

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE 22 CLONES DE  
CACAO (*Theobroma cacao* L.) A LAS PRINCIPALES  
ENFERMEDADES EN LA EX - ESTACIÓN EXPERIMENTAL  
AGROPECUARIA TULUMAYO - TINGO MARÍA**

**TESIS**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**LEONEL CRECENCIO PADILLA HERRERA**

**TINGO MARÍA – PERÚ**

**2014**



**T**  
**AGR**

**Padilla Herrera, Leonel Crecencio**

Evaluación del Comportamiento de 22 Clones de Cacao (*Theobroma cacao* L.) a las Principales Enfermedades en la Ex – Estación Experimental Agropecuaria Tulumayo – Tingo María - 2014

96 páginas; 35 cuadros; 25 Figuras; 58 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

- 1. CACAO**
- 2. CLONES**
- 3. INCIDENCIA**
- 4. PRODUCTIVIDAD**
- 5. ÍNDICE DE MAZORCA**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Av. Universitaria Km 1.5 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E.mail: [fagro@unas.edu.pe](mailto:fagro@unas.edu.pe)

"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
Nº 012/2014-FA-UNAS

BACHILLER : **LEONEL CRECENCIO PADILLA HERRERA**

TÍTULO : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE 22 CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) A LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES EN LA EX - ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA TULUMAYO - TINGO MARÍA"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. ROLANDO ALFREDO RIOS RUIZ  
VOCAL : Ing. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS  
VOCAL : Ing. M. Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP  
ASESOR : Ing. OSCAR ESMael CABEZAS HUAYLLAS  
CO-ASESOR : Ing. LUIS FERNANDO GARCIA CARRIÓN

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 01 DE ABRIL DE 2014

HORA DE SUSTENTACIÓN : 05:00 P.M.

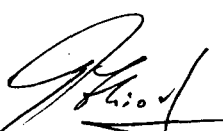
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO


OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

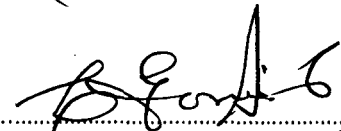
TINGO MARÍA, 04 DE JULIO DE 2014

  
.....  
Dr. ROLANDO ALFREDO RIOS RUIZ  
PRESIDENTE

  
.....  
Ing. M. Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP  
VOCAL



  
.....  
Ing. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS  
VOCAL

  
.....  
Ing. LUIS FERNANDO GARCIA CARRIÓN  
CO-ASESOR

## DEDICATORIA

A Dios; por ser la fuente de sabiduría y bondad infinita que me acompaña cada día.

A mi padre Crescencio Padilla Pino y a mi madre Cirila Herrera Carhuanira; por su inmenso amor, dedicación y entrega brindada durante todo este tiempo para ser cada día mejor.

A mi hermana Esmilda Fani Padilla Herrera, su esposo Jhonny Méndez Pérez y a mi sobrino Daniel Alejandro Méndez Padilla.

## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y en particular a la plana de docentes de la Facultad de Agronomía quienes me brindaron sus conocimientos, experiencias e hicieron de mí un profesional.
- Al Ing. Oscar Esmael Cabezas Huaylas, asesor del presente trabajo de investigación por su valiosa enseñanza en el campo de la fitopatología y brindarme su cálida y sincera amistad. Gracias por su paciencia, empeño y confianza.
- Al Ing. Luis Fernando García Carrión, co-asesor del presente trabajo por su apoyo incondicional.
- Al Dr. Rolando Alfredo Ríos Ruiz, por brindarme orientaciones en la culminación del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. M. Sc. Giannfranco Eguavil Jump, por sus consejos y enseñanzas impartidas.
- Al Ing. Jaime J. Chávez Matías, por sus consejos y orientaciones en la culminación de mi carrera profesional.
- A los señores Julián Ruiz y Erasmo Barreto por su incondicional apoyo y valor mostrado en el desarrollo del trabajo de campo.
- A todos mis amigos que me apoyaron de una u otra manera en el presente trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1. El cultivo de cacao.....	15
2.1.1. Origen.....	15
2.1.2. Producción mundial de cacao .....	15
2.1.3. Taxonomía.....	16
2.1.4. Factores edafoclimáticos.....	17
2.1.5. Características de la planta.....	22
2.2. Diversidad genética del cacao.....	23
2.2.1. Cacao forastero.....	23
2.2.2. Cacao criollo.....	24
2.2.3. Cacao trinitario.....	25
2.3. Estado actual de las variedades de cacao en el Perú .....	25
2.3.1. Variedades recomendadas en el Perú.....	26
2.4. Enfermedades de los frutos del cacao.....	30
2.4.1. Moniliasis.....	31
2.4.2. Pudrición parda de la mazorca de cacao.....	33
2.4.3. Escoba de bruja.....	35
2.5. Manejo integrado de enfermedades de cacao.....	38

2.6.	Potencial productivo y productividad .....	39
2.6.1.	Indice de mazorca.....	40
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1.	Lugar de ejecución.....	41
3.2.	Datos metereológicos.....	41
3.3.	Instalación y conducción del experimento.. ..	42
3.4.	Tratamientos en estudio.....	45
3.5.	Parámetros evaluados.....	46
2.5.1.	Nivel de incidencia de enfermedades.....	48
3.6.	Diseño experimental.....	48
3.7.	Estimación de la productividad. ....	49
2.7.1.	Estimación del índice de mazorca.....	49
2.7.2.	Estimación del rendimiento potencial y real.....	49
IV.	RESULTADOS.....	51
4.1.	Frutos totales sanos y enfermos.....	51
4.1.1.	Nivel de incidencia de enfermedades en frutos totales. ....	56
4.2.	Frutos cosechados sanos y enfermos. ....	63
4.2.1.	Nivel de incidencia de enfermedades en frutos cosechados.....	67
4.3.	Nivel de incidencia de escoba de bruja en brotes.....	71

4.4.	Nivel de incidencia de escoba de bruja en cojines florales.....	74
4.5.	Estimación del índice de mazorca.....	82
V.	DISCUSIÓN.....	85
5.1.	De la incidencia de enfermedades en frutos totales.....	85
5.2.	De la incidencia de escoba de bruja en brotes.....	88
5.3.	De la incidencia de escoba de bruja en cojines florales.....	89
5.4.	De la estimación del índice de mazorca(IM).....	90
5.5.	De la producción por clones.....	91
VI.	CONCLUSIONES.....	92
VII.	RECOMENDACIONES.....	94
VIII.	RESUMEN.....	95
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	97
X.	ANEXO.....	106

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Escala de evaluación para selección de árboles productivos.....	40
2. Datos meteorológicos registrados en la estación de Tulumayo.....	42
3. Genealogía de los 22 clones en estudio.....	45
4. Cuadro del análisis de varianza.....	48
5. Resumen del análisis de varianza para el número de frutos totales, sanos, enfermos, con monilia, escoba de bruja y pudrición parda. (Datos transformados a la $\sqrt{(x+1)}$ ).....	52
6. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.5$ ) para el número promedio por árbol de frutos totales, sanos, enfermos, con monilia, escoba de bruja y pudrición parda. (Oct.- 2012 a Set. – 2013). ....	54
7. Resumen del análisis de variancia para el porcentaje de incidencia por árbol de frutos sanos, enfermos; con monilia, escoba de bruja y pudrición parda. (Datos transformados a la $\sqrt{(x+1)}$ ). ....	57
8. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.5$ ) para el porcentaje de incidencia de frutos sanos, enfermos, con monilia, escoba de bruja y pudrición parda. (Oct.- 2012 a Set. – 2013).....	58
9. Resumen del análisis de varianza para el número de frutos cosechados: sanos, enfermos, con monilia, escoba de bruja y pudrición parda. (Datos transformados a la $\sqrt{(x+1)}$ ). ....	64

10. Prueba de comparación de Tukey ( $\alpha=0.5$ ) para el número promedio por árbol de frutos cosechados.....	65
11. Niveles de incidencia de enfermedades en frutos cosechados por árbol de cada clon. Expresados en porcentaje de frutos sanos y enfermos.....	68
12. Niveles de brotes totales emitidos, sanos e infectados por escoba en los 22 clones de cacao.. ..	72
13. Niveles de cojines emitidos, sanos e infectados por escoba de bruja en las ramas de tres plantas en 22 clones de cacao.. ..	75
14. Descriptores cuantitativos del peso de semilla seca e índice de mazorca de 22 clones de cacao.. ..	83
15. Evaluación de materiales genéticos de 7 años de edad: frutos sanos, enfermos, rendimiento potencial y real.. ..	84
16. Ejemplo de todas las evaluaciones en uno de los clones.....	107
17. Ejemplo de la sumatoria por árbol de las evaluaciones.....	119
18. Ejemplo de los resultados promedios por árbol de cada clon.....	121
19. Números de las plantas que presentaban estados no adecuados en producción para ser evaluados. ....	124
20. Análisis de variancia en la evaluación de frutos totales.....	125
21. Análisis de variancia en la evaluación de frutos sanos .....	125
22. Análisis de variancia en la evaluación de frutos enfermos.....	125

23. Análisis de variancia en la evaluación de frutos con moniliasis .....	126
24. Análisis de variancia en la evaluación de frutos con escoba de bruja	126
25. Análisis de variancia en la evaluación frutos con pudrición parda ...	126
26. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la evaluación de frutos totales.....	127
27. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la evaluación de frutos sanos .....	128
28. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la evaluación de frutos enfermos...	129
29. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la evaluación de frutos con monilia	130
30. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la evaluación de frutos con escoba de bruja.....	131
31. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) en la evaluación de frutos con pudrición parda.....	132
32. Formato de evaluación de frutos.....	139
33. Formato de evaluación de brotes.....	140
34. Formato de evaluación de cojines florales.....	141
35. Formato de estimación de índice de mazorca.....	142

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Origen geográfico de los 10 grupos naturales de cacao según MOTAMAYOR <i>et al.</i> , (2008).....	26
2. Promedios de frutos sanos y enfermos por árbol en 22 clones de cacao.....	55
3. Distribución de frecuencia para el porcentaje de frutos sanos (A) y enfermos (B), por árbol por año de 22 clones de cacao.....	60
4. Distribución de frecuencia para el porcentaje de frutos enfermos con monilia (A), escoba de bruja (B) y pudrición parda (C) en 22 clones de cacao.....	62
5. Distribución de frecuencia para el número promedio de frutos cosechados (A) y frutos cosechados sanos (B) por árbol en 22 clones de cacao.....	66
6. Distribución de frecuencia para el porcentaje de frutos cosechados sanos (A) y enfermos (B) por árbol en 22 clones de cacao.....	69
7. Distribución de frecuencia para el porcentaje de frutos cosechados con monilia (A), escoba de bruja (B) y pudrición parda (C), por árbol en 22 clones de cacao.....	70
8. Número promedio de brotes infectados por árbol de cada clon de cacao.....	73

9.	Distribución de frecuencia para el número promedio de brotes infectados por árbol en 22 clones de cacao. ....	73
10.	Distribución de frecuencia para el porcentaje de cojines infectados por escoba de bruja en 22 clones de cacao.....	76
11.	Número de cojines infectados por árbol de cada clon de cacao.....	77
12.	Distribución de frecuencia para el número promedio de cojines infectados por árbol en 22 clones de cacao.....	77
13.	Comportamiento de <i>Moniliophthora roreri</i> en frutos totales y su relación con parámetros meteorológicos.....	79
14.	Comportamiento de <i>Moniliophthora perniciosa</i> en frutos totales y su relación con parámetros meteorológicos .....	80
15.	Comportamiento de <i>Phytophthora palmivora</i> en frutos totales y su relación con parámetros metereológicos.....	81
16.	Croquis de la parcela experimental.....	133
17.	Evaluación de escoba de bruja en brotes.....	134
18.	Evaluación de escoba de bruja en cojines florales.....	134
19.	Realizando poda general para el inicio del trabajo de investigación.....	135
20.	Evaluación de los frutos de cacao.....	135
21.	Realización de la poda fitosanitaria después de cada evaluación.....	136
22.	Cosecha de frutos maduros para evaluación del índice de mazorca.....	136

23. Contabilización de las semillas de cada fruto.....	137
24. Peso de las 30 semillas secas.....	137
25. Comportamiento de la producción de frutos cosechados durante el año de evaluación.....	138

## I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo relevante y tradicional en varios países latinoamericanos en donde gran cantidad de pequeños agricultores dependen del mismo para su supervivencia, fue domesticado hace más de 2000 años por poblaciones mesoamericanas, quienes cultivaron una variedad de cacao de alta calidad aromática denominado Criollo, probablemente originario de la parte norte de Suramérica (MOTAMAYOR *et al.*, 2002). Este cultivo ha sido muy afectado por el grave impacto que han tenido las enfermedades fungosas sobre la producción, las cuales han llegado inclusive a destruir totalmente la cosecha y a producir el abandono o cambio de actividad de algunas de las plantaciones.

Hoy en día, hay una creciente demanda por cacaos diferenciados de alta calidad, con sello orgánico, mercado justo o denominación de origen. Para aprovechar estas oportunidades y mejorar el suministro de cacao a corto y mediano plazo, es necesario renovar y aumentar la superficie plantada con clones o híbridos que resuelvan los problemas del cultivo como son: incidencia de enfermedades, baja producción, incompatibilidad, material no adaptado y que respondan a las nuevas demandas de mercado dentro de un enfoque sostenible. (ARCINIEGAS y PHILLIPS, 2006).

Considerando, que el cacao se ve afectada por una serie de enfermedades e insectos plaga, cuyas pérdidas alcanzan del 30 al 40% de la producción mundial.

La “pudrición parda” causada por *Phytophthora palmivora* (Butl) y *Phytophthora capsici*. (Leoniam) es el principal limitante en la producción mundial. En América Latina la “escoba de bruja” causado por *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) y la “moniliasis” causado por *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) causan actualmente la mayor pérdida. Frente a esta situación se han generado muchos métodos para combatir las enfermedades; pero ninguno de ellos es tan eficiente y económico como el uso de variedades resistentes y de alta producción. Sin embargo, la naturaleza perenne del cacao ha hecho que se avance lentamente en la obtención de nuevos materiales y que además los cultivares que han sido desarrollados provengan de una estrecha base genética, lo que los hace altamente vulnerables a nuevas razas de plagas y enfermedades (EBERT *et al.*, 2007).

El presente trabajo de investigación se enmarca dentro de un plan de cacaocultura sostenible, que busca mejorar la productividad y calidad del cacao mediante empleo de nuevas variedades con mejor capacidad de rendimiento, mayor tolerancia a las plagas, patógenos y características de calidad superior; en ese contexto el presente trabajo de investigación plantea, los objetivos siguientes:

1. Evaluar la incidencia de las principales enfermedades en 22 clones de cacao bajo condiciones de inóculo natural.
2. Estimar la productividad de cada uno de los clones en estudio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. El cultivo de cacao

#### 2.1.1. Origen

El cacao, es una especie originaria de los trópicos húmedos de América del Sur y Central, cuyas almendras son el insumo básico para la industria chocolatera y otros derivados, asimismo para la extracción de la manteca de cacao que es muy cotizada en el mercado internacional (UNCTAD, 2006).

El cacao, es una de las 22 especies que constituyen el género *Theobroma*. Este género es nativo del nuevo mundo y la especie se extiende en América del sur de México, hasta Brasil y Bolivia. Su centro de origen está en la cuenca del Amazonas y el Orinoco (WOOD, 1982).

#### 2.1.2. Producción mundial de cacao

Según la calidad, existen dos clases de cacao: el cacao básico y el cacao fino de aroma. Alrededor del 95% de la producción mundial anual puede considerarse como cacao básico, el cual procede en su mayoría de África, Asia, América Central y del Sur, en especial de la variedad forastero. El restante de la producción, corresponde a cacao fino de aroma. Los principales productores de cacao a nivel mundial son: Costa de Marfil, Ghana, e Indonesia, países que

abarcan alrededor del 70% de la producción global. El Ecuador es el primer productor de los cacaos finos de aroma, que representa el 60% de la producción mundial. Otra característica de la producción del cacao en el Ecuador es que de las 500, 000 ha de cacao, más del 90% corresponde a Cacao Arriba (cacao fino de aroma) y el 10% restante es CCN51 (QUINGAÍSA, 2007).

### 2.1.3. Taxonomía

Según LEÓN (1968), el cacao como especie ha sido ubicado en las categorías taxonómicas siguientes:

División	: Fanerógamas
Clase	: Angiospermas
Subclase	: Dicotiledónea
Orden	: Málvales
Familia	: Sterculiaceae
Género	: <i>Theobroma</i>
Sección	: Eutheobroma
Especie	: <i>Theobroma cacao</i> L.

## **2.1.4. Factores edafoclimáticos**

### **2.1.4.1. Factores climáticos**

#### **a. Precipitación**

El cacao es una planta que necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos. En términos generales, la lluvia es el factor climático que más variaciones presenta durante el año (PROAMAZONÍA, 2004). En la mayoría de los países en que se cultiva cacao, la precipitación anual es de 1200 a 2500 mm (WOOD, 1982).

Si la cantidad de lluvia excede los 2500 a 3000 mm, la producción puede reducirse cuando el suelo se satura de agua, lo cual determina también una alta incidencia de enfermedades. En lugares donde la cantidad de lluvia es menor de 1200 mm, se puede cultivar cacao con la ayuda de un sistema de riego (HERNÁNDEZ, 1991).

#### **b. Temperatura**

Según PROAMAZONÍA (2004), la temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. La temperatura media anual debe ser alrededor de los 25°C. El efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y en grado en la intensidad de floración (menor intensidad). Así mismo, controla la actividad de las raíces y de los brotes de la planta.

La temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre los valores siguientes: mínima de 22°C, máxima de 32°C, mientras que la óptima es de 25°C

Las temperaturas extremas definen los límites de altitud y latitud para el cultivo de cacao. La absorción del agua y de los nutrientes por las raíces de la planta del cacao está regulada por la temperatura. Un aspecto a considerar es que a temperaturas menores de 15°C la actividad de las raíces disminuye. Por su parte altas temperaturas pueden afectar las raíces superficiales de la planta del cacao limitando su capacidad de absorción, por lo que se recomienda proteger el suelo con la hojarasca existente. Del mismo modo, la rápida descomposición de la materia orgánica en el suelo a través de la oxidación y en presencia de la humedad está determinada por la temperatura.

### **c. Humedad**

El cacao no es una planta xerófila, por tanto se afecta mucho si se presenta periodos secos prolongados y de humedad relativa baja. La humedad relativa influye mucho en el desarrollo de la enfermedad de la pudrición parda (*Phytophthora palmivora* B.), así como de otras enfermedades; favorece además el rápido crecimiento de musgos y líquenes en los tallos y ramas de los árboles. En la mayoría de las zonas cacaoteras la humedad relativa oscila entre 70 a 80% (BENITO, 1992).

#### **d. Suelo**

Las raíces de cacao necesitan también un adecuado suministro de aire y no toleran el estancamiento prolongado de agua en el terreno. Por eso, los suelos deben ser porosos para que el aire y el agua circulen normalmente, gracias a un buen drenaje superficial e interno, así como la textura arcillosa – arenosa o arena – arcillosa, es decir, suelos altamente francos. Los suelos considerados como los más apropiados para el cacao son los aluviales, los francos y los profundos (BENITO, 1992).

#### **e. Luminosidad**

La luz es uno de los factores ambientales de más importancia para el desarrollo del cacao, especialmente para la fotosíntesis (mediante el cual las plantas, captan y utilizan la energía de la luz para transformar la materia inorgánica de su medio externo en materia orgánica que utilizarán para su crecimiento y desarrollo de la planta (EDICIO, 1998) ).

En el cacao la fotosíntesis ocurre con baja intensidad, aun cuando la planta está a plena exposición solar. Se considera que una intensidad lumínica menor de 50% del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad lumínica superior al 50% del total de luz las aumenta (BENITO, 1992).

En la etapa de establecimiento del cultivo de cacao es recomendable la siembra de otras plantas para hacer sombra, debido a que las

plantaciones jóvenes de cacao son afectadas por la acción directa de los rayos solares (PROAMAZONIA. 2004).

