHOCOLATE**

El efecto más importante de las transformaciones que ocurren en

los cotiledones a lo largo de la fermentación es la aparición de los precursores del aroma de chocolate. Estas sustancias de constitución aun no conocidas, se forma desde el momento en que mueren las almendras, al tiempo que se produce la rápida destrucción de las antocianinas. Solo ellas son capaces de dar a las almendras de cacao, tras la torrefacción, el sabor y aroma propio que la gente busca en este producto.

Las almendras no fermentadas son incapaces de producir un aroma tal incluso después del calentamiento, lo cual confirma que las sustancias aromáticas del cacao únicamente se crean en los procesos de fermentación.

### **METODOS UTILIZADOS PARA LA FERMENTACION DE LAS ALMENDRAS DE CACAO**

Existen diferentes maneras para realizar la fermentación de las almendras de cacao, a continuación detallamos los siguientes métodos:

- Fermentación en tendales
- Fermentación en sacos de yute

- Fermentación en montones
- Fermentación en cajas

### **FERMENTACION EN TENDALES**

Este es un tipo de fermentación especial donde se amontonan las almendras durante la noche y con la ayuda de hojas de plátano u otro material vegetal se las tapa , con la finalidad de protegerlas del frio. Al siguiente día, se extienden las almendras para que se prosiga al secado. Este proceso se repite hasta que las almendras estén secas.



**FIG. 10 FERMENTACIÓN EN TENDALES**

### **FERMENTACION EN SACOS DE YUTE**

Este es un tipo de fermentación práctico ya que al llegar las

almendras del campo son dejadas en el mismo saco por un tiempo de 15 a 24 horas, haciendo las remociones más o menos a la mitad del tiempo empleado en el proceso.

En algunas ocasiones estos sacos se cuelgan, para que tengan una mejor aireación y sufran menos ataques de animales dañinos.



**FIG 11 FERMENTACION EN SACOS DE YUTE**

### **FERMENTACION EN MONTONES**

Consiste en amontonar las almendras sobre un piso de madera de tal suerte que los jugos puedan escurrir. Estos montones deben removerse de un lugar a otro, para así obtener una mejor fermentación. Esta remoción debe hacerse más o menos a la mitad del tiempo empleado en el proceso. En los montones las

almendras deben estar alrededor de 15 a 24 horas y luego se extienden para que se sequen.



**FIG. 12 FERMENTACIÓN EN MONTONES**

#### **FERMENTACION EN CAJAS**

Este método de fermentación es uno de los más utilizados en nuestro medio. El cual consiste en colocar las almendras en cajas de madera las cuales están diseñadas en forma de escaleras para facilitar un rápido volteo de las almendras y además un fácil escurrimiento de los jugos del cacao.



**FIG.13 .FERMENTACIÓN EN CAJAS**



## **SECADO DE CACAO**

El secado del cacao es el proceso durante el cual las almendras terminan de perder el exceso de humedad que contienen y están listas para ser vendidas y en el caso del cacao fermentado completan este proceso. Se consigue pasar de almendras con un 55 % de humedad hasta almendras con un 6 - 8 %. Durante este tiempo las almendras de cacao terminan los cambios para obtener el sabor y aroma a chocolate.

También, se producen cambios en el color, apareciendo el color típico marrón del cacao fermentado y secado correctamente.

Existen distintos métodos de secado pudiendo ser natural, aprovechando la temperatura de los rayos solares y obteniéndose almendras con mayor aroma, o un secado artificial mediante el empleo de estufas o secadoras mecánicas (secador Samoa) haciendo pasar una corriente de aire seco y caliente por la masa del cacao.



**FIG.14 SECADO DEL CACAO EN TENDALES**

### **SELECCIÓN, CLASIFICACIÓN, ALMACENADO Y ENCOSTALADO**

Los granos secos se deben seleccionar para eliminar la tierra, las partículas sueltas de la cáscara de la semilla y los granos quebrados, para ello se emplean una serie de mallas dispuestas en serie y los granos pasan a través de ellas, unas corrientes de aire caliente eliminan las impurezas.

Existen normas que se aplican a los granos de cacao o almendras para tipificarlos según su calidad, para esto se toma una muestra de cacao al azar y se cortan los granos longitudinalmente. Los factores que determinan la calidad del

cacao pueden agruparse en factores de la herencia, del ambiente y del beneficio (fermentación y secado).



**FIG. 15 CACAO SECO Y LIBRE DE IMPUREZAS**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el momento que la plantación de cacao se ve afectada por el hongo *Moniliophthora roreri* debemos cumplir con los siguientes requerimientos:

- Mantener la plantación bien podada y libre de malezas, ya que si no existe esto se crea un microclima apropiado para la proliferación del hongo
- Cortar las mazorcas afectadas por el hongo para impedir la formación de los conidios.
- Drenar las aguas lluvias para disminuir la humedad relativa dentro de el ambiente de la plantación.
- El uso de fungicidas a base de cobre ha demostrado muy buenos resultados de control del hongo.
- El correcto y oportuno riego en la época de verano también ayuda en el control del hongo.

Para obtener una almendra de calidad (aroma y sabor) en la hacienda LA PAZ se cumple con los siguientes parámetros:

- Cosechar solo mazorcas maduras ya que las verdes no han logrado obtener la cantidad suficiente de azúcares que son indispensables para una buena fermentación.
- La fermentación debe ser realizada durante 6 días y cada dos días voltear la masa para oxigenarla.
- A las 48 horas la masa debe alcanzar una temperatura entre los 45 a 50° C para que muera el embrión
- No fermentar más de 250kilogramos por masa ya que la temperatura se acentúa en el corazón de la misma y los extremos no logran la temperatura requerida.
- Una forma de saber que las almendras están secas es constatando que hayan tomado el típico color marrón. Esto es indicativo que tienen una humedad entre el 6 y el 8% y están listas para ser comercializadas.

## ANEXOS

### ANEXO 1.

#### COMPOSICION DE LAS ALMENDRAS FRESCAS DE CACAO

	Cotiledones	Pulpa	Tegumento
Agua	35	84.5	9.4
Celulosa	3.2	-	13.8
Almidón	4.5	-	46.0
Pentosa	4.9	2.7	-
Sacarosa	-	0.7	-
Glucosa y fructosa	1.1	1.0	-
Manteca de cacao	31.3	-	3.8
Teobromina	8.4	0.6	18.0
Proteínas	2.4	-	-
Cafeína	0.8	-	-
Polifenoles	5.2	-	0.8
Ácidos	0.6	0.7	-
Sales minerales	2.6	0.8	8.2
	100.0	100.0	100.0

**ANEXO 2.****CARACTERÍSTICAS DE LAS ALMENDRAS**

<b>Almendra seca bien fermentada</b>	<b>Almendra seca sin fermentar o mal fermentada</b>
Hinchada o más gruesa	Más bien aplanada
La cáscara se separa fácilmente	Por lo general es difícil separar la cáscara
Color marrón o chocolate	Color violáceo en su interior o blanquecino
Naturaleza quebradiza	Naturaleza compacta
Sabor medianamente amargo	Sabor astringente
Aroma agradable	Aroma desagradable

## BIBLIOGRAFÍA

- Ing. Efrén Franco C. Plagas y enfermedades del cacao  
Consortio PROUNID PROEXANT- Universidad técnica de  
Florida – IDEAS.
- Ing. JACINTO Varas Arteaga Guía del cacao Tecnificado  
(INIAP).
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Cacao>.
- [http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/inia\\_d  
divulga/numero%206/parra\\_d.pdf](http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/inia_d divulgacion/numero%206/parra_d.pdf).