#### **2.1.4.2. Factores edáficos**

##### **a. Propiedades químicas del suelo**

Es una de las características más importantes de los suelos porque contribuye a regular la velocidad de descomposición de la materia orgánica, así como la disponibilidad de los elementos nutritivos. El cacao se desarrolla eficientemente cuando el pH se encuentra en el rango de 6.0 a 6.5; permitiendo obtener buenos rendimientos. Sin embargo, también se adapta a rangos extremos desde los muy ácidos hasta los muy alcalinos cuyos valores oscilan de pH 4.5 hasta 8.5, donde la producción es decadente o muy deficiente, en estos suelos se debe aplicar correctivos (PROAMAZONÍA, 2004).

##### **b. Propiedades físicas del suelo**

El cacao tiene un sistema radicular bastante desarrollado, con una raíz pivotante que puede alcanzar hasta 1.5 m. o más si las condiciones del suelo lo permiten; motivo por el cual los terrenos que se escojan para el establecimiento de los cacaotales deben poseer una profundidad que garantice el buen anclaje del árbol a través de la raíz pivotante y la adecuada expansión de las demás raíces. Los suelos considerados como los más apropiados para el cacao son los aluviales, los francos y los profundos con subsuelo

permeable. La profundidad del suelo para el cacao no debe ser menor de 30 cm en la capa vegetal, mientras que el sub suelo debe ser lo suficientemente profundo como para permitir el paso de la raíz pivotante (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2000).

### **c. Materia orgánica**

El cacao necesita, pues, un adecuado suministro de materia orgánica para que pueda desarrollarse satisfactoriamente. Los árboles de sombra y el propio cacao constituyen una fuente constante y segura que aporta materia orgánica al suelo; cuando la cantidad de materia orgánica en el suelo sea insuficiente se adoptaran medidas para incorporar buena cantidad de dicha materia orgánica. Es recomendable que los suelos que se escojan para el cacao tenga un contenido de materia orgánica no menor de 3% (BENITO, 1992).

### **d. Topografía**

El cacao desarrolla perfectamente en lugares llanos u ondulados, en cuanto a la pendiente, siempre se debe escoger aquellas zonas en las que sea factible el uso de maquinarias (pendientes no mayor de 15%). En terrenos con pendientes superiores a 15%, la mayoría de las labores tendrían que ser manuales (BENITO, 1992).

### 2.1.5. Características de la planta

El cacao es una planta alógama de ciclo vegetativo perenne y diploide. Árbol de tamaño mediano (5 - 8 m) aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando tiene condiciones óptimas de crecimiento (sombra intensa, temperatura, viento, agua y suelos apropiados). Su corona es densa, redondeada y con un diámetro de 7 a 9 m, tronco recto que se puede desarrollar en formas muy variada según las condiciones ambientales. Las plantas de origen clonal obtenidas mediante injertos o estacas presentan una conformación diferente sin el predominio de un eje principal (Enríquez (1987), citado por ARCINIEGAS (2005)).

El cacao posee una raíz principal pivotante, con hojas simples, enteras y de colores variables que van desde morado hasta verde pálido, con peciolo corto, posee flores pequeñas, hermafroditas y pentámeras con cinco lóculos donde hay de 6 a 12 óvulos. Las flores al igual que los frutos se producen en racimos pequeños sobre el tejido maduro del tronco y de la rama. Generalmente su polinización es entomófila principalmente llevada a cabo por individuos del género *Forcipomya*. Una planta puede llegar a producir de 100,000 a 150,000 flores por año, de las cuales solo se fecundan entre el 0.1 y 0.3% por lo que las demás se caen (Cope (1976), citado por ARCINIEGAS (2005)).

Los frutos maduran entre cinco a seis meses después de la polinización. Poseen un mesocarpo con textura lisa o arrugada que se divide en cinco carpelos interiormente. Los frutos son de tamaño y forma muy variable,

generalmente tienen forma de baya de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro. Tienen forma elíptica y son de diversos colores al madurar (rojo, amarillo, morado y café) contienen entre 20 a 40 semillas que están cubiertas de una pulpa mucilaginosa de color blanco, cuyos cotiledones pueden ser de color blanco y/o violeta. Las semillas una vez secas alcanzan pesos entre 0.8 y 1.5 g cada una (Cope (1976), citado por ARCINIEGAS (2005)).

## **2.2. Diversidad genética del cacao**

El cacao se divide genéticamente en tres grandes grupos: Criollos, Forasteros y una mezcla de los Criollos y Forasteros denominados Trinitarios. La dificultad de aplicar el término variedad a la clasificación del cacao, hizo necesario hablar de poblaciones. Cheesman (1944) citado por WOOD (1982), sugiere la siguiente clasificación: Criollos Centroamericanos, Forasteros Amazónicos, Criollos Sudamericanos y Trinitarios.

### **2.2.1. Cacao forastero**

Los cacaos forasteros, conocidos también como cacaos Amazónicos o amargos son originarios de América del Sur. Su centro de origen es la parte alta de la cuenca del Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Esta población es la más cultivada en las regiones de África y Brasil y proporcionan más del 80% de la producción mundial (MOTAMAYOR *et al.*, 2002).

El cacao forastero es muy variable y se encuentra en forma silvestre en la Alta Amazonia (Perú, Ecuador y Colombia) y baja Amazonia (Brasil, Guyanas y a lo largo del río Orinoco en Venezuela). Los estaminoides en la flor presentan pigmentación púrpura. Las mazorcas son de color verde con más de 30 semillas, de color púrpura, con alta astringencia y bajo contenido de grasa. A este grupo pertenecen todos los cacaos comerciales del Brasil, oeste Africano y este de Asia, así como el cacao nacional del Ecuador, y líneas del bajo Amazonas de tipo amelonado (ARGUELLO *et al.*, 2000).

### **2.2.2. Cacao criollo**

El apelativo "criollo" (indígena) fue en su origen atribuido por los españoles al cacao cultivado inicialmente en Venezuela, en América Central y México y cuyos granos de cotiledones blancos proporcionaban un chocolate de superior calidad (BRAUDEAU, 1970).

El cacao criollo se caracteriza por tener estaminoides rosados, mazorcas verdes o rojas del tipo Cundeamor, de superficie rugosa y surcos profundos; posee entre 20 y 30 semillas de color blanco ó crema, alto contenido de grasa, sin astringencia y bastante aroma; son usados en la industria cosmética. Los principales tipos criollos incluyen cacao Pentágona, cacao Real y cacao Porcelana (ARGUELLO *et al.*, 2000).

### **2.2.3. Cacao Trinitario**

Este grupo es el resultado del cruzamiento entre individuos criollos y forasteros. Comprende formas híbridas heterogéneas, su calidad y características botánicas son intermedias entre los dos grupos (ARGUELLO *et al.*, 2000). Se cultiva en México, Centro América, Norte de Sudamérica, Trinidad, Colombia, Venezuela, oeste de África y suroeste de Asia (SÁNCHEZ, 1983). Este grupo se usa como material de injerto para multiplicarlo sin perder sus características, las mejores cruas combinan el sabor del cacao criollo con la rusticidad del Forastero, produciendo cacao de mucha demanda por su aplicación en los chocolates de alto grado de "sabor" (DAVIES, 1986).

MOTAMAYOR *et al.*, (2008), utilizando marcadores moleculares (106 micro satélites) sobre 1,241 accesiones para determinar la diversidad genética del cacao, proponen una nueva clasificación del germoplasma de cacao en 10 grupos así: Marañón, Curaray, Criollo, Iquitos, Nanay, Contamana, Amelonado, Purús, Nacional y Guiana, en reemplazo de los tres grupos que se conocían (Figura 1).

### **2.3. Estado actual de las variedades de cacao en el Perú**

Con aproximadamente 142,200 ha sembradas a nivel nacional (según el censo nacional agropecuario del 2012). GARCÍA *et al.*, (2011), sostiene que el 63% de esta superficie corresponde a las variedades tradicionales o "criollas", que fueron propagadas por semilla botánica, con edades de 35 a 80 años, y que incluye

tanto las razas nativas (cvs. Porcelana y Chuncho), como los híbridos tradicionales (nacionales e introducidos). El 36% corresponde a la variedad clonal CCN-51 y el 1% a los clones Trinitarios (ICS-1, ICS-6, ICS-95, etc.), Forasteros (IMC-67, POUND-7, etc.), y otros clones introducidos (EET-400, TSH-565, etc.)

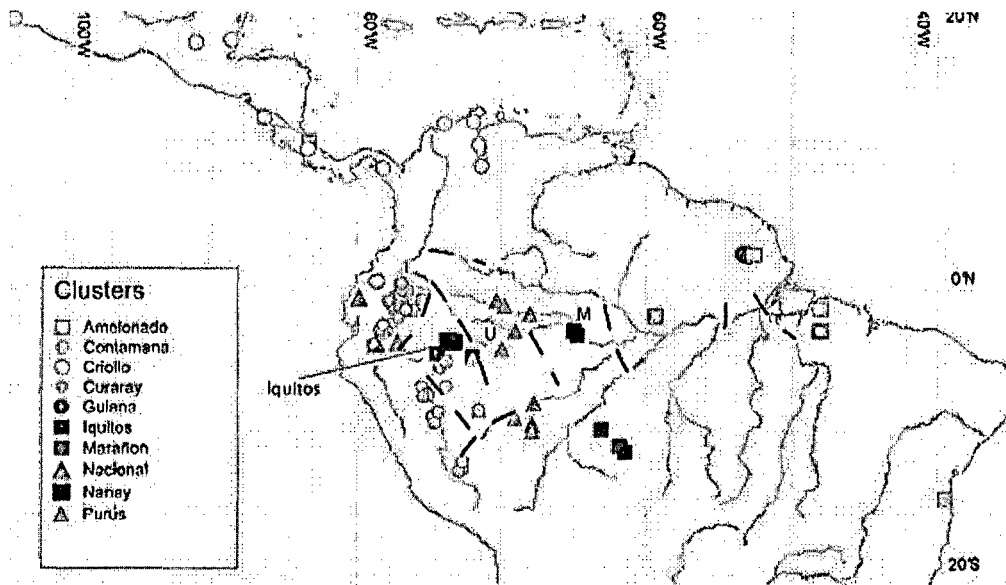


Figura 1. Origen geográfico de los 10 grupos naturales de cacao según MOTAMAYOR *et al.*, (2008).

### 2.3.1 Variedades recomendadas en el Perú

La introducción de germoplasma (variedades) de cacao en el Perú se inicia con la llegada de los clones "POUND" seleccionados en Iquitos, a la Estación Experimental Agronómica (E.E.A.) de Tingo María (fines de la década del '40). En 1953, el Proyecto Nacional de Mejoramiento de Germoplasma de Cacao, del Ministerio de Agricultura, introduce clones exóticos de cacao de las series: ICS (ICS 1, ICS 6, ICS-39 e ICS 48); UF (UF-2 y UF-613) y SCA (SCA 6 y SCA 12),

procedentes de Trinidad; EET (EET 59, EET 61 y EET 82) de Ecuador, entre otros. Esta estrategia de introducción de material genético clonal fue continuada y en los primeros años de la década del '60 se obtuvieron los primeros híbridos interclonales en la E.E.A - Tulumayo, los cuales se evaluaron y difundieron en el Alto Huallaga y el Valle del Río Apurímac-Ene (Ayacucho) (GARCÍA *et al.*, 2011).

En las zonas cacaoteras del Alto Huallaga y del Valle del río Apurímac-Ene, predomina la variedad de cacao "criollo" o híbrido tradicional que es una mezcla de seis progenies híbridas Forasteros x Trinitarios (SCA-6 x ICS-1 y SCA-6 x ICS-6) ; Forastero x Forastero (SCA-6 x IMC-67), y Trinitarios x Forasteros (ICS-1 x POUND-7; UF-613 x POUND-7 y UF-613 x POUND-16) (Hurtado, 1965 citado por GARCÍA *et al.*, 2011).

En la región cacaotera del sur-oriental del país (Cusco), si bien se intentó promover el cultivo del cacao con semilla híbrida procedente del Brasil, ésta no logró difundirse por su alta vulnerabilidad a la "escoba de bruja". En cambio, la variedad (raza) local denominada "Chuncho", domesticada por la comunidad nativa Matsiguenga hace más de un siglo, se sigue cultivando y es la variedad predominante (GARCÍA *et al.*, 2011).

Con excepción de la región cacaotera de Piura donde se cultiva la raza (variedad) local denominada Porcelana que se caracteriza por el color blanco de sus cotiledones en grado variable y, con fina calidad organoléptica, en las

demás regiones cacaoteras del país se continúa cultivando la variedad tradicional de cacao conocida como “cacao criollo o cacao común” (GARCÍA *et al.*, 2011).

Entre 1987-1989, Fausto Coral, Líder del Proyecto Cacao del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), reintroduce clones de cacaos (Trinitario, Forastero y Nacional), recolecta germoplasma de cacao de la cuenca del Huallaga y Ucayali-Urubamba e instala dos Bancos de Germoplasma de Cacao en Tingo María, Cusco, y cinco Jardines Clónales Semilleros en la Amazonía peruana, para su caracterización, evaluación, conservación, multiplicación y generación de variedades élite (GARCÍA *et al.*, 2011).

Ante la vulnerabilidad a la “escoba de bruja” de la semilla híbrida de cacao introducida de Brasil por el (PNUD) a mediados de la década del '90 y que trajo como consecuencia el abandono de muchas plantaciones recién instaladas, se decidió introducir la variedad CCN-51 del Ecuador por su alta productividad y moderada resistencia a la escoba de bruja. Esta variedad a pesar de su susceptibilidad a la pudrición parda y moniliassis, debido a su precocidad y buena aclimatación, ha visto incrementada su área cultivada reemplazando a la variedad criolla o común y que aproximadamente ocuparía el 35% del área cacaotera del Perú. Sus rendimientos son variables dependiendo del sistema de manejo (orgánico y/o convencional), pudiendo oscilar de 800 -1,500 kg/ha, en el primer caso, y de 1,500 - 2,500 kg/ha, en el segundo caso (GARCÍA *et al.*, 2011).

Otras variedades que han sido recomendados para siembras comerciales junto al CCN-51, en diferente proporción, son los clones Trinitarios (ICS-1, ICS-95, ICS-6, UF-613 y TSH-565), Forasteros (IMC-67, POUND-7) y el clon EET-400 (GARCÍA *et al.*, 2011).

En 1995, el Genetista y Fitomejorador del Cacao de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), Ing. Luis Fernando García Carrión, luego de varios años de evaluación, seleccionó progenitores del Banco de Germoplasma de Cacao de Tingo María, y diseñó un plan de cruzamientos interclonales distribuido en tres sets de cruzamientos: Internacionales (Trinitrios x Forasteros), Regionales (Huallaga x Ucayali) y Misceláneos (Trinitarios x Huallaga, Trinitarios x Ucayali y Forasteros x Ucayali). En estas familias híbridas después de varios años de observación y evaluación, se identificaron y seleccionaron los 28 primeros árboles híbridos promisorios que se han conservado y clonado en la E.E.A. - Tulumayo (GARCÍA *et al.*, 2011).

CASTILLO (2011), en su estudio de caracterización morfo agronómica, de los 28 selecciones de clones de cacao en estudio de la Ex Estación Experimental Agronómica, Tulumayo. Manifiesta en cuanto al índice de mazorca (IM); los valores para este carácter oscilaron entre 13 hasta 34; siendo los clones S-03, S-13, S-20, S-25, S-27, S-11 y S-22, los que presentaron los menores índices de mazorca, con: 13, 13, 14, 14, 14, 15 y 15, respectivamente. En cuanto los resultados obtenidos respecto a la productividad por planta oscilaron entre 0.05

hasta 0.75 kg/planta, destacando los clones S-28, S-11, S-08, S-15 y s-22, con 0.75, 0.60, 0.50, 0.45 y 0.40 kg/planta, respectivamente. Sin embargo, no existen reportes cuantitativos sobre la incidencia de las principales enfermedades en estos clones bajo inóculo natural.

#### **2.4. Enfermedades de los frutos del cacao**

Varias son las enfermedades que atacan al cacao, su importancia varía entre regiones, países y continentes. Según PURDY *et al.*, (1998), se han reportado dos enfermedades asociados a bacterias, 18 a hongos, uno a pseudohongos, 12 a nemátodos, tres a virus, dos a plantas parasitas superiores y tres a otros (líquenes, musgo, cherrillewilt).

De las enfermedades anteriormente mencionadas, diferentes investigadores coinciden en señalar que las principales enfermedades son la "moniliasis" causada por el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif. y Par.) EVANS *et al.* (1998). "escoba de bruja" causada por *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) (= *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer) y "podredumbre parda" causada por *Phytophthora palmivora* (E. J. Butler) E. J. Butler y *P. capsici* Leonina (AIME y PHILLIPS-MORA, 2005).

En África, LAIMER (2006), reporta un virus denominado CSSV (cacao swollen shoot virus) el cual, está causando reducciones del 50% durante el primer año de infección, seguido de la muerte del árbol.

### **2.4.1. Moniliasis**

Causada por el hongo *Moniliophthora roreri* y limitada a todas las especies de los géneros *Theobroma* y *Herrania* (PHILLIPS-MORA *et al.*, 2007). Según PHILLIPS (2003), se encuentra distribuida en América Tropical, y su origen se sitúa en Colombia; es una de los principales factores limitantes en varios países de América Tropical ocasionando pérdidas que oscilan entre un 16 hasta un 80% (DELGADO y SUÁREZ 1993) y en ocasiones alcanza hasta un 100% (EVANS *et al.*, 1998).

#### **2.4.1.1. Sintomatología**

La enfermedad ataca solamente los frutos del cacao a cualquier edad, donde la severidad del ataque varía según la zona y época del año y de acuerdo con las condiciones del clima. En frutos jóvenes de menos de tres meses, se producen deformaciones, gibas o abultamientos seguidos por la aparición de manchas negras que cubren finalmente todo el fruto. En mazorcas de más de tres meses, se presentan los puntos de apariencia aceitosa (oscuros brillantes), en ocasiones con un halo amarillento que da la apariencia de una falsa madurez (madurez prematura). Estos síntomas se incrementan hasta aparecer la mancha de color chocolate y luego de ello, una semana más para la aparición de un polvillo (conidias) blanco que va tornándose gris. Los síntomas generalmente se presentan a nivel externo, donde ocasionan necrosis, deformación y pudrición. En mazorcas de 60 a 80 días de edad, es posible apreciar tejido interno necrosado (EVANS *et al.*, 1998; PARRA y SÁNCHEZ, 2005).

#### **2.4.1.2. Epidemiología**

Las esporas producen abundante sobre los frutos enfermos, en cantidades que alcanzan 44 millones de esporas/cm<sup>2</sup> (Campuzano 1981, citado por PHILLIPS-MORA, 2004).

Así, un fruto de tamaño adulto, puede producir más de 7,000 millones de esporas. Los frutos infectados pueden producir varios ciclos de esporulación. Inclusive las momias en el árbol o sobre el suelo son capaces de esporular cuando estén muy cerca de su descomposición (EVANS, 1981).

Las esporas secas, se desprenden fácilmente de las mazorcas mediante cualquier estímulo físico, y son llevadas por el viento, el cual puede moverlas a distancias considerables, mientras no existan importantes barreras naturales. Sin embargo, aunque el hongo está muy bien adaptado a la dispersión por el viento, debido a que poseen esporas que se secan con facilidad y tienen paredes gruesas, se ha sugerido que su movilización y sobrevivencia es limitada por el peso de las mismas y por su susceptibilidad a la radiación solar (PHILLIPS-MORA, 2004).

El agua, ya sea como lluvia o como rocío, es efectiva para liberar pequeñas cantidades de esporas. Las esporas que están flotando en el aire pueden ser depositadas por la lluvia sobre las copas de los árboles y ser distribuidas a otras partes del árbol (EVANS, 1981).

Los factores que favorecen la germinación y penetración del hongo (condiciones húmedas), son diferentes a los factores que favorecen la liberación y diseminación del inóculo (condiciones secas). Así, una condición de alta temperatura (mayor de 26°C) y baja humedad relativa (menor de 85%), favorecen la liberación de las esporas (EVANS, 1981).

Después de un periodo de aproximadamente tres meses, los frutos enfermos se secan pero permanecen unidos al tronco por largo tiempo. Estos frutos, conocidos como "momias", son la principal fuente de inóculo y son las responsables de las nuevas infecciones entre los ciclos de producción del cacao (PHILLIPS-MORA, 2004).

Sobre las plantaciones afectadas, existe una presencia permanente de esporas de *Monilophthora roreri*, flotando en el aire, por lo que la infección de los frutos puede ocurrir en cualquier momento mientras exista tejido susceptible y condiciones ambientales favorables. La cantidad de esporas en el aire está influenciada por la hora del día y la estación del año (EVANS, 1981)

#### **2.4.2. Pudrición parda de la mazorca de cacao**

Esta enfermedad es causada por el hongo *Phytophthora palmivora* (Butl.) y *P. capsici* (Leoniam), ambos producen pudriciones en frutos; pudiendo infectar también otras partes de la planta como hojas, chupones, cojines florales,

tallo y raíces. Esta enfermedad es endémica de las áreas cacaoteras y a nivel mundial limita seriamente la producción, ocasionando pérdidas hasta un 30% (OPEKE y GORENZ, 1974; ENRÍQUEZ, 2004; PAULIN *et al.*, 2008).

#### **2.4.2.1. Sintomatología**

Se caracteriza por presentar una mancha de color chocolate, de forma casi circular, que rápidamente se extiende por toda la superficie hasta cubrir la mazorca en siete o diez días. La mancha presenta características similares a las causadas por moniliasis pero con bordes bien definidos. Las mazorcas afectadas son blandas y menos pesadas que las mazorcas normales o las atacadas por moniliasis, el daño es de apariencia acuosa. Es posible apreciar los signos del hongo los cuales son evidentes porque se ve un micelio blanco poco compacto y superficial, que aparece a las dos o tres semanas después de la primera mancha (GREGORY, 1972). Las almendras que se infectan resultan inservibles y en un plazo de 10 a 15 días la mazorca está totalmente podrida (MEDEIROS, 1974).

En el tallo aparecen "chancros" circulares u ovalados, aislados en grupos con bordes difusos y coloraciones negro-rojizos. Inicialmente son difíciles de distinguir en la corteza, al mezclarse con el moteado natural de la misma y las epifitas que crecen sobre el cacao. Sin embargo, cuando hay musgo creciendo en el área lesionada, se muere dejando ver un área seca que destaca del

conjunto. En etapa más avanzada de la infección, la lesión exuda un fluido rojo-oscuro a través de las cuarteaduras de la corteza, por el cual es fácil identificarla. Internamente los síntomas abarcan una área mucha más extensa, pues el hongo se desarrolla más rápidamente en el cambium y tejido corticales internos (MEDEIROS, 1974).

#### **2.4.2.2. Epidemiología**

La precipitación es el principal factor para el desarrollo epidémico de la enfermedad en mazorcas, la misma que se acentúa entre tres y nueve días después. En el Alto Huallaga, la precipitación mensual promedio oscila entre 126.7 y 262.8 mm con humedad relativa 80%, y temperatura entre 24 y 25.7°C; estas condiciones climáticas favorecen grandemente la infección de *Phytophthora*; prevaleciendo estas condiciones de diciembre a abril, coincidentemente en la época de máxima fructificación, por tanto en este periodo se tomarán mayores medidas preventivas de control (ARÉVALO, 2004).

#### **2.4.3. Escoba de bruja**

El agente causal de la escoba de bruja del cacao fue clasificado inicialmente por Stahel en 1915 como *Marasmius perniciosus*, más tarde fue transferido al género *Crinipellis* por Singer (1942), y luego fue denominado *Moniliophthora perniciosus* por AIME y PHILLIPS-MORA (2005).

Este patógeno se ha visto infectando brotes, inflorescencias y frutos de *Theobroma cacao* L. y es endémico para muchas otras especies del género *Theobroma*, *Herrania* y de las familias Solanaceae, Bignoniaceae y Malpighiaceae (RESENDE *et al.*, 2000). Puede llegar a causar pérdidas hasta un 90% de la producción (EVANS, 1981).

#### **2.4.3.1. Sintomatología**

El hongo afecta todos los órganos de crecimiento activo, principalmente los brotes nuevos, cojines florales, flores y frutos, en los cuales produce hipertrofias y crecimientos anormales (SUÁREZ, 2006).

La infección de los tejidos jóvenes de cacao comienza cuando los tubos germinales de las basidiosporas entran a través de las estomas, o penetran directamente la epidermis o tricomas. Después de la penetración por estomas, las hifas de las vesículas sub estomáticas colonizan los tejidos del hospedante intercelularmente. El tiempo para que los síntomas aparezcan puede variar considerablemente (3 - 14 semanas), pero generalmente se presentan a las cinco ó seis semanas. El hongo parece causar un desequilibrio hormonal, por lo que las células del hospedante son más grandes de lo normal, particularmente las de la corteza y médula, de modo que los tejidos se hinchan. En los brotes vegetativos la dominancia apical se pierde, muchas yemas axilares se desarrollan en los brotes y se forma una estructura en forma de escoba (TOVAR, 1991; CABI, 2007).

Cuando la escoba de bruja se seca, estas hifas intercelulares se dividen en clamidosporas de pared gruesa. No forman basidiocarpo en las escobas que recientemente se han secado; suele entrar en letargo durante al menos 4 meses antes de que se produzcan. Los frutos de cualquier edad son susceptibles a la infección de *Moniliophthora perniciosa*. Cuando el fruto es infectado antes del mes de desarrollo produce hipertrofia en la zona de inserción con el pedúnculo el cual es más grueso y alargado. El perfil del fruto adquiere la forma de una zanahoria. Al corte las semillas están presentes, aunque acuosos. Estos frutos se necrosan rápidamente y momifican quedando adheridos al tallo por largo tiempo (CABI, 2007).

#### **2.4.3.2. Epidemiología**

El inóculo está constituido por las basidiosporas producidas en los basidiocarpos que son formados en una amplia variedad de tejidos infectados y previamente necrosados que se ubican sobre y dentro de la copa del árbol de cacao. Las escobas vegetativas removidas y dejadas sobre el suelo no tienen ninguna importancia en el desarrollo epidemiológico de esta enfermedad (BAKER y HOLLIDAY, 1957).

Las escobas vegetativas pueden producir entre diez a cien basidiocarpos por ciclo productivo y cada basidiocarpo puede producir más de 10 millones de basidiosporas que son dispersados principalmente por el viento y la

lluvia (TOVAR 1991). Wheeler y Suárez (1993) citados por PURDY y SCHMIDT (1996) indican que los basidiocarpos continúan liberando basidiosporas por dos a ocho días. Las basidiosporas son muy susceptibles a luz ultra violeta y se desecan fácilmente perdiendo su capacidad de germinación; por lo que la liberación nocturna garantiza una mayor capacidad de sobrevivencia.

## **2.5. Manejo integrado de enfermedades de cacao**

La propuesta de Manejo Integrado de Enfermedades (MIE), que se han propuesto en el Perú y otros países, comprende la integración oportuna de la fertilización balanceada, prácticas de manejo como podas, remoción semanal o quincenal de frutos enfermos, deschuponado, control de malezas, control biológico con el uso de un agente de biocontrol del género *Trichoderma*; adicionalmente se ha incorporado el control químico con el uso de productos a base de cobre (ARÉVALO *et al.*, 2004).

El control químico sólo se recomienda en las plantaciones con alta productividad, mayor de 800 kilogramos de cacao seco al año y como complemento al control cultural. Hasta la fecha, no se ha encontrado que el control químico sea superior al control cultural en aquellas plantaciones con rendimientos bajos (PARRA y SÁNCHEZ, 2005).

Según GONZÁLES y VIDAL (1992), señala que en cuanto a control genético para la moniliasis, reportan al sexto año de evaluación, los híbridos PA-169 x UF-296, UF-296 x PA-169, SIAL-407 x PA-169 y SIAL-407 x UF-279 como resistentes. Estudios realizados por PHILLIPS-MORA (2003), indican resistencia a monilia en los clones de cacao ICS-95 y SCC-61 en Colombia y el clon UF-273 en Costa Rica. ARCINIEGAS (2005), concluyó que los genotipos que muestran una menor incidencia a la enfermedad tienen como progenitores al UF-273, UF-712, EET-75 y PA-169.

En cuanto al control genético para *Phytophthora*, ARCINIEGAS (2005), cita varios autores donde se mencionan reacciones distintas de un mismo clon a *Phytophthora*, debido a la existencia de mutación en el patógeno, la zona donde estén los cultivares establecidos y el método con el cual se evaluó la reacción, y cita un estudio realizado en campo bajo condiciones naturales hechos por, Enrique y Salazar (1987), citados por ARCINIEGAS, (2005) que demuestran que el Catongo es resistente, en tanto que RODRÍGUEZ (1983), encontró que era susceptible al evaluar su reacción artificialmente.

## **2.6 Potencial productivo y productividad**

Los programas de mejoramiento genético usualmente enfocan su investigación hacia la selección de los materiales en cuanto a su rendimiento,

número de frutos producidos por árbol, número de semillas y peso seco de las mismas por mazorca (SORIA, 1966).

GARCÍA (2010), propone una escala de evaluación para selección de árboles productivos.

**Cuadro 1.** Escala de evaluación para selección de árboles productivos.

<b>Productividad por árbol (PPA) (Kg)</b>	
Muy baja	(< 0.5 kg)
Baja	(0.6 - 1.0 kg)
Media	(1.1 - 1.5 kg)
Alta	(1.6 - 2.5)
Muy alta	(> 2.5 kg)

Fuente: GARCIA *et al.*, (2011).

### 2.6.1. Índice de mazorca

Se define como el número de frutos necesarios para obtener un kilogramo de cacao seco y fermentado. El número de frutos necesarios para determinar el índice de mazorca es de 20 frutos (IPGRI) 2000). De acuerdo con SORIA (1966) el índice de fruto está influenciado por factores genéticos, ambientales, la edad de la planta. RAMÍREZ (1987), dice que éste depende en mayor grado del peso húmedo de la semilla que del número de ellas. Sin embargo, este índice es importante puesto que los agricultores prefieren un índice bajo, lo cual implica menos mazorcas que romper para obtener una mejor cosecha.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

En la Ex - Estación Experimental Agropecuaria Tulumayo, ubicada al margen derecho del río Huallaga a 25 km. de la ciudad de Tingo María en el centro poblado de Santa Lucía, distrito de Juan José Crespo y Castillo, (Aucayacu), provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco, cuyas coordenadas geográficas son: Este 0385397, Norte 8990216 y una altura de 600 msnm en UTM.

#### **3.2. Datos meteorológicos**

En el Cuadro 2, se muestra los datos meteorológicos entre los meses de (Octubre 2012 a Setiembre 2013) registrándose un a temperatura promedio de 25.3°C, una humedad relativa de 84.8% y con una precipitación media anual de 2929 mm.

La información de cada parámetro y su interacción con la proporción de incidencia de frutos enfermos de cada enfermedad, será utilizada para los análisis respectivos que se presentan en los resultados y discusiones.

**Cuadro 2.** Datos meteorológicos registrados en la estación de Tulumayo

Meses	Año	Temperatura media (°C)	H.R. (%)	Precipitación mm/mes	Horas sol
Octubre	2012	25.6	84.0	185.0	153.2
Noviembre	2012	26.1	83.0	289.8	145.4
Diciembre	2012	24.9	86.0	166.9	85.1
Enero	2013	26.0	84.0	189.0	147.6
Febrero	2013	24.8	87.0	448.5	93.2
Marzo	2013	25.2	87.0	561.6	108.3
Abril	2013	25.7	84.0	201.6	165.9
Mayo	2013	25.3	85.0	206.7	141.4
Junio	2013	24.8	85.0	130.6	157.8
Julio	2013	24.3	86.0	130.4	191.5
Agosto	2013	24.9	84.0	243.9	181.8
Setiembre	2013	25.6	82.0	174.9	207.7
Total		303.2	1017.0	2928.9	1778.9
Promedio		25.3	84.8		148.2

### 3.3. Instalación y conducción del experimento

El presente experimento fue conducido en plantaciones establecidas de 7 años de edad, que pertenecen a un ensayo de campo del proyecto CFC/ICCO/BIOVERSITY (2004 - 2009), establecido en abril 2006. Sembrados a un distanciamiento de 3 x 3 m (Figura 16).

Las evaluaciones se realizaron en 22 clones seleccionados, cada clon con su parcela de 10 plantas (Cuadro 3).

Para el comienzo del trabajo se realizó la limpieza del terreno con motoguadaña (marca STHIL) seguidamente la poda general con tijeras

telescópicas (marca Truper) eliminando toda enfermedad existente en las plantaciones debido a que las parcelas se encontraban descuidadas.

Durante la conducción del trabajo se realizaron tres abonamientos (300 g de NPK/planta en cada abonamiento) para suministrar nutrientes a las plantaciones; la primera aplicación fue seguida de la limpieza del terreno (en el mes de setiembre - 2012), la siguiente aplicación después de cuatro meses (febrero 2013) y la tercera aplicación en julio del mismo año. Las labores de deschuponado cada vez que se necesitaba, podas fitosanitarias después de cada evaluación y control de malezas.

En cada parcela que consistía de 10 plantas a evaluar, se señaló con su respectivo letrero escrito con plumón (Faber-Castell), se sometieron a evaluación según definido en el trabajo de investigación, que consistió en la evaluación de frutos sanos y frutos enfermos cada 15 días durante el periodo que duro el experimento, determinado por el tiempo de un año (octubre 2012 – setiembre 2013) (Figura 17).

Los frutos enfermos fueron clasificados por sintomatología y se registraron en las fichas de campo (anexo) que fueron tipiados en una laptop de marca (HP) modelo (dv6) e impresos en una impresora multifuncional de marca (Canon) modelo (PIXMA MP250) para la realización de los cálculos; porcentaje de incidencia de enfermedades, análisis de producción y rendimiento.

Para la evaluación de la incidencia de escoba de bruja en yemas o brotes vegetativos se seleccionaron de cada uno de las parcelas, tres plantas donde se marcaron cuatro ramas por planta, situadas en la parte media de la copa. Las ramas marcadas cada una con una cinta plástica de distinto color se ubicaron en los cuatro puntos cardinales. En cada rama marcada, se evaluó el número de brotes emitidos, cuántos de estos brotes fueron infectados por *Moniliophthora perniciosa* (Escoba de bruja) y luego la cantidad de brotes infectados/planta, realizándose las evaluaciones cada mes (Figura 18).

Para la evaluación de la incidencia de escoba de bruja en cojín floral se seleccionaron tres plantas de cada parcela. En cada planta se marcaron en una rama productiva, una área de 50 cm de longitud en el que se evaluó con alfileres de marca Erizo el número de cojines emitidos, cojines infectados y cojines florales infectados/planta, realizándose las evaluaciones cada mes (Figura 19).

### 3.4. Tratamientos en estudio

Los materiales genéticos en estudio constituyen de 22 clones de cacao (*Teobroma cacao* L.): donde 19 son selecciones híbridas clonales y tres variedades de colecciones del campo del agricultor.

**Cuadro 3.** Genealogía de los 22 clones en estudio.

Trat. N	Selecciones	Genealogía	
1	S-04	ICS-95	X U-26,4
2	S-08	IMC-67	X EET-228,12
3	S-09	EET-228	X UF-613,18
4	S-11	UF-613	X P-7,8
5	S-12	ICS-1	X SCA-6,1
6	S-13	U-68	X ICS-6,11
7	S-16	ICS-39	X P-7,14
8	S-17	U-68	X ICS-95,18
9	S-18	U-43	X U-26,18
10	S-19	U-12	X U-68,8
11	S-20	IMC-67	X ICS-6,3
12	S-21	U-12	X U-68,9
13	S-22	H-12	X ICS-6,6
14	S-23	IMC-67	X U-68,16
15	S-24	H-12	X U-26,13
16	S-25	ICS-95	X U-58,16
17	S-26	UF-667	X IMC-67,2
18	S-27	IMC-67	X ICS-95,1
19	S-28	ICS-39	X U-45,5
20	C-02	Desconocido	
21	C-10	Desconocido	
22	C-16	Desconocido	

### **3.5. Parámetros evaluados**

#### **3.5.1. Nivel de incidencia de enfermedades**

##### **a. Nivel de incidencia de las enfermedades en frutos**

El nivel de incidencia de las enfermedades en frutos de cacao se encontró a través de las evaluaciones del número de frutos totales (la suma de frutos removidos, frutos cosechados y frutos verdes que quedaron en la última evaluación) obteniendo los porcentajes de números de frutos sanos y enfermos.

Se cosechó por planta todos los frutos maduros (sanos y enfermos), donde cada fruto se discrimino en base a la presencia o ausencia de síntomas sanos y enfermos; así mismo los enfermos se agruparon en base a la sintomatología en frutos enfermos con "moniliasis", "escoba de bruja" y "pudrición parda". Los frutos verdes enfermos fueron también removidos, cuantificándose el número de frutos enfermos con cada enfermedad. También se cuantifico el número de frutos verde sanos que quedaron en el árbol, considerándose como fruto evaluable aquel que presentaba mayor de 1 mes de edad (> 5 cm aprox.). Las evaluaciones según los clones se efectuaron cada 15 días (Cuadro 16).

Para el procesamiento de datos se trabajó con los promedios de frutos por planta de cada clon (parcela), considerando ocho plantas de 10; se descartaron dos plantas de cada clon, las que presentaban estados no adecuados en producción para ser evaluados (Cuadro 17).

La cuantificación de la incidencia de cada enfermedad se realizó con número de frutos evaluados y cosechados utilizando la siguiente formula.

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\text{Frutos totales enfermos}}{\text{Frutos totales evaluados (S + E)}} \times 100$$

**b. Nivel de incidencia de escoba de bruja en yemas vegetativas**

El nivel de incidencia de la enfermedad escoba de bruja en yemas vegetativas o brotes de cacao se encontró a través de las evaluaciones de brotes emitidos totales, brotes sanos, brotes infectados y el porcentaje de números de brotes sanos y enfermos, en cada fecha de evaluación las ramas marcadas de las tres plantas de cada parcela fueron evaluadas, registrándose el número de brotes sanos y enfermos con escoba de bruja. También se evaluaron la cantidad de brotes infectados por planta. En cada fecha de evaluación se realizó una poda fitosanitaria, eliminando toda parte vegetativa infectada con escoba de bruja.

**c. Nivel de incidencia de escoba de bruja en cojines florales**

El nivel de incidencia de la enfermedad de escoba de bruja en cojines florales de cacao se encontró a través de las evaluaciones de cojines totales, cojines sanos, cojines enfermos y el porcentaje de números de cojines sanos y enfermos, en cada fecha de evaluación, las 3 plantas de cada parcela fueron evaluadas, registrándose el número de cojines sanos y enfermos con escoba de bruja. En cada fecha de evaluación se removieron los cojines infectados

### 3.6. Diseño experimental

Se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 22 tratamientos (cada clon) y ocho unidades experimentales por tratamiento. El modelo aditivo lineal del DCA se representa en la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  : Respuesta del  $i$  – ésimo tratamiento en la  $j$  – ésimo observación

$M$  : Efecto de la media general.

$T_i$  : Efecto de la  $i$  - ésimo tratamiento.

$\xi_{ij}$  : Efecto aleatorio del error experimental

Se realizó el análisis de variancia (F. tab. = 0.05) (Cuadro 4) y se determinó el coeficiente de variabilidad de los ensayos. Además se halló las diferencias de medias con la prueba de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ) (CALZADA, 1982).

**Cuadro 4.** Cuadro del análisis de varianza

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Tab.
Clon	t-1	SCtra	SCtra/gl <sub>tra</sub> = CMtra	CMtra/CMee	F <sub><math>\alpha</math></sub> (gl <sub>tra</sub> , gl <sub>ee</sub> )
Error	r(t-1)	SCee	SCee/gl <sub>ee</sub> = CMee		
Total		SCtotal			

$$CV = \sqrt{(CMe)} \times (100)$$

Y..

### **3.7. Estimación de la productividad**

#### **3.7.1. Estimación del índice de mazorca**

Para la determinación del índice de mazorca (IM) se tomaron 10 frutos de cacao de cada clon en evaluación en la época de cosecha, cuyas almendras fueron extraídas en cada recipiente mezclándose todas, luego de cada uno de ellos fueron escogidas al azar 30 semillas para sacar el mucilago con aserrín que después fueron secadas a estufa a 90°C por 24 horas.

Se realizó el peso seco de las 30 semillas para sacar el peso promedio por semilla de cada clon.

Para determinar el índice de mazorca (IM) se utilizó la siguiente fórmula propuesta por Wood y Lass (1982), citados por GARCÍA (2000):

$$IM = 1000 / \text{número de semillas} \times \text{peso de semilla seca.}$$

#### **3.7.2. Estimación del rendimiento potencial y real**

Para la determinación del rendimiento potencial se sumó los promedios de frutos removidos y cosechados completamente sanos por árbol, asumiéndose que los frutos removidos no hayan sido infectados llegando todos a madurar. La suma total dividida entre el índice de mazorca permitió obtener el potencial rendimiento.

Para la determinación del rendimiento real, los promedios del número de frutos cosechados completamente sanos por árbol, se dividieron entre el índice de mazorca obteniéndose así el rendimiento real.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Frutos totales, sanos y enfermos

En el Cuadro 5, se muestra el resumen del análisis de variancia para los parámetros número de frutos totales, frutos sanos, frutos enfermos con monilia, escoba de bruja y pudrición parda; observándose diferencias altamente significativas en los tratamientos en todos los parámetros en estudio. Los coeficientes de variación indican resultados con regular homogeneidad y resultados variables.

En el Cuadro 6, se muestra la prueba de Tukey ( $\alpha=0.5$ ) para el número promedio de frutos totales (la suma de frutos removidos, frutos cosechados y frutos verdes que quedaron registrados en la última evaluación), frutos sanos, frutos enfermos con monilia, escoba de bruja y pudrición parda dentro de las parcelas experimentales.

**Cuadro 5.** Resumen del análisis de varianza para el número de frutos totales, sanos, enfermos, con monilia, escoba de bruja y pudrición parda. (Datos transformados a  $\sqrt{(x+1)}$ ).

Fuente de variación	G.L	Cuadrados medios					
		Frutos totales <sup>1</sup> (S+E)	Totales sanos	Totales enfermos	Frutos con monilia	Frutos con escoba de bruja	Frutos con pudrición parda
Clon	21	7.278 AS	6.016 AS	8.569 AS	0.784 AS	8.223 AS	3.207 AS
Error experimental	154	1.296	0.868	0.740	0.306	0.434	0.506
Total	175						
	C.V.	21.89%	23.50%	25.56%	30.22%	31.95%	32.31%

(Datos transformados a  $\sqrt{(x+1)}$ ).

AS: Altamente estadística al 1% de probabilidad).

S + E: Sanos + enfermos

Frutos totales<sup>1</sup>: removidos + cosechados + verdes

En el Cuadro 6, en cuanto al número de frutos sanos, se observa que el clon S-21, alcanzó el más alto valor, no diferenciándose estadísticamente de los clones S-08, S-19, C-02, S-17, S-18, S-04, S-20, S-24, C-16, pero sí, de los demás clones que mostraron menores valores.

En la Figura 2 se muestra el comportamiento promedio de frutos sanos y enfermos de cada uno de los clones evaluados, observándose la mayor cantidad de frutos producidos y en enfermos en el clon C-02 seguido del S-13 que presentó un buen comportamiento en la producción de frutos, pero se vio también muy afectado por las enfermedades, sin embargo el clon S-21 es uno de los clones que presentó mayor número de frutos sanos seguido del clon S-08 y S-19 que también presentaron un buen comportamiento en la producción de frutos sanos.

**Cuadro 6.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.5$ ) para el número promedio por árbol de frutos totales, sanos, enfermos, con monilia, escoba de bruja y pudrición parda (Oct.- 2012 a Set. – 2013).

Frutos totales <sup>1</sup> (S+E)		Frutos sanos (S)		Frutos enfermos (E)		Frutos con monilia		Frutos con escoba de bruja		Frutos con pudrición parda	
C-2	57.5 a	S-21	33.1 a	C-2	34.9 a	S-24	6.1 a	C-2	24.9 a	S-08	12.5 a
S-08	43.1 ab	S-08	27.8 ab	S-13	29.6 ab	S-11	5.6 ab	S-13	21.9 ab	C-10	12.5 a
S-13	43.1 ab	S-19	27.1 abc	C-10	20.3 abc	C-10	4.6 abc	C-16	9.3 c	S-24	9.5 ab
S-21	37.6 abc	C-2	22.6 abc	S-24	18.8 bc	S-18	3.8 abc	S-11	7.4 cd	C-2	8.3 ab
S-24	35.9 abcd	S-17	22.4 abc	S-11	18.0 bc	S-12	3.3 abc	S-28	4.6 cde	S-20	5.6 abc
S-18	31.5 abcd	S-18	21.6 abc	S-08	15.4 bcd	S-26	3.1 abc	S-09	4.1 cde	S-28	5.3 abc
C-16	31.1 abcd	S-04	19.9 abcd	C-16	15.6 cd	S-13	3.0 abc	S-12	3.6 cde	S-11	5.0 abc
S-17	30.9 abcd	S-20	19.1 abcde	S-28	11.9 cde	S-20	2.9 abc	S-24	3.1 cde	S-13	4.8 abc
S-20	30.5 abcd	S-24	17.1 abcdef	S-20	11.4 cde	S-21	2.6 abc	C-10	3.1 cde	S-17	4.1 bc
S-19	31.0 bcd	C-16	15.5 abcdef	S-18	9.9 cde	S-17	2.5 abc	S-20	2.9 cde	S-26	4.1 bc
C-10	27.9 bcd	S-26	14.8 bcdef	S-12	9.8 cde	S-27	2.5 abc	S-18	2.6 de	C-16	4.1 bc
S-11	24.5 bcd	S-23	14.3 bcdef	S-09	9.3 cde	S-08	2.4 abc	S-26	2.0 de	S-22	3.9 bc
S-26	24.0 bcd	S-22	13.5 bcdef	S-26	9.3 cde	S-22	2.4 abc	S-17	1.9 de	S-25	3.9 bc
S-04	23.5 bcd	S-13	13.5 cdef	S-17	8.5 cde	C-16	2.3 abc	S-22	1.8 de	S-18	3.5 bc
S-28	23.5 bcd	S-16	12.5 cdef	S-22	8.0 cde	S-19	2.0 abc	S-16	1.6 e	S-09	3.4 bc
S-22	21.5 bcd	S-09	11.6 cdef	S-25	5.9 de	S-28	2.0 abc	S-23	1.5 e	S-12	2.9 bc
S-09	20.9 bcd	S-28	11.6 cdef	S-16	5.6 de	S-09	1.8 abc	S-25	1.3 e	S-16	2.5 bc
S-23	19.6 cd	S-27	10.6 cdef	S-23	5.4 de	C-2	1.8 abc	S-21	1.1 e	S-23	2.3 bc
S-16	18.1 cd	S-25	7.8 def	S-27	4.9 de	S-23	1.6 abc	S-04	0.9 e	S-27	1.6 c
S-12	15.6 cd	C-10	7.6 def	S-21	4.5 e	S-16	1.5 abc	S-19	0.8 e	S-04	1.4 c
S-27	15.5 cd	S-11	6.5 ef	S-19	3.9 e	S-04	1.4 bc	S-27	0.8 e	S-19	1.1 c
S-25	13.6 d	S-12	5.9 f	S-04	3.6 e	S-25	0.8 c	S-08	0.5 e	S-21	0.8 c

Frutos totales<sup>1</sup>: removidos + cosechados + verdes

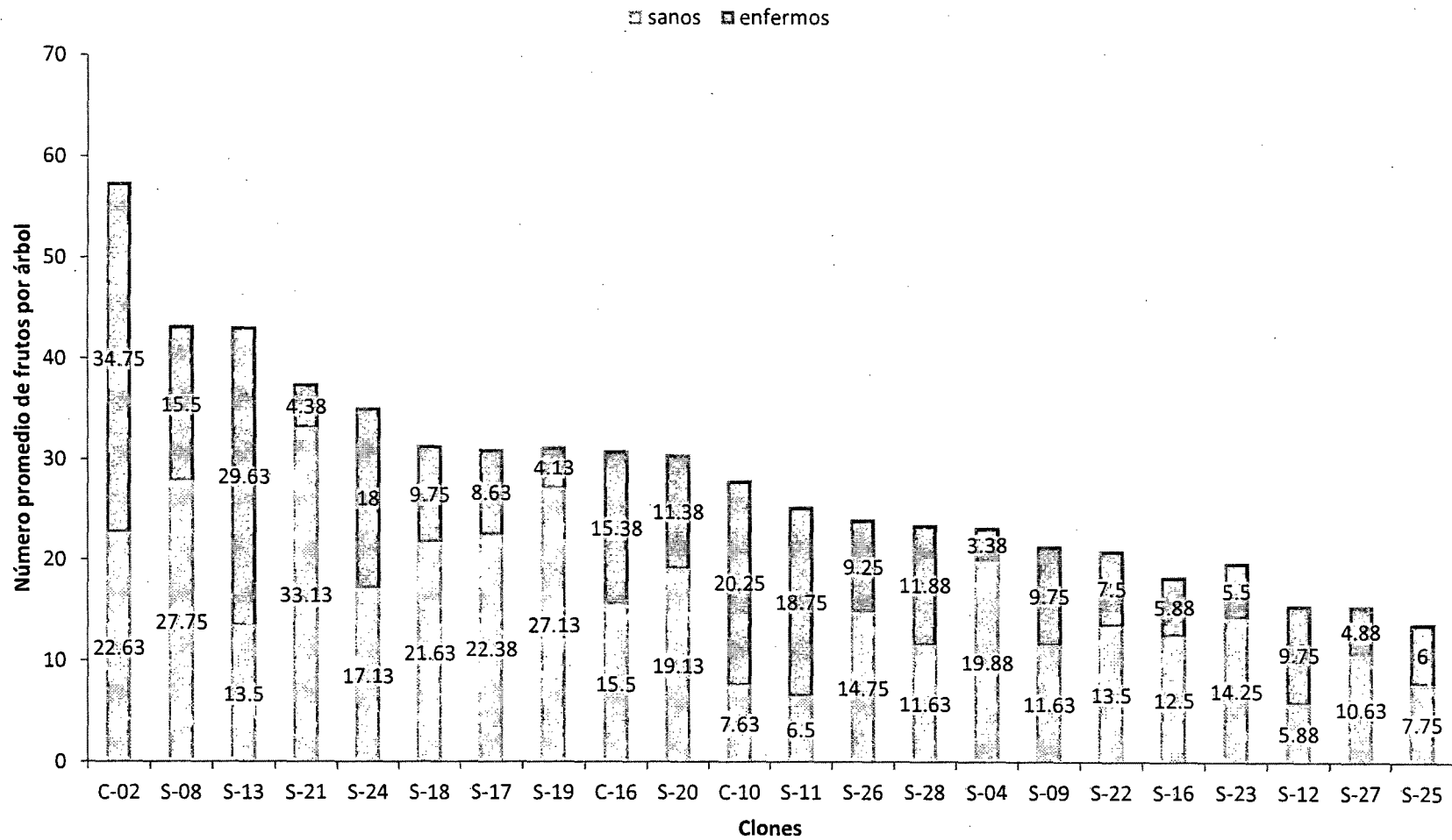


Figura 2. Promedios de frutos sanos y enfermos por árbol en 22 clones de cacao.

#### **4.1.1. Nivel de incidencia de enfermedades en frutos totales**

En el Cuadro 7, se muestra el resumen del análisis de variancia para el porcentaje frutos sanos, frutos enfermos con monilia, escoba de bruja y pudrición parda; observándose diferencias altamente significativas en los tratamientos en todos los parámetros en estudio. Los coeficientes de variación indican resultados de buena a regular homogeneidad y resultados variables.

En el Cuadro 8, se muestra la prueba de Tukey ( $\alpha=0.5$ ) para el porcentaje de frutos sanos, frutos enfermos con monilia, escoba de bruja y pudrición parda dentro de las parcelas experimentales.

En el mismo cuadro, en cuanto al porcentaje de frutos sanos se muestra que el clon S-21 alcanzó el valor más alto de porcentaje no diferenciándose estadísticamente de los clones S-19, S-04, S-23, S-17, S-16, S-18, S-27, S-08, S-22, S-20, S-26, S-25, S-09, C-16, pero sí de los demás clones que presentaron porcentajes bajos.

**Cuadro 7.** Resumen del análisis de variancia para el porcentaje de incidencia por árbol de frutos sanos, enfermos, con monilia, escoba de bruja y pudrición parda. (Datos transformados a  $\sqrt{(x+1)}$ ).

Fuente de variación	G.L	Cuadrados medios				
		Totales sanos	Totales enfermos	Frutos con monilia	Frutos con escoba de bruja	Frutos con pudrición parda
Clon	21	12.962 AS	18.305 AS	4.975 AS	20.149 AS	10.383 AS
Error experimental	154	1.744	1.576	1.461	1.710	2.107
Total	175					
	C.V.	17.61%	20.25%	40.02%	38.73%	37.98%

AS: Significación altamente estadística al 1% de probabilidad).

**Cuadro 8.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.5$ ) para el porcentaje de incidencia de frutos sanos, enfermos, con monilia, escoba de bruja y pudrición parda (Oct.- 2012 a Set. – 2013).

Total sanos		Totales enfermos		Frutos con monilia		Frutos con escoba de bruja		Frutos con pudrición parda	
S-21	88.0 a	S-11	73.5 a	S-11	23.0 a	S-13	50.7 a	C-10	44.8 a
S-19	87.5 a	C-10	72.6 ab	S-12	20.8 ab	C-2	43.3 ab	S-08	29.0 ab
S-04	84.5 ab	S-13	68.7 abc	S-24	17.1 abc	S-11	30.1 abc	S-25	28.5 abc
S-23	72.6 ab	S-12	62.4 abcd	C-10	16.6 abc	C-16	29.7 abcd	S-24	26.5 abc
S-17	72.5 abc	C-2	60.7 abcde	S-27	16.1 abc	S-12	23.2 abcde	S-28	22.3 abcd
S-16	68.9 abc	S-24	52.3 abcdef	S-26	13.0 abc	S-09	19.8 bcdef	S-11	20.4 abcd
S-18	68.6 abc	S-28	50.5 abcdef	S-18	11.9 abc	S-28	19.7 bcdef	S-20	18.4 abcde
S-27	68.5 abc	C-16	50.2 abcdef	S-22	11.1 abc	C-10	11.2 cdefg	S-12	18.4 abcde
S-08	64.3 abc	S-09	44.3 abcdef	S-20	9.4 abc	S-20	9.4 cdefg	S-22	18.0 bcde
S-22	62.8 abcd	S-25	43.1 abcdef	S-28	8.5 abc	S-25	9.2 cdefg	S-26	17.2 bcde
S-20	62.7 abcd	S-26	38.6 bcdef	S-09	8.4 abc	S-16	9.0 cdefg	S-09	16.2 bcde
S-26	61.4 abcd	S-20	37.3 bcdef	S-23	8.3 abc	S-24	8.7 defg	C-2	14.3 bcde
S-25	56.9 abcde	S-22	37.2 bcdef	S-16	8.3 abc	S-18	8.3 efg	S-16	13.8 bcde
S-09	55.7 abcde	S-08	35.7 cdef	S-17	8.1 abc	S-26	8.3 efg	S-17	13.4 bcde
C-16	49.8 abcde	S-27	31.5 defg	C-16	7.2 abc	S-22	8.1 efg	C-16	13.3 bcde
S-28	49.5 bcde	S-18	31.4 defg	S-21	7.0 abc	S-23	7.6 efg	S-23	11.5 bcde
S-24	47.7 cde	S-16	31.1 efg	S-13	7.0 abc	S-17	6.1 efg	S-18	11.1 bcde
C-2	39.3 cde	S-17	27.5 fg	S-19	6.4 bc	S-27	4.8 fg	S-13	11.0 bcde
S-12	37.6 cde	S-23	27.4 fg	S-04	5.9 c	S-04	3.7 g	S-27	10.5 bcde
S-13	31.3 de	S-04	15.5 g	S-08	5.5 c	S-21	3.0 g	S-04	5.9 cde
C-10	27.4 e	S-19	12.5 g	S-25	5.5 c	S-19	2.4 g	S-19	3.6 de
S-11	26.5 e	S-21	12.0 g	C-2	3.0 c	S-08	1.2 g	S-21	2.0 e

La Figura 3 (A), muestra la distribución de frecuencia para el porcentaje de frutos sanos observándose que el mayor grupo de clones se agrupa en la clase cuatro, donde se encuentran siete clones cuyos valores se ubican entre 60.2 a 71.3% de frutos sanos; sin embargo, las clases cinco y seis agrupan ambos a cinco clones cuyos valores en la producción de frutos sanos son superiores al 72%. Los clones S-21, S-19, S-04 de la clase seis con mayores porcentajes de 88.3, 87.4, 84.7%, mientras que los clones S-11, C-10, S-13 de la clase uno presentaron menores porcentajes de 26.5, 27.2 y 29.7%.

La Figura 3 (B), muestra la distribución de frecuencia para el porcentaje de frutos enfermos observándose que el mayor grupo de clones se agrupa en la clase tres, donde se encuentran seis clones cuyos valores se ubican entre 34.5 a 45.6% de frutos enfermos; sin embargo, las clases uno y dos agrupan ambos a ocho clones cuyos valores en la producción de frutos enfermos son inferiores al 34.5%. Los clones S-21, S-19, S-04 de la clase uno con menores porcentajes de 11.7, 13.2 y 14.5% mientras que los clones S-11, C-10, S-13 de la clase seis presentaron mayores porcentajes de 73.5, 72.6, 70.3%, respectivamente.

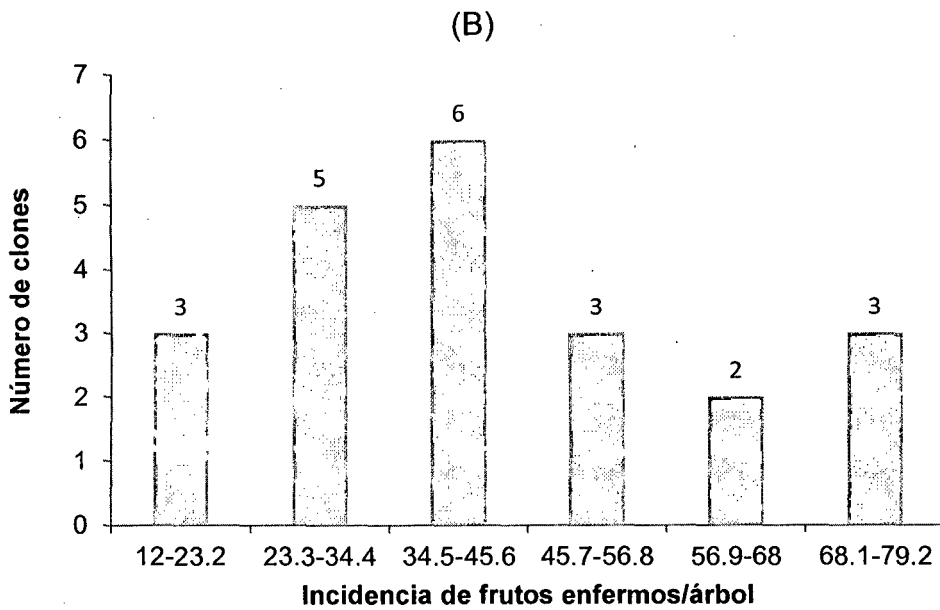
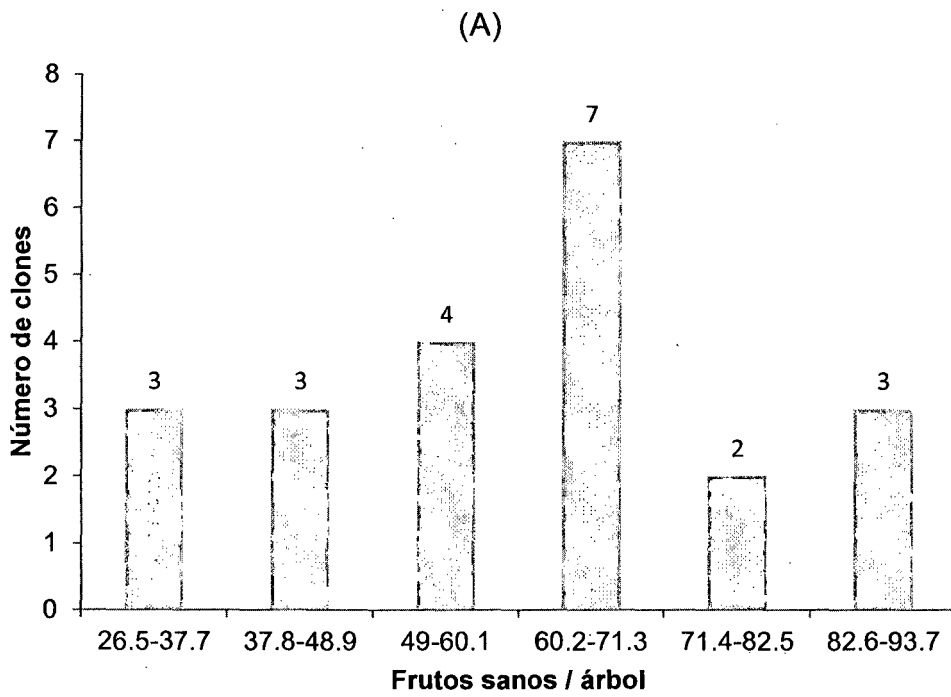
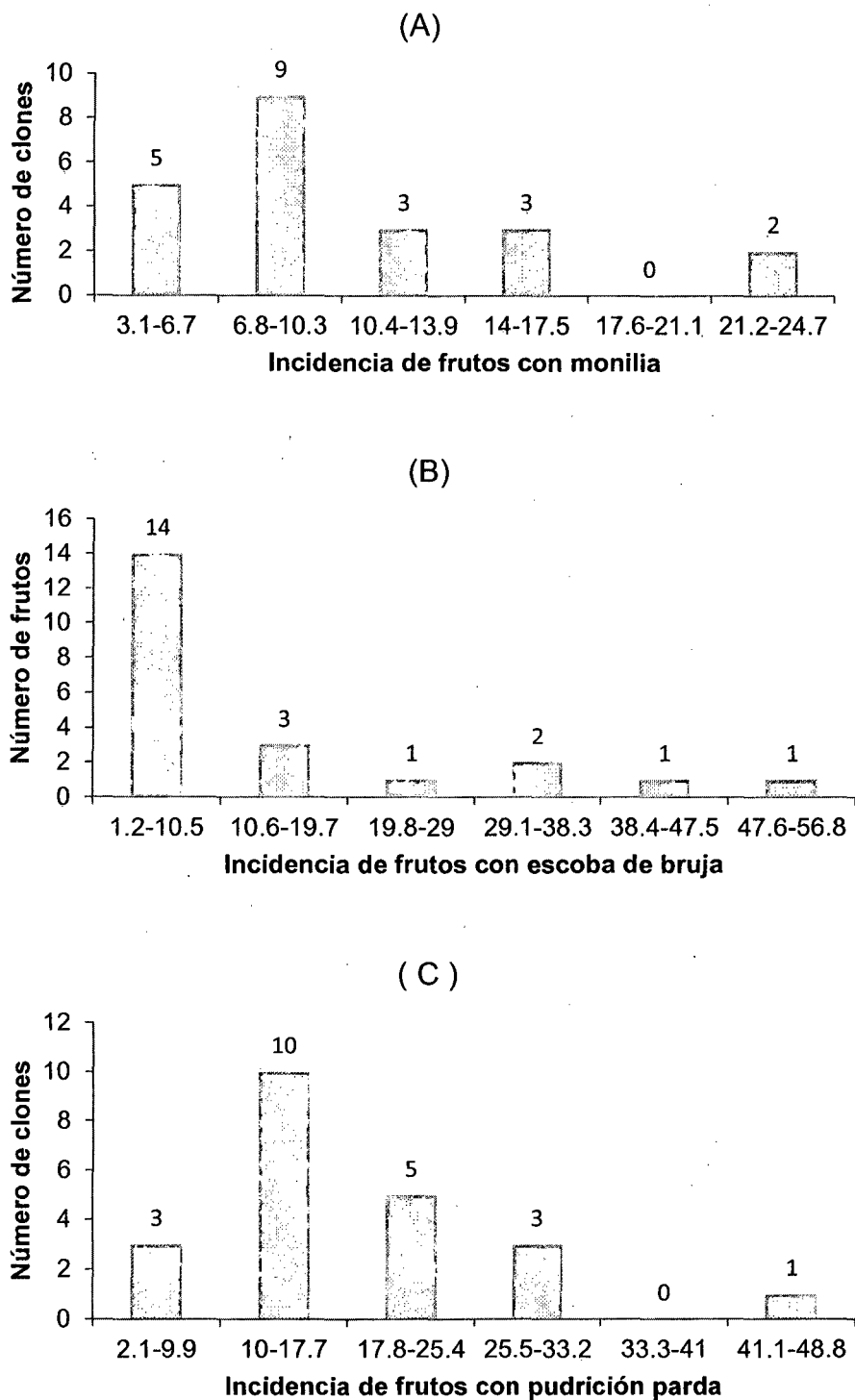


Figura 3. Distribución de frecuencia para el porcentaje de frutos sanos (A) y enfermos (B), por árbol por año en 22 clones de cacao.

La Figura 4, muestra la distribución de frecuencia para el porcentaje de frutos enfermos con monilia (A), escoba de bruja (B) y pudrición parda(C). Las tres enfermedades presentan seis clases, pero la amplitud de las clases son variables; siendo de 21.2 a 24.7, 47.6 a 56.8, 41.1 a 48.8 respectivamente para monilia, escoba de bruja y pudrición parda. Estos valores indican que en estos clones tiene una mayor incidencia de escoba de bruja y pudrición parda. Para estas tres enfermedades el mayor número de clones se agrupa en las clases uno y dos (Figura 4A, 4B y 4C), donde se encuentran 14 clones cuyos valores oscilan entre 3.1 a 10.3% para moniliais; 17 clones cuyos valores oscilan entre 1.2 a 19.7% para escoba de bruja y 13 clones cuyos valores oscilan entre 2.1 a 17.7% para pudrición parda.

Los clones C-02, S-08, S-25, S-04, S-19 presentaron menores porcentajes de 3.0, 5.5, 5.5, 5.9 y 6.4% para moniliais; los clones S-08, S-19, S-21, S-04, S-27, S-17, S-23, S-22, S-26, S-18, S-24, S-16, S-25, S-20 presentaron menores porcentajes de 1.2, 2.4, 3, 3.7, 4.8, 6.1, 7.6, 8.1, 8.3, 8.3, 8.7, 9, 9.2 y 9.4% para escoba de bruja y los clones S-21, S-19, S-04 presentaron menores porcentajes de 2, 3.6 y 5.9% para pudrición parda.



**Figura 4.** Distribución de frecuencia para el porcentaje de frutos enfermos con monilia (A), escoba de bruja (B) y pudrición parda (C) en 22 clones de cacao.

#### **4.2. Frutos cosechados sanos y enfermos**

En el Cuadro 9, se muestra el resumen del análisis de variancia para los parámetros de número de frutos cosechados; frutos sanos, frutos enfermos con monilia, escoba de bruja y pudrición parda, observándose diferencias altamente significativas en los tratamientos en todos los parámetros en estudio.

En el Cuadro 10, se muestra la prueba de Tukey ( $\alpha=0.5$ ) para el número promedio de frutos cosechados; frutos sanos, frutos enfermos con monilia, escoba de bruja y pudrición parda dentro de las parcelas experimentales

La Figura 5 (A), muestra la distribución de frecuencia para el total de frutos cosechados observándose que el mayor grupo de clones se agrupa en la clase dos, donde se encuentran seis clones cuyos valores se ubican entre 8 a 13 frutos; sin embargo, las clases tres, cuatro, cinco y seis agrupan ambos a once clones cuyos valores en la producción de frutos cosechados son superiores al 13 frutos.

En la Figura 5 (B), muestra la distribución de frecuencia para frutos cosechados sanos observándose que el mayor grupo de clones se agrupa en la clase dos, donde se encuentran siete clones cuyos valores se ubican entre 7 a 12 frutos; sin embargo, las clases tres, cuatro, cinco y seis agrupan ambos a once clones cuyos valores en la producción de frutos cosechados son superiores al 13 frutos.

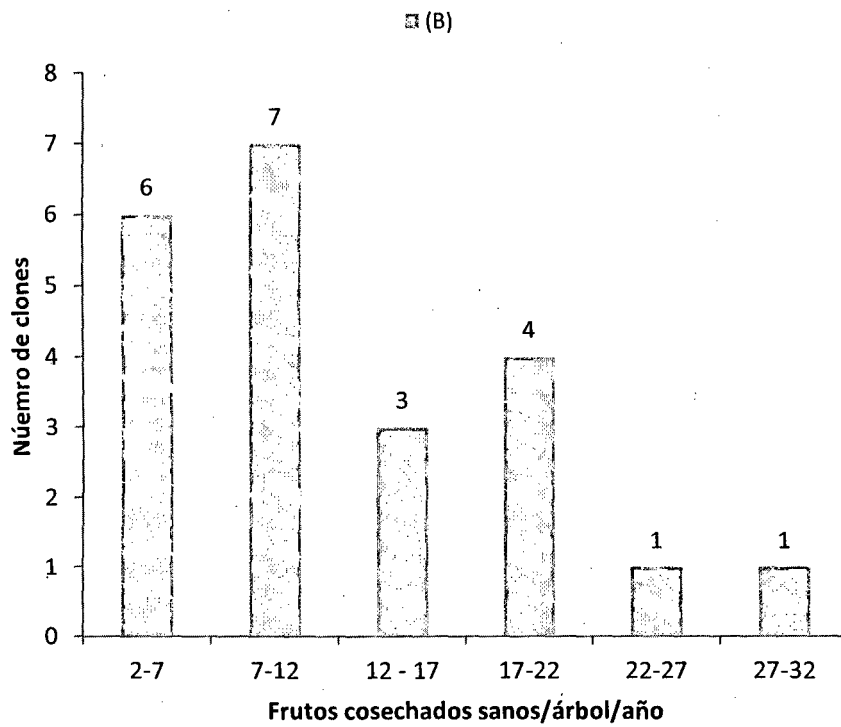
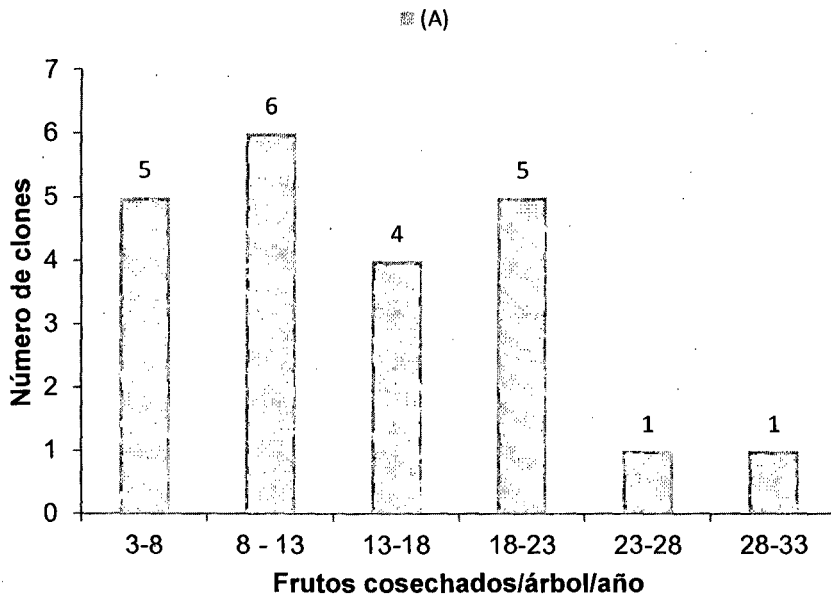
**Cuadro 9.** Resumen del análisis de varianza para el número de frutos cosechados: sanos, enfermos, con monilia, escoba de bruja y pudrición parda. (Datos transformados a  $\sqrt{(x+1)}$ ).

Fuente de variación	G.L	Cuadrados medios					
		Frutos totales (S+E)	Frutos sanos	Frutos enfermos	Frutos con monilia	Frutos con escoba de bruja	Frutos con pudrición parda
Clon	21	7.094 AS	8.237 AS	1.815 AS	0.160 AS	0.898 AS	0.543 AS
Error experimental	154	1.049	0.915	0.220	0.063	0.118	0.073
Total	175						
	C.V.	28.02%	28.14%	30.40%	22.13%	26.39%	22.80%

AS: Significación altamente estadística al 1% de probabilidad).

**Cuadro 10.** Prueba de comparación de Tukey ( $\alpha=0.5$ ) para el número promedio por árbol de frutos cosechados.

Total de frutos		Total de frutos sanos		Total de frutos enfermos		Frutos con monilia		Frutos con escoba de bruja		Frutos con pudrición parda	
S-21	30.5 a	S-21	29.9 a	C-10	6.3 a	C-10	2.0 a	C-2	4.1 a	C-10	3.6 a
S-19	24.6 ab	S-19	24.1 ab	C-2	5.4 ab	C-2	0.8 ab	C-16	3.0 ab	S-24	2.0 ab
C-2	23.0 ab	S-08	21.4 ab	S-24	4.1 abc	S-24	0.6 ab	S-11	2.9 abc	S-20	1.1 bc
S-08	22.3 ab	S-18	19.8 ab	C-16	3.6 abcd	S-09	0.5 ab	S-24	1.5 bcd	S-13	0.9 bc
S-18	21.5 ab	C-2	17.6 ab	S-11	3.4 abcd	S-20	0.5 ab	S-12	1.4 bcd	S-18	0.8 bc
S-20	19.9 ab	S-20	17.4 ab	S-13	2.5 abcdf	S-28	0.5 ab	S-13	1.3 bcd	S-16	0.6 bc
S-24	18.9 abc	S-17	15.9 abc	S-20	2.5 abcdf	C-16	0.5 ab	S-20	0.9 bcd	S-12	0.5 bc
S-17	15.9 abc	S-24	14.8 abcd	S-12	2.1 bcdf	S-08	0.4 ab	S-22	0.9 bcd	C-2	0.5 bc
S-04	14.6 abc	S-04	14.6 abcde	S-18	1.8 cdf	S-13	0.4 ab	S-16	0.8 bcd	S-08	0.4 bc
C-16	14.3 abcd	S-22	12.0 bcde	S-16	1.6 cdf	S-11	0.3 b	S-18	0.8 cd	S-11	0.3 c
S-16	13.4 abcd	S-16	11.8 bcdef	S-25	1.1 cdf	S-12	0.3 b	S-25	0.8 cd	S-21	0.3 c
S-22	13.0 abcd	S-23	10.8 bcdef	S-09	1.0 cdf	S-16	0.3 b	C-10	0.6 cd	S-25	0.3 c
C-10	11.5 bcd	C-16	10.6 bcdef	S-22	1.0 cdf	S-18	0.3 b	S-09	0.5 cd	S-19	0.1 c
S-13	10.9 bcd	S-26	9.8 bcdef	S-08	0.9 cdf	S-19	0.3 b	S-28	0.3 d	S-22	0.1 c
S-23	10.9 bcd	S-27	8.5 bcdef	S-28	0.8 cdf	S-21	0.3 b	S-08	0.1 d	S-23	0.1 c
S-26	9.9 bcd	S-13	8.4 bcdef	S-21	0.6 cdf	S-25	0.1 b	S-19	0.1 d	C-16	0.1 c
S-27	8.5 bcd	S-28	6.1 cdef	S-19	0.5 df	S-04	0.0 b	S-21	0.1 d	S-04	0.0 c
S-28	6.9 cd	C-10	5.3 cdef	S-23	0.1 f	S-17	0.0 b	S-26	0.1 d	S-09	0.0 c
S-11	6.6 cd	S-25	4.0 def	S-26	0.1 f	S-22	0.0 b	S-04	0.0 d	S-17	0.0 c
S-12	5.9 cd	S-12	3.8 ef	S-04	0.0 f	S-23	0.0 b	S-17	0.0 d	S-26	0.0 c
S-25	5.1 cd	S-11	3.3 ef	S-17	0.0 f	S-26	0.0 b	S-23	0.0 d	S-27	0.0 c
S-09	3.1 d	S-09	2.1 f	S-27	0.0 f	S-27	0.0 b	S-27	0.0 d	S-28	0.0 c



**Figura 5.** Distribución de frecuencia para el número promedio de frutos cosechados (A) y frutos cosechados sanos (B) por árbol en 22 clones de cacao.

#### **4.2.1. Nivel de incidencia de enfermedades en frutos cosechados**

En el Cuadro 11. Presentamos los datos obtenidos de la incidencia de las enfermedades de todos los tratamientos, expresados en porcentaje.

Los clones con mayor porcentaje de frutos cosechados sanos son: S-04, S-17, S-23, S-26, S-19, S-21, S-08 con porcentajes de 100, 100, 100, 98.9, 98.7, 98, 98%, mientras que los clones C-10, S-11 presentaron menores porcentajes de 45.7 y 49.1%.

Los clones con mayor porcentaje de frutos cosechados enfermos son: C-10, S-11 con porcentajes de 54.3 y 50.9%, mientras que 10 clones tuvieron porcentajes de 0 a 9% respectivamente.

Los clones con mayor porcentaje de frutos cosechados con monilia son: C-10, S-09 con porcentajes de 17.4 y 16%.

Los clones con mayor porcentaje de frutos cosechados con escoba de bruja son: S-11, S-12 con porcentajes de 43.4 y 25%.

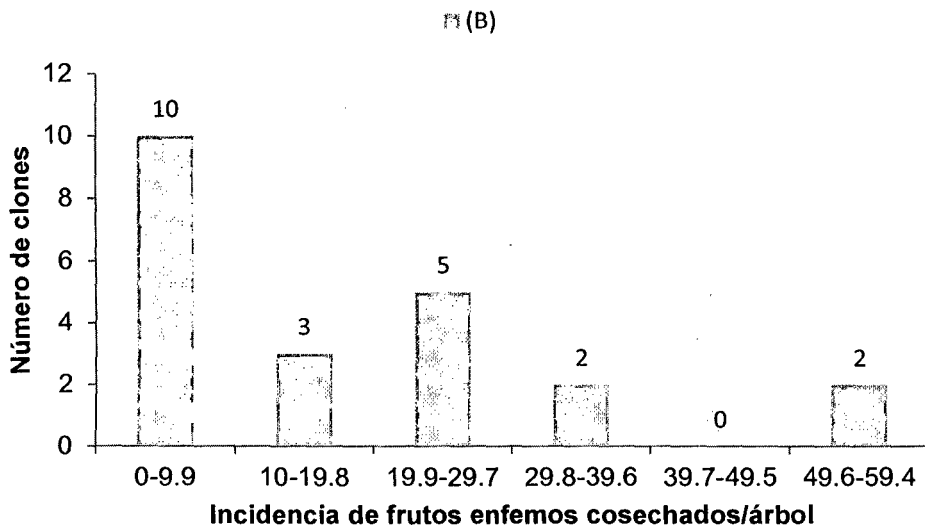
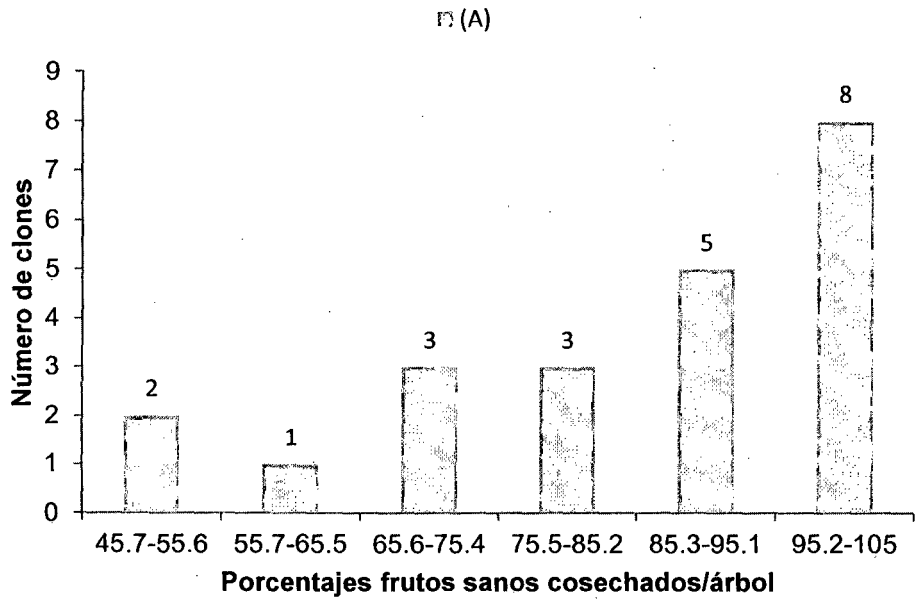
Los clones con mayor porcentaje de frutos cosechados con pudrición parda son: C-10, con porcentaje de 31.5%, respectivamente.

**Cuadro 11.** Niveles de incidencia de enfermedades en frutos cosechados por árbol de cada clon. Expresados en porcentaje de frutos sanos y enfermos.

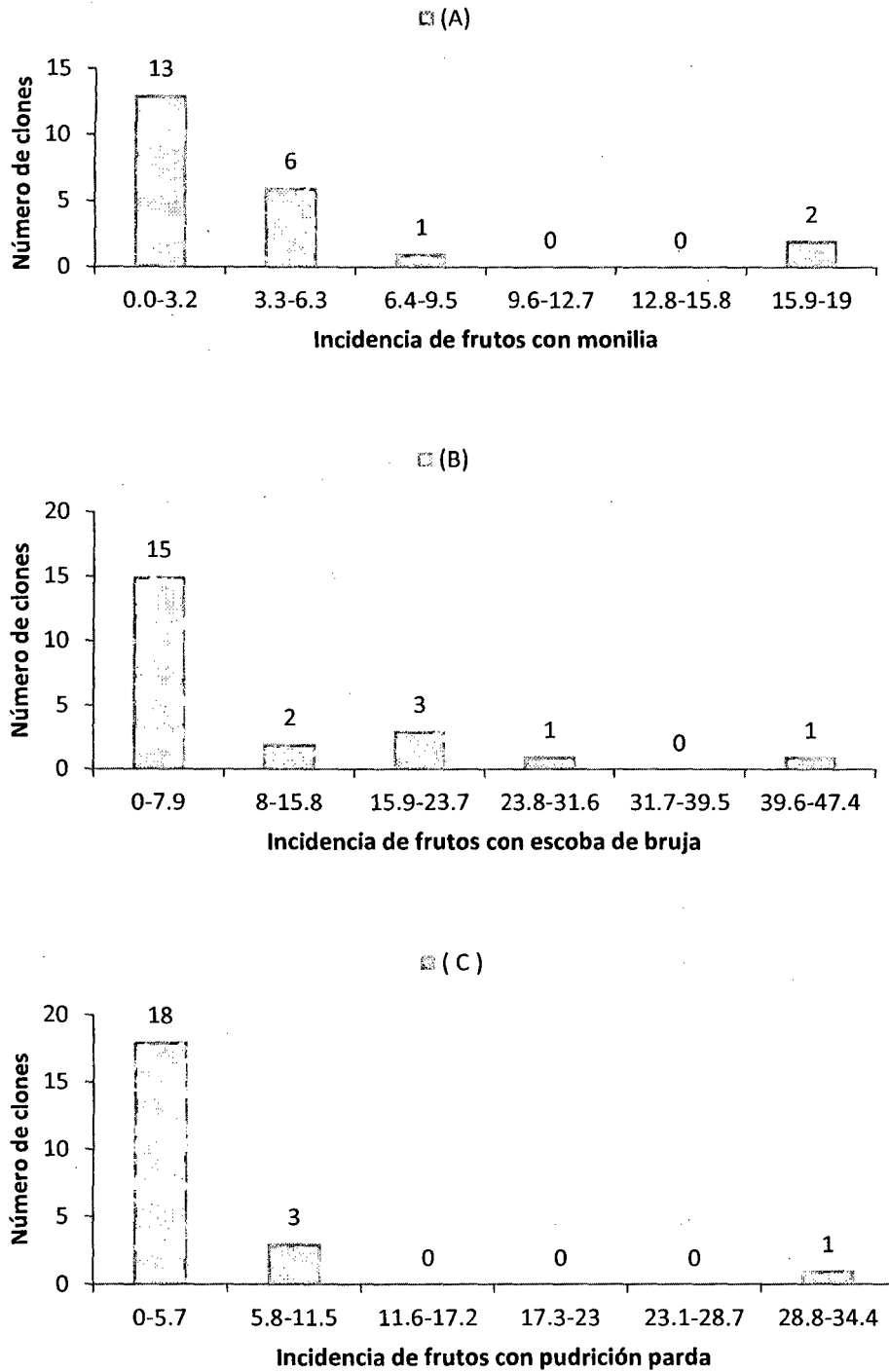
F.C. sanos		F.C. enfermos		F.C.E. monilia		F.C.E. escoba de bruja		F.C.E. pudrición parda	
Clon	%	Clon	%	Clon	%	Clon	%	Clon	%
S-04	100	C-10	54.3	C-10	17.4	S-11	43.4	C-10	31.5
S-17	100	S-11	50.9	S-09	16.0	S-12	25.0	S-24	10.7
S-27	100	S-12	37.5	S-28	7.3	C-16	21.1	S-13	10.1
S-23	98.9	S-09	32.0	S-12	4.2	C-02	17.9	S-12	8.3
S-26	98.7	C-16	25.4	S-11	3.8	S-09	16.0	S-25	4.9
S-19	98.0	S-13	24.7	C-16	3.5	S-25	14.6	S-16	4.7
S-21	98.0	C-02	23.4	S-13	3.4	S-13	11.2	S-20	4.5
S-08	96.1	S-25	22.0	S-24	3.3	S-24	7.3	S-11	3.8
S-22	92.3	S-24	21.3	C-02	3.3	S-22	6.7	S-18	3.5
S-18	91.9	S-16	12.1	S-20	2.5	S-16	5.6	C-02	2.2
S-28	89.1	S-20	11.5	S-25	2.4	C-10	5.4	S-08	1.7
S-20	88.5	S-28	10.9	S-16	1.9	S-20	4.5	S-23	1.1
S-16	87.9	S-18	8.1	S-08	1.7	S-28	3.6	S-22	1.0
S-24	78.7	S-22	7.7	S-18	1.2	S-18	3.5	C-16	0.9
S-25	78.0	S-08	3.9	S-19	1.0	S-26	1.3	S-21	0.8
C-02	76.6	S-21	2.0	S-21	0.8	S-08	0.6	S-19	0.5
S-13	75.3	S-19	2.0	S-04	0.0	S-19	0.5	S-04	0.0
C-16	74.6	S-26	1.3	S-17	0.0	S-21	0.4	S-09	0.0
S-09	68.0	S-23	1.1	S-22	0.0	S-04	0.0	S-17	0.0
S-12	62.5	S-17	0.0	S-23	0.0	S-17	0.0	S-26	0.0
S-11	49.1	S-27	0.0	S-26	0.0	S-23	0.0	S-27	0.0
C-10	45.7	S-04	0	S-27	0.0	S-27	0.0	S-28	0.0

F. C.: Frutos cosechados

F.C.E.: Frutos cosechados enfermos



**Figura 6.** Distribución de frecuencia para el porcentaje de frutos cosechados sanos (A) y enfermos (B) por árbol en 22 clones de cacao.



**Figura 7.** Distribución de frecuencia para el porcentaje de frutos cosechados con monilia (A), escoba de bruja (B) y pudrición parda (C), por árbol en 22 clones de cacao.

#### **4.3. Nivel de incidencia de escoba de bruja en brotes**

En el Cuadro 12. Presentamos la sumatoria de brotes emitidos, sanos e infectados con escoba de bruja, orientados a los cuatro puntos cardinales.

En la sumatoria total se observa que la mayor cantidad de brotes emitidos fue por el lado norte con 279 brotes, seguido del oeste con 234, el este con 244 y el sur con 227 brotes

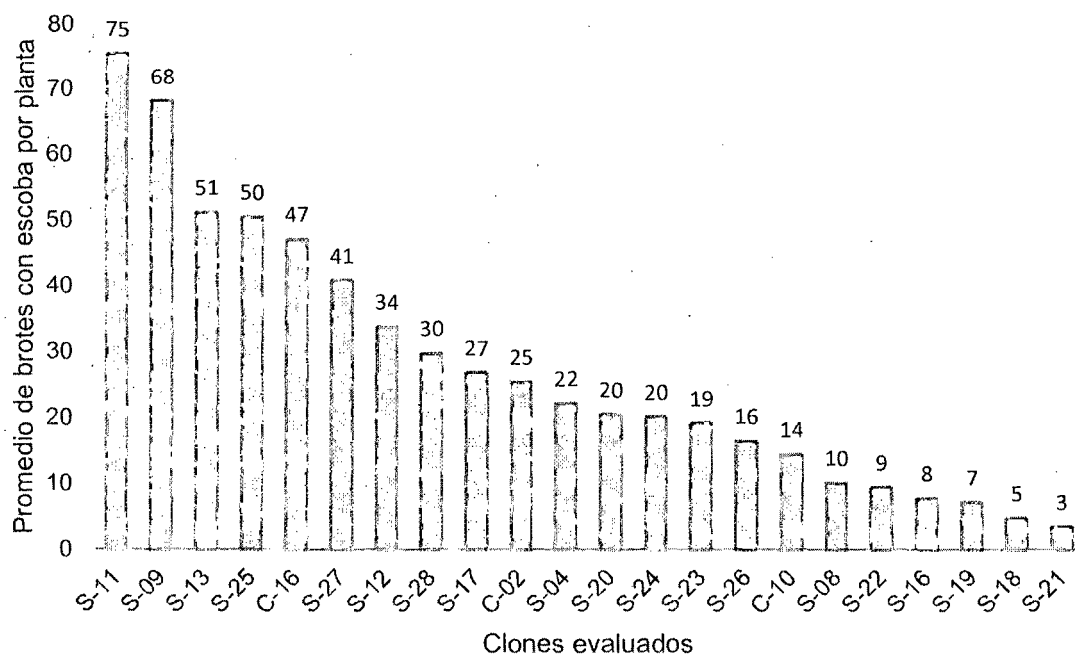
La mayor cantidad de brotes infectados se observa por el lado norte con 101 brotes infectados, seguido por el este con 81, el oeste con 73 y el sur con 65. Esto nos muestra que existe una alta presión de infección por el norte de la parcela y seguido por el este.

En las Figuras 8 y 9, en la distribución de frecuencia para el número promedio de brotes infectados se muestran los clones con mayor número promedio de brotes infectados por árbol en la clase cinco y seis siendo; S-11, S-09, con cantidades de 75 y 68 brotes, mientras que los clones S-21, S-18, S-19, S-16, S-22, S-08, C-10, S-26 que están en la primera clase presentan menor cantidad de brotes infectados de 3 a 16.

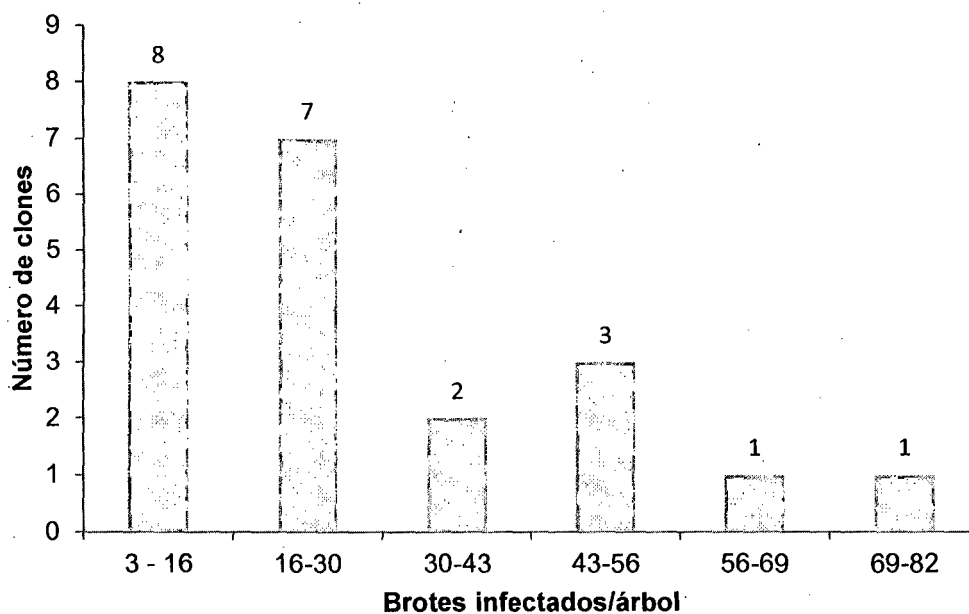
**Cuadro 12.** Niveles de brotes totales emitidos, sanos e infectados por escoba en los 22 clones de cacao.

Clon	Número de brotes								NB-Sanos								NB-Infectados								T.B.I n°
	Oeste		Sur		Norte		Este		Oeste		Sur		Norte		Este		Oeste		Sur		Norte		Este		
	In.	Em.	In.	Em.	In.	Em.	In.	Em.	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
S-04	17	6	7	8	12	10	18	1	18	78.3	14	93.3	18	81.8	14	73.7	5	21.7	1	6.7	4	18.2	5	26.3	15
S-08	12	15	13	13	13	12	20	7	21	77.8	24	92.3	22	88.0	20	74.1	6	22.2	2	7.7	3	12.0	7	25.9	18
S-09	15	5	7	6	7	25	8	13	14	70.0	9	69.2	18	56.3	14	66.7	6	30.0	4	30.8	14	43.8	7	33.3	31
S-11	11	4	19	7	13	20	13	17	11	73.3	17	65.4	15	45.5	16	53.3	4	26.7	9	34.6	18	54.5	14	46.7	45
S-12	11	16	12	10	21	16	8	15	21	77.8	12	54.5	22	59.5	22	95.7	6	22.2	10	45.5	15	40.5	1	4.3	32
S-13	18	21	5	16	5	6	7	10	32	82.1	17	81.0	11	100.0	14	82.4	7	17.9	4	19.0	0	0.0	3	17.6	14
S-16	3	12	3	2	19	11	7	17	14	93.3	5	100	23	76.7	24	100	1	6.7	0	0.0	7	23.3	0	0.0	8
S-17	9	6	3	5	9	4	4	7	14	93.3	8	100	12	92.3	11	100	1	6.7	0	0.0	1	7.7	0	0.0	2
S-18	5	12	3	9	3	9	3	5	15	88.2	11	91.7	11	91.7	8	100	2	11.8	1	8.3	1	8.3	0	0.0	4
S-19	3	14	7	12	7	11	3	15	17	100.0	16	84.2	16	88.9	18	100	0	0.0	3	15.8	2	11.1	0	0.0	5
S-20	11	11	8	16	13	14	8	20	17	77.3	20	83.3	25	92.6	17	60.7	5	22.7	4	16.7	2	7.4	11	39.3	22
S-21	13	6	10	17	9	4	5	10	19	100.0	26	96.3	11	84.6	15	100	0	0.0	1	3.7	2	15.4	0	0.0	3
S-22	8	13	4	5	6	10	3	15	20	95.2	9	100	15	93.8	18	100	1	4.8	0	0.0	1	6.3	0	0.0	2
S-23	17	10	16	12	16	6	11	12	18	66.7	26	92.9	16	72.7	16	69.6	9	33.3	2	7.1	6	27.3	7	30.4	24
S-24	13	9	4	15	15	26	15	13	22	100.0	15	78.9	35	85.4	24	85.7	0	0.0	4	21.1	6	14.6	4	14.3	14
S-25	16	8	5	9	8	10	4	13	15	75.0	10	71.4	15	83.3	10	58.8	5	25.0	4	28.6	3	16.7	7	41.2	19
S-26	8	10	13	7	13	34	21	13	18	100.0	18	90.0	42	89.4	28	82.4	0	0.0	2	11.1	5	11.9	6	21.4	13
S-27	5	20	7	17	6	6	10	6	21	84.0	11	64.7	10	83.3	12	75.0	4	16.0	6	35.3	2	16.7	4	25.0	16
S-28	11	12	6	12	9	9	8	9	21	91.3	17	94.4	15	83.3	17	100	2	8.7	1	5.6	3	16.7	0	0.0	6
C-02	3	9	9	2	3	5	4	5	11	91.7	10	90.9	7	87.5	9	100	1	8.3	1	9.1	1	12.5	0	0.0	3
C-10	14	7	8	7	9	9	6	8	15	71.4	11	73.3	16	88.9	12	85.7	6	28.6	4	26.7	2	11.1	2	14.3	14
C-16	12	8	3	20	12	22	3	13	18	90.0	21	91.3	31	91.2	13	81.3	2	10.0	2	8.7	3	8.8	3	18.8	10
CCN-51	4	29	13	16	8	21	10	7	28	84.8	24	82.8	24	82.8	17	100	5	15.2	5	17.2	5	17.2	0	0.0	15
Total		263		243		300		251	420		351		430		369		78		70		106		81		

In: Iciales    Em: Emitidos    T.B.I: Total de brotes infección



**Figura 8.** Número promedio de brotes infectados por árbol de cada clon de cacao.



**Figura 9.** Distribución de frecuencia para el número promedio de brotes infectados por árbol en 22 clones de cacao.

#### **4.4. Nivel de incidencia de escoba de bruja en cojines florales**

En el Cuadro 13, presentamos los datos de cojines infectados por escoba de bruja, obtenidos de todos los tratamientos.

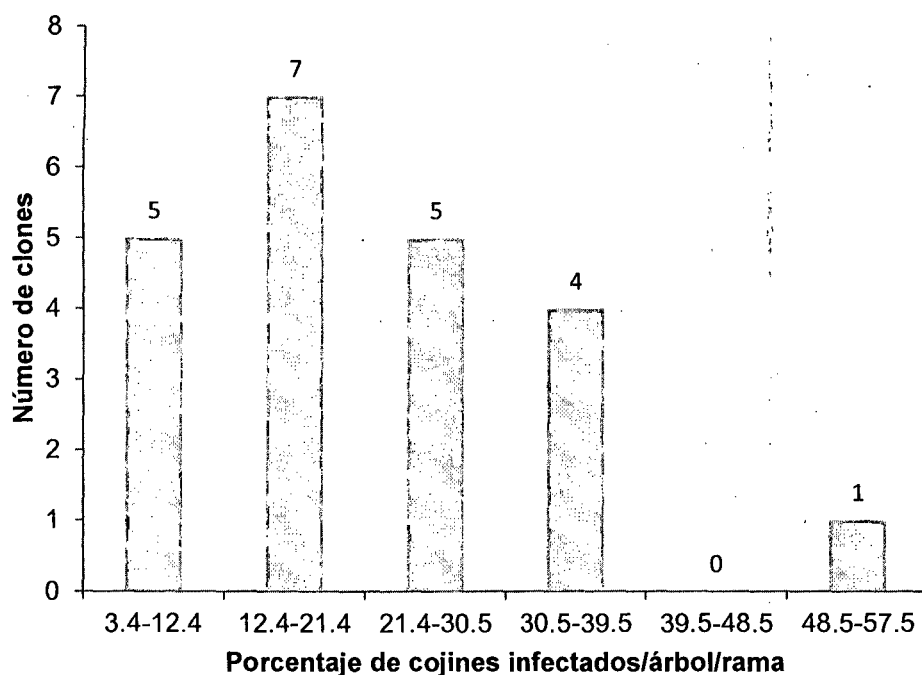
Los clones con menor cantidad de cojines infectados son S-25, S-16, S-24, S-23, S-17 con cantidades de 0 a 5, mientras que los clones S-04, S-21, S-28, S-26, S-27 presentaron mayor número de cojines infectados con cantidades de 27, 23, 23, 19, 18 cojines.

En la Figura 10, en la distribución de frecuencia para el porcentaje de cojines infectados con escoba de bruja por rama marcada de cada árbol seleccionado, se muestra los clones con menor porcentaje de incidencia en cojines florales ubicados en la primera clase que son S-23, S-16, S-24, C-10, C-16, con porcentajes de 3.4 a 12.4, mientras que el clon S-19 se ubica en la clase seis con un porcentaje mayor de 52.9%.

**Cuadro 13.** Niveles de cojines emitidos, sanos e infectados por escoba de bruja en las ramas de tres plantas en 22 clones de cacao.

Clones	N° de cojines		N° C. sanos		N° C. infectados	
	Iniciales	Emitidos	N°	%	N°	%
S-04	68	24	65	70.7	27	29.3
S-08	52	6	49	84.5	9	15.5
S-09	16	27	37	86.0	6	14.0
S-11	29	19	41	85.4	7	14.6
S-12	23	6	23	79.3	6	20.7
S-13	33	12	34	75.6	11	24.4
S-16	19	23	40	95.2	2	4.8
S-17	24	8	27	84.4	5	15.6
S-18	38	9	40	85.1	7	14.9
S-19	11	6	8	47.1	9	52.9
S-20	34	8	36	85.7	6	14.3
S-21	41	20	38	62.3	23	37.7
S-22	22	20	30	71.4	12	28.6
S-23	53	16	66	95.7	3	4.3
S-24	34	20	51	94.4	3	5.6
S-25	1	2	2	66.7	1	33.3
S-26	44	20	45	70.3	19	29.7
S-27	46	28	56	75.7	18	24.3
S-28	48	27	52	69.3	23	30.7
C-02	28	9	24	64.9	13	35.1
C-10	45	15	54	90.0	6	10.0
C-16	43	17	53	88.3	7	11.7

N°C: Número de cojines.



**Figura 10.** Distribución de frecuencia para el porcentaje de cojines infectados por escoba de bruja en 22 clones de cacao.

En las Figuras 11 y 12, en la distribución de frecuencia para el número promedio de cojines infectados por árbol se muestran los clones con mayor número de cojines infectados ubicados en la clase seis siendo; C-16, con cantidades de 44 cojines infectados, mientras que 12 clones ubicados en la primera clase presentaron menor cantidad de cojines infectados de 0 a 8 cojines, respectivamente.

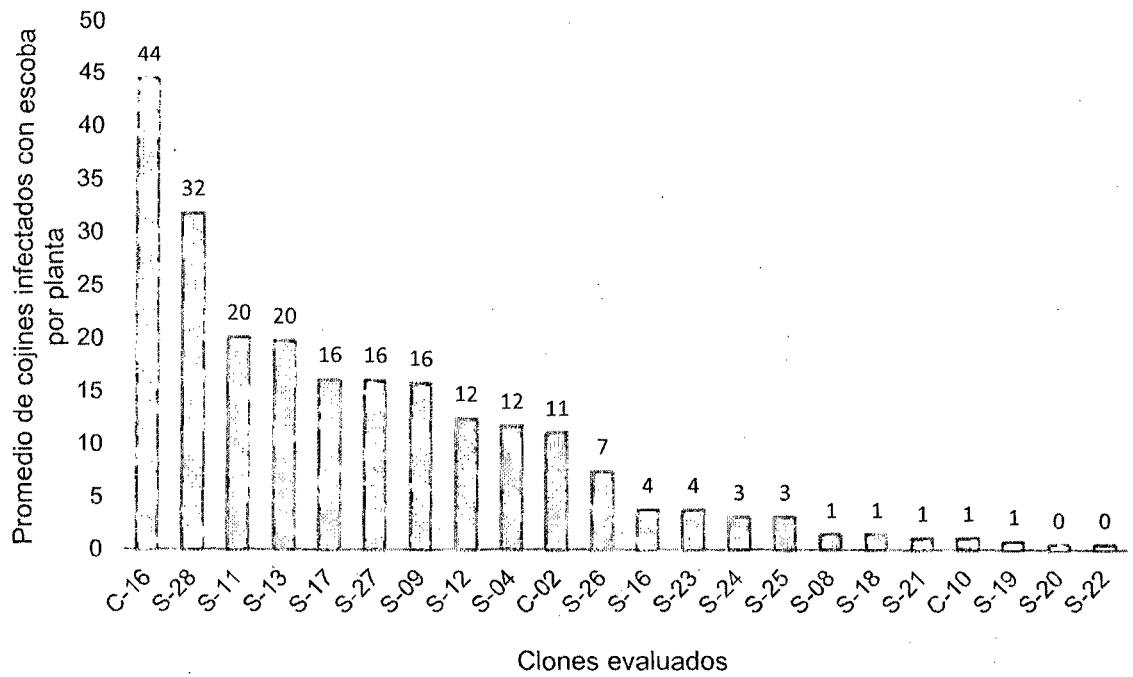


Figura 11. Número de cojines infectados por árbol de cada clon de cacao.

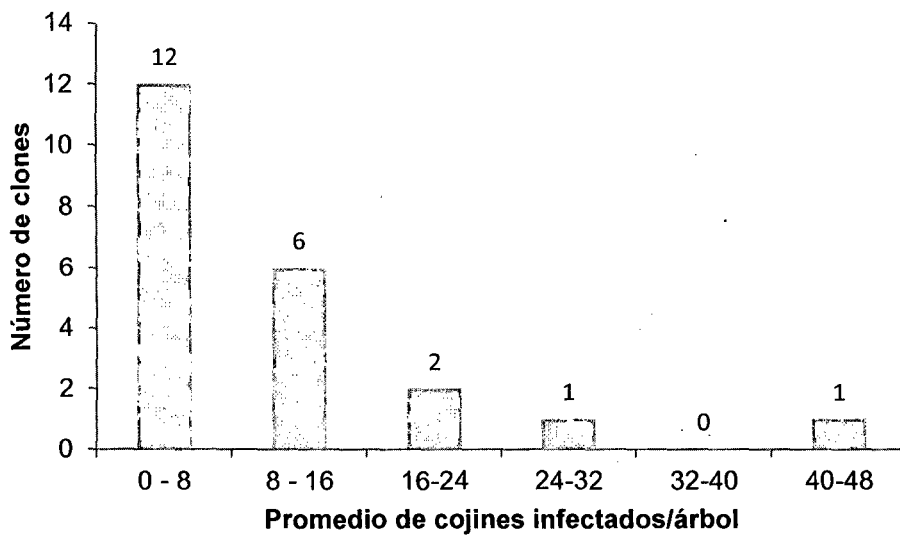


Figura 12. Distribución de frecuencia para el número promedio de cojines infectados por árbol en 22 clones de cacao.

En las Figuras 13, 14 y 15, se muestra el comportamiento mensual de frutos infectados con "moniliais" "escoba de bruja" y "pudrición parda" sumados de los 22 clones en estudio en relación a la temperatura (°C), precipitación (mm), humedad relativa (%) y heliofanía (Horas sol).

En relación a la proporción de incidencia de frutos con monilia, se observa picos diferenciables; entre los meses de abril – junio, y en el mes de agosto, meses con regulares precipitaciones y temperaturas. También se puede observar en la Figura 13, que durante estos meses correspondientes a los meses de mayor infección, se observa valores altos de heliofanía; indicándonos posiblemente un efecto positivo de las horas sol en la infección de frutos con moniliasis.

Tendencias similares, se observa para la curva de comportamiento de frutos infectados con escoba de bruja (Figura 14), siendo posiblemente favorecido su infección con el incremento de la heliofanía.

Con respecto a la proporción de incidencia de pudrición parda se observa proporciones de incidencia altos en los meses de febrero – abril, meses con alta precipitación, y a la vez con temperaturas bajas. También se puede observar, que durante estos meses correspondientes a los meses de mayor infección, se observa valores bajos de heliofanía y valores altos de humedad relativa; indicándonos efectos positivos de horas sol y humedad en la infección de frutos con pudrición parda (Figura 15).

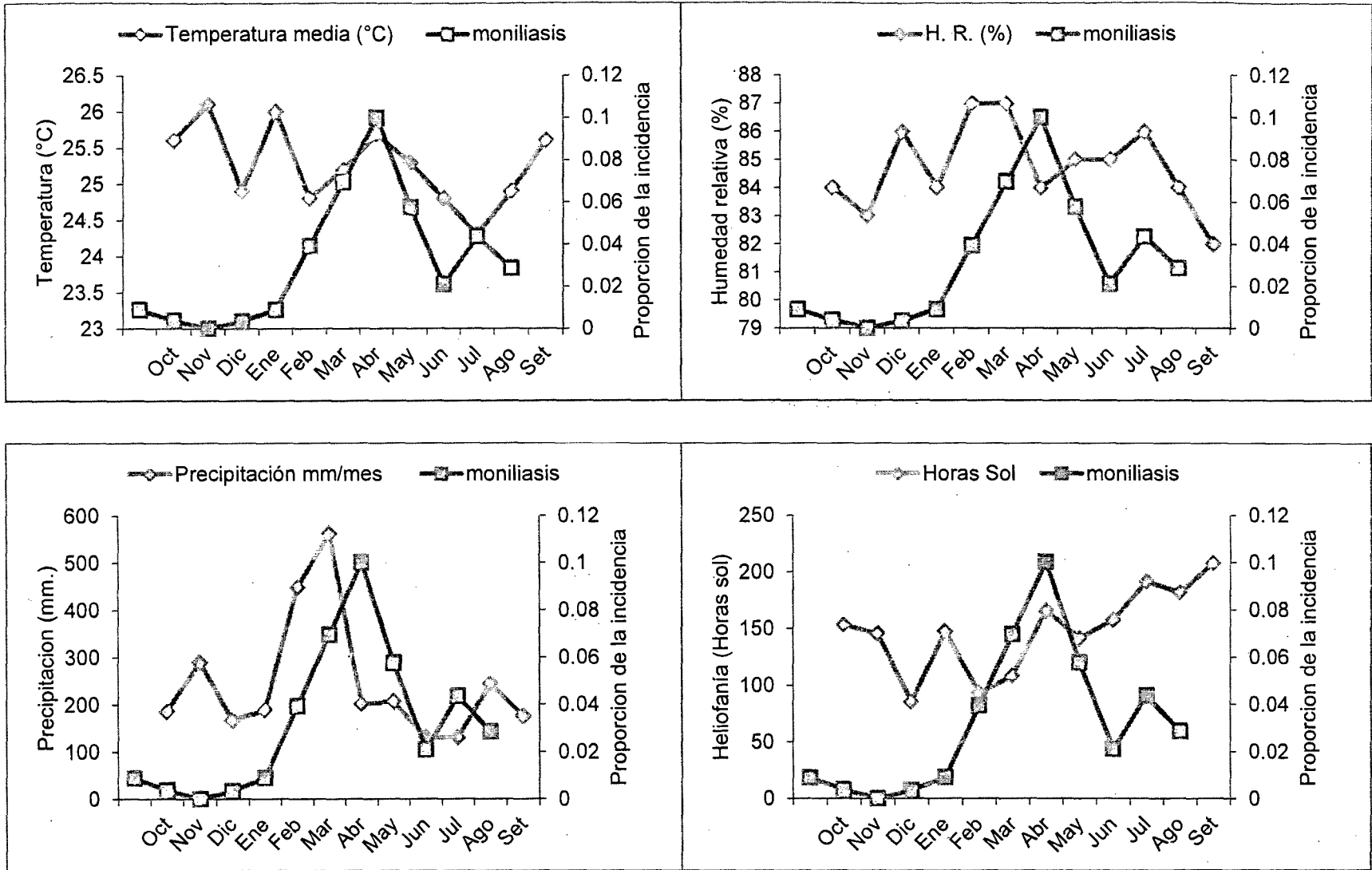


Figura 13. Comportamiento de *Moniliophthora roreri* en frutos totales y su relación con parámetros meteorológicos.

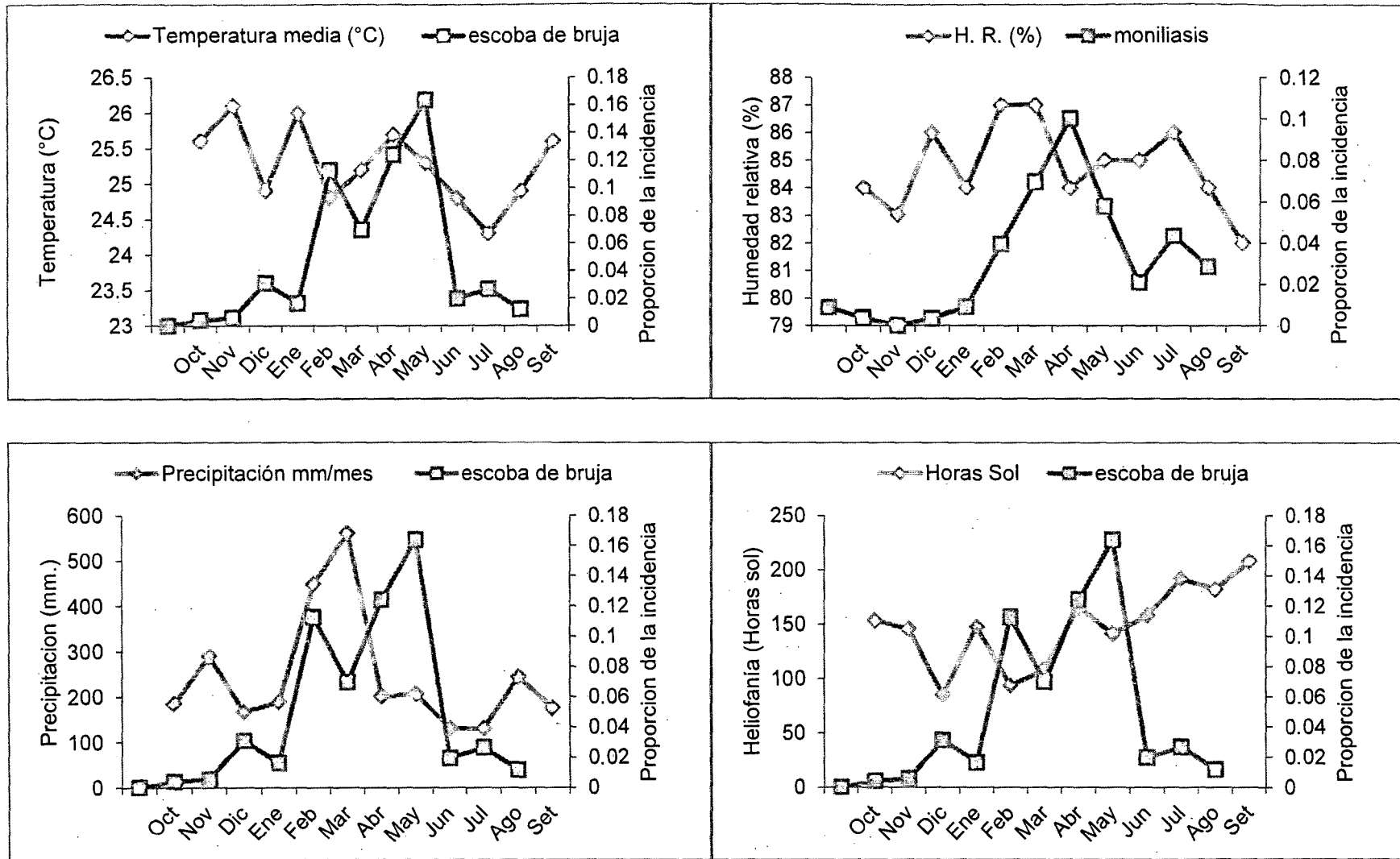


Figura 14. Comportamiento de *Moniliophthora perniciosa* en frutos totales y su relación con parámetros meteorológicos.

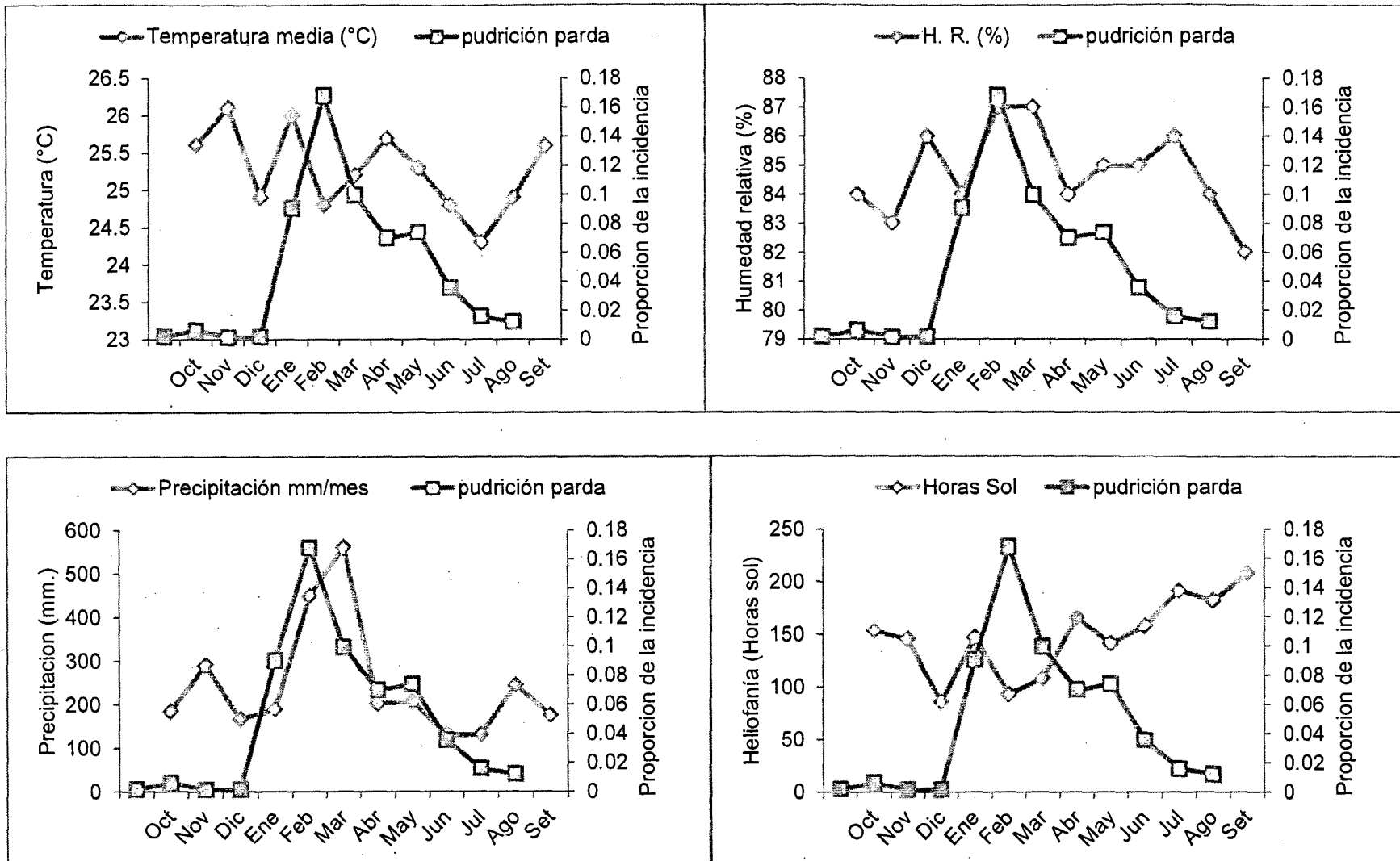


Figura 15. Comportamiento de *Phytophthora palmivora* en frutos totales y su relación con parámetros meteorológicos

#### **4.5. Estimación del índice de mazorca**

En el Cuadro 14, se muestran los descriptores cuantitativos del peso de semilla seca e índice de mazorca.

En cuanto al peso de la semilla seca en promedio, destacan los clones S-21, S-25, S-20, S-16 con mayores pesos de 1.9, 1.8, 1.7, 1.6 g. mientras que los clones C-16, S-24, S-19 presentaron menor peso de semilla seca de 1, 1 y 1.1 g. respectivamente.

Referido al índice de mazorca los clones S-20, S-22, S-16, S-27, S-25, presentaron menor índice de mazorca de 13, 13, 14, 15, 15, mientras que los clones; S-24, S-19, S-17, S-26, S-23 presentaron mayor índice de mazorca de 24, 24, 23, 21, 21 respectivamente.

En el Cuadro 15, se muestra el rendimiento potencial y real de los 22 clones en estudiados.

Los clones con mejores resultados obtenidos en rendimiento potencial son: C-02, S-13, S-08, S-20, S-21 con cantidades 3, 2.7, 2.7, 2.4 y 2 kg/árbol/año respectivamente.

Los clones con mejores resultados obtenidos en rendimiento real de producción son: S-21, S-20, S-08, S-19, S-16, S-18 con cantidades de 1.8, 1.4, 1.3, 1.2, 1.0 y 1.0 kg/árbol/año respectivamente.

**Cuadro 14.** Descriptores cuantitativos del peso de semilla seca e índice de mazorca de 22 clones de cacao.

Clon	NESE	PSS	IM
	Promedio	Promedio	
S-04	40	1.5	16
S-08	45	1.4	16
S-09	39	1.4	18
S-11	40	1.4	17
S-12	46	1.3	17
S-13	43	1.5	16
S-16	45	1.6	14
S-17	38	1.2	23
S-18	40	1.2	20
S-19	38	1.1	24
S-20	46	1.7	13
S-21	44	1.2	18
S-22	40	1.9	13
S-23	41	1.2	21
S-24	41	1.0	24
S-25	37	1.8	15
S-26	38	1.3	21
S-27	45	1.5	15
S-28	39	1.4	18
C-02	37	1.4	19
C-10	41	1.5	16
C-16	49	1.0	20

NESE: Número de semillas

PSS: Peso de semilla seca

**Cuadro 15.** Evaluación de materiales genéticos de 7 años de edad: frutos sanos, enfermos, rendimiento potencial y real.

Clon	F.T.	F.T.S	F.T.E	F.C.T	F.C.S.	F.C.E.	Rendimiento potencial			Rendimiento real				
							IM	F.E y C.	kg/p	IM	F.C.T	kg/p	F.C.S	kg/p
S-04	23	20	3	14.6	14.6	0.0	16	18	1.1	16	15	0.9	15	0.9
S-08	43	28	15	22.3	21.4	0.9	16	37	2.3	16	22	1.4	21	1.3
S-09	21	12	10	3.1	2.1	1.0	18	12	0.6	18	3	0.2	2	0.1
S-11	25	7	18	6.6	3.3	3.4	17	21	1.2	17	7	0.4	3	0.2
S-12	16	6	10	6.0	3.8	2.3	17	14	0.8	17	6	0.4	4	0.2
S-13	42	13	30	11.1	8.4	2.8	16	38	2.5	16	11	0.7	8	0.5
S-16	22	15	7	15.3	13.4	1.9	14	20	1.5	14	15	1.1	13	1.0
S-17	31	23	9	15.9	15.9	0.0	23	25	1.1	23	16	0.7	16	0.7
S-18	31	22	10	21.5	19.8	1.8	20	30	1.4	20	22	1.1	20	1.0
S-19	36	31	5	28.1	27.6	0.6	24	32	1.4	24	28	1.2	28	1.2
S-20	31	19	11	19.6	17.4	2.3	13	29	2.3	13	20	1.6	17	1.4
S-21	38	33	4	30.5	29.9	0.6	18	34	1.9	18	33	1.8	32	1.8
S-22	21	14	8	13.0	12.0	1.0	13	20	1.5	13	13	1.0	12	0.9
S-23	16	14	5	10.9	10.8	0.1	21	16	0.8	21	11	0.5	11	0.5
S-24	41	20	21	21.4	16.9	4.6	24	38	1.6	24	21	0.9	17	0.7
S-25	14	8	6	5.1	4.0	1.1	15	10	0.7	15	5	0.3	4	0.3
S-26	24	15	9	9.9	9.8	0.1	21	19	0.9	21	10	0.5	10	0.5
S-27	16	11	5	8.5	8.5	0.0	15	13	0.9	15	9	0.6	9	0.6
S-28	24	12	12	6.9	6.1	0.8	18	18	1.0	18	7	0.4	6	0.3
C-02	57	22	35	23.0	17.6	5.4	19	52	2.7	19	23	1.2	18	0.9
C-10	28	8	20	11.5	5.3	6.3	16	26	1.6	16	12	0.7	5	0.3
C-16	31	16	16	14.3	10.6	3.6	20	26	1.3	20	14	0.7	11	0.5

F.T.: Frutos totales      F.T.S.: Frutos totales sanos      F.T.E.: Frutos totales enfermos      F. E y C: Frutos enfermos y cosechados

F.C.T.: Frutos cosechados totales      F.C.S.: Frutos cosechados sanos      F.C.E.: Frutos cosechados enfermos

## **V. DISCUSIÓN**

Es reconocido que las plantaciones existentes en el ámbito de Tingo María difieren en cuanto a condiciones edáficas, densidad de siembra, conducción o sistema de manejo y a material genético. Bajo este enfoque el estudio fue efectuado, evaluándose este último factor.

### **5.1. De la incidencia de enfermedades en frutos totales**

En cuanto al número de frutos totales (la suma de frutos removidos, frutos cosechados y frutos verdes que quedaron registrados en la última evaluación), se encontró diferencias altamente significativas entre los clones, como de igual manera en número de frutos sanos (Cuadro 5).

Analizando en forma conjunta el nivel de incidencia de las enfermedades que infectan a frutos de cacao según los materiales genéticos evaluados, se encontró una alta diferencia significativa entre los clones (Cuadro 7).

En el presente trabajo de investigación se encontró porcentajes bajos y altos de frutos infestados con las principales enfermedades (moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda), en algunos clones, como es el caso del clon S-21, encontrándose 12% de incidencia de enfermedad total y un alto porcentaje de 74% en el clon S-11.

Para escoba de bruja los clones más afectados son C-02 y S-13 con niveles de 43 y 52% de incidencia. En contraste, los clones S-08, S-19, S-21, S-04 con niveles de 1.2 a 4%, sobresalieron por su baja incidencia.

Para pudrición parda, los clones más afectados son: S-24, S-25 y S-08 con niveles de 27 a 29% de incidencia; un clon C-10 dio 49%. En contraste, los clones S-21, S-19, S-04, con niveles de 2.1 a 6% sobresalieron por su baja incidencia.

Para monilia, los clones más afectados son: S-12 y S-11 con niveles de 21.2 y 22.9% de incidencia, teniendo en la mayoría de los clones registros de incidencia inferiores al 20%. Respecto a ello MELGAREJO (1997), menciona que un porcentaje de infección de monilia, inferior al 23%, es un nivel adecuado para la selección de genotipos utilizables en mejoramiento. Sin embargo esto debe de estar respaldado por observaciones durante al menos tres ciclos de producción para aportar datos más confiables. ARCINIEGAS (2005), señala incidencias de monilia inferiores de 26% en genotipos que tienen como progenitores al UF-273, UF-712, EET-75, PA-169 y menciona que la baja producción de frutos enfermos es muy relevante pues muestra el potencial de la resistencia genética para reducir los daños de la moniliasis que pueden ocasionar pérdidas que oscilan entre un 16 hasta un 80% (DELGADO y SUÁREZ 1993) y en ocasiones alcanza hasta un 100% (EVANS *et al.*, 1998).

Los clones C-02(3.1%), S-08(5.6%), S-25(5.9%), S-04(6%), S-19(6.5%), S-21(6.9%), S-13(7.1%), que tienen como progenitores al ICS-95, IMC-67, U-12, U-68, con niveles de incidencia de 3.1 a 7% sobresalieron por su baja incidencia a monilia. Respecto a ello, GONZÁLES y VIDAL (1992), señalan en sus resultados de evaluaciones en campo, clones CC-262, PA-169 con niveles de 9 a 5% sobresaliendo por la baja incidencia a monilia y el clon comercial IMC-67 con 4% de incidencia. También, PÉREZ (2009), nos muestra la incidencia natural de monilia en los clones PMCT-46, EET-183, CATIE R-129, CATIE R-127 con incidencias menores al 1%. Esto no quiere decir que, el CATIE tenga los mejores clones resistentes a monilia, cabe mencionar que el comportamiento de los clones de cacao puede variar en diferentes condiciones ambientales (SORIA, 1966), y suelo de cada país. Puede que los mejores clones resistentes del CATIE no presenten buenos resultados en el Perú o viceversa.

Las diferencias de incidencia de las enfermedades es debido a que existe una alta variabilidad genética en cuanto al comportamiento de los clones a las principales enfermedades, encontrándose todos los clones en la misma condición de suelo, sombra, densidad de siembra y sistema de manejo en cuanto a remoción de frutos cada 15 días y podas fitosanitarias. De igual manera todos los clones estuvieron bajo las mismas condiciones climáticas, teniendo valores altos de precipitación y humedad relativa en los meses de febrero - marzo y agosto del 2013, incrementando así, los niveles de infección de las enfermedades (Cuadro 2).

## **5.2. De la incidencia de escoba de bruja en brotes**

Analizando en forma conjunta en el número de escobas vegetativas por árbol según los materiales genéticos evaluados, se encontró altas diferencias entre los clones.

En cuanto al número de brotes infectados, los más afectados son: S-11, S-09 con cantidades de 75 y 68 brotes promedios por árbol. Mientras que los clones S-21, S-18, S-19, S-16, S-22, S-08, C-10, S-26 presentan menor cantidad de brotes infectados entre 3 y 16 (Figura 9).

ALARCÓN (1990), muestra datos del material vegetativo infectado de una parcela híbrida que realizó tres remociones al año, presentando valores de 21 brotes infectados promedio por árbol.

Esto muestra la resistencia genética existente ante escoba de bruja en ciertos clones evaluados en el presente trabajo.

### **5.3. De la incidencia de escoba de bruja en cojines florales**

Analizando en forma conjunta el número de cojines infectados por árbol según los materiales genéticos evaluado, se encontró una alta diferencia significativa entre los clones.

En cuanto al número de cojines infectados, los más afectados son: C-16, con cantidades de 44 cojines, mientras que 13 clones presentaron menor cantidad de cojines infectados que oscilan entre 0 y 8 cojines respectivamente (Figura 12)

De igual manera, ALARCÓN (1990), muestra datos de una parcela híbrida que realizó tres remociones al año de cojines infectados, presentando valores de 8 cojines infectados promedio por árbol.

Esto muestra la resistencia genética existente ante escoba de bruja en ciertos clones evaluados en el presente trabajo.

#### **5.4. De la estimación del índice de mazorca (IM)**

Con respecto al índice de mazorca se ha reportado que valores bajos son deseables en las variedades de cacao. Los clones S-20, S-22, S-16, S-27, S-25, presentan un menor índice de mazorca de 13, 13, 14, 15, 15, respectivamente, que son (IM) menores que el CCN-51 que tiene 16 y que están muy cercanos al valor ideal lo cual ameritaría tomarlos en cuenta para propósitos de selección.

CASTILLO (2011), muestra resultados anteriores de años atrás, de algunos de los mismos clones evaluados como; S-03, S-13, S-20, S-25, S-27, que poseen un IM, de 13, 13, 14, 14 y 14. Teniendo entre los clones S-20, S-25, S-27, diferencias mínimas de un valor. En cuanto al clon S-03, no fue evaluado y el S-13, existe una diferencia de 3 en cuanto al IM. Estas diferencias de índice de mazorca probablemente estuvieron influenciadas por el nivel de fertilización, manejo agronómico, edad de la planta, los que inciden en el desarrollo y tamaño del fruto.

De acuerdo con SORIA (1966), el índice de fruto está influenciado por factores genéticos, ambientales y la edad de la planta.

Un bajo IM resulta de un buen número de semillas y buen tamaño (peso) de las mismas. Mientras más bajo sea el IM, la variedad tendrá mayor potencial productivo (GARCÍA, 2000).

WOOD (1982), ha señalado que un bajo índice de mazorca es deseable puesto que esta normalmente asociado con tamaño grande de la semilla y es un indicador de un buen potencial de rendimiento. En cambio si este fuese alto conllevaría a un aumento en el número de hora/hombre necesario para transportar y quebrar las mazorcas (GARCÍA *et al.*, 2011).

Si el índice de mazorca lo evaluamos conjuntamente con el número de mazorcas por árbol, se tendrá un dato muy útil para el fitomejorador de cacao (PEREIRA, *et al.*, 1987).

#### **5.5. De la producción por clones**

Los clones con mejores resultados obtenidos en rendimiento potencial son: C-02, S-13, S-08, S-20, S-21 con cantidades de 3, 2.7, 2.7, 2.4, 2 kg/árbol/año, las cuales se encuentran entre una productividad por árbol muy alta y alta. Los clones con mejores resultados obtenidos en rendimiento real de producción son: S-21, S-20, S-08, S-19 con cantidades de 1.8, 1.4, 1.3 y 1.2 kg/árbol/año. Las cuales se encuentran entre una productividad por árbol alta y media, como lo muestra GARCÍA *et al.*, (2011) (Cuadro 1).

## VI. CONCLUSIONES

1. Los clones C-02, S-25, S-08, S-04 muestran los más bajos porcentajes de incidencia de monilia con valores de 3 a 5.9% no diferenciándose estadísticamente de los clones S-19, S-13, S-21, C-16, S-17, S-16, S-23, S-09, S-28, S-20, S-22, S-18, S-26, S-27, S-10, S-24, que mostraron valores de 6.4 a 17.1% pero sí de los clones S-12 y S-11 que mostraron valores altos de 20.8 y 23% respectivamente.
2. Los clones S-08, S-19, S-21, S-04, muestran los más bajos porcentajes de incidencia de escoba de bruja con valores de 1.2 a 3.7% no diferenciándose estadísticamente de los clones S-27, S-17, S-23, S-22, S-26, S-18, S-24, S-16, S-25, S-20, S-10 que mostraron valores de 4.8 a 11.2%, pero sí de los demás clones que mostraron valores altos de 19.7 a 50%. El clon S-23, si bien tuvo menor productividad, sí mostró menor incidencia a nivel de cojines florales de 4.3% y mazorcas de 7.6% con relación a los clones anteriores.
3. El clon S-21, muestra el más bajo porcentaje de incidencia de pudrición parda con valor de 2% no diferenciándose estadísticamente de los clones S-19, S-04, S-27, S-13, S-18, S-23, C-16, S-17, S-16, C-02, S-09, S-26, S-22, S-12, S-20 que mostraron valores de 3.6 a 18.4%, pero sí de los demás clones que mostraron valores de 20.4 a 44.8%.

4. Los valores de índice de mazorca (IM) para los 22 clones oscilaron entre 13 y 24; siendo los clones S-20, S-22, S-16, S-27, S-25, los que presentan un menor índice de mazorca de 13, 13, 14, 15, 15 ,respectivamente.
5. La mayor producción real fue alcanzado por el clon S-21, que presenta una productividad alta de 1.8 kg/árbol/año y los clones S-20, S-08, S-19 una productividad media de 1.4, 1.3 y 1.2 kg/árbol/año.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones afines, para complementar la información de algunos clones de la selección "S" y la colección "C" que no fueron incluidos en la investigación.
2. Continuar con el registro de información durante un periodo de 3 años, cuando la producción ya se encuentra estabilizada, con el fin de observar la evolución en las variables de producción evaluadas.
3. Realizar estudios de autocompatibilidad en los clones promisorios, mediante polinizaciones artificiales, para definir el arreglo de siembra en campo.
4. Realizar estudios genéticos a nivel cromosómico, para identificar los genes que proporcionan a la planta el grado de resistencia y productividad.
5. Realizar pruebas de inoculación artificial, lo que ayudará a corroborar la pre selección de genotipos que se han realizado por incidencia natural.
6. Realizar investigaciones con los clones estudiados, bajo otras condiciones ambientales y edafoclimáticas.

## VIII. RESUMEN

Para evaluar la incidencia de las enfermedades en frutos de cacao y la productividad en diferentes clones, la investigación fue conducida en plantaciones establecidas de 7 años de edad, que pertenecen a un ensayo de campo del proyecto CFC/ICCO/BIOVERSITY (2004 - 2009), establecido en abril 2006, sembrados a un distanciamiento de 3 x 3 m en la Ex Estación Experimental Agronómica Tulumayo, ubicada al margen derecho del río Huallaga en el centro poblado de Santa Lucía, distrito de Juan José Crespo y Castillo, (Aucayacu). Los parámetros evaluados fueron nivel de incidencia de enfermedades en frutos, en yemas vegetativas, en cojines florales y evaluación del índice de mazorca para estimar la productividad. Los resultados obtenidos nos indican diferencias altamente significativas entre las incidencias de las enfermedades en frutos y también se observan diferencias notorias en la productividad de los clones.

Los clones C-02, S-25, S-08, S-04 muestran los más bajos porcentajes de incidencia de monilia con valores de 3 a 5.9% no diferenciándose estadísticamente de los clones S-19, S-13, S-21, C-16, S-17, S-16, S-23, S-09, S-28, S-20, S-22, S-18, S-26, S-27, S-10, S-24, que mostraron valores de 6.4 a 17.1% pero sí de los clones. Los clones S-08, S-19, S-21, S-04, muestran los más bajos porcentajes de incidencia de escoba de bruja con valores de 1.2 a 3.7% no diferenciándose estadísticamente de los clones S-27, S-17, S-23, S-22, S-26, S-18, S-24, S-16, S-25, S-20, S-10 que mostraron valores de 4.8 a 11.2%. El clon

S-23, si bien tuvo menor productividad, sí mostró menor incidencia a nivel de cojines florales de 4.3% y mazorcas de 7.6% con relación a los clones anteriores. El clon S-21, muestra el más bajo porcentaje de incidencia de pudrición parda con valor de 2% no diferenciándose estadísticamente de los clones S-19, S-04, S-27, S-13, S-18, S-23, C-16, S-17, S-16, C-02, S-09, S-26, S-22, S-12, S-20 que mostraron valores de 3.6 a 18.4%, pero sí de los demás clones. Los clones S-20, S-22, S-16, S-27, S-25, presentaron un menor índice de mazorca de 13, 13, 14, 15, 15, respectivamente y la mayor producción real fue alcanzado por el clon S-21, que presenta una productividad alta de 1.8 kg/árbol/año y los clones S-20, S-08, S-19 una productividad media de 1.4, 1.3 y 1.2 kg/árbol/año.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. AIME, M. y W. PHILLIPS-MORA. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97: 1012-1022.
2. ALARCÓN, N.G. 1990, Evaluación de épocas de remoción de material afectado por escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer) en cacao como alternativa de control en Tingo María. Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. Pp. 78 – 81.
3. ARCINIEGAS, L.A.M. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 126 p.
4. ARCINIEGAS, A. y PHILLIPS, M.W. 2006. Caracterización de genotipos superiores de cacao seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE por su rendimiento y/o resistencia a moniliasis. *In* 15 International Cocoa Research Conference: proceedingsactes. San Jose, Costa Rica. COPAL. (Volumen I). Pp. 21-25
5. ARÉVALO, G. 2004. Estudio de la moniliasis del cacao causado por *Moniliophthora roreri* (Cif. y Par.) Evans *et al.*, en la selva del norte del

Perú, Tesis M. Sc. Escuela de graduados de la Universidad Nacional Agraria de La Molina. Lima, Perú. 93 p.

6. ARGUELLO, O. 2000. Manejo integrado de la monilia en cacao (*Theobroma cacao* L.) en Santander. En: Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Corpoica. Regional Siete. Bucaramanga, Colombia. 98 p.
7. BAKER, RE.D. and HOLLIDAY, P. 1957. Witches broom disease of cocoa (*Marasmius perniciosus Stahel*). Phytopathological peper, No.2, 42p.
8. BEKELE, F. y BUTTLER, D.R. 2000. Proposed short list cocoa descriptors for characterization. In Eskes, A.B. Engels, J.M.M.; Lass, R.A. eds. Working procedures for cocoa germplasm evaluation and selection (Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI project Workshop 1 – 6 February 1988 – Montpellier, France). Rome, Italy. IPGRI. p 41-48.
9. BENITO, S.J.A. 1992. Tecnificación del cacao en la selva alta peruana. (FUNDEAGRO). Lima, Perú. 156 p.
10. BRAUDEAU, J. 1970. El cacao. Colección Agricultura Tropical. Editorial Blume, Barcelona, España. 304 p.
11. BRENES, O. 1983. Evaluación de la resistencia a *Monilia rozeri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao. Tesis M Sc. UCR-CATIE. Turrialba, Costa Rica. 60 p.

12. CABI. 2007. Crop protection compendium. Global module 7nd. Edition CAB International. UNK. 278 p.
13. CALZADA, B.J. 1982. Métodos estadísticos. 3ra. Ed. Lima, Perú. 640 p.
14. CASTILLO, Z. 2011. Caracterización morfo-agronómica de 28 clones de cacao (*Teobroma cacao* L.) en la ex estación experimental Tulumayo, en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 61 p.
15. DAVIES, P. 1986. Sistemas alternativos de producción para cacao en la zona norte de colonización: un análisis económico explicatorio. CIAT. 143 p.
16. DELGADO, J.C. y SUÁREZ, C. 1993. Moniliasis del cacao. FUNDAGRO-INIAP. (Documento técnico 10). 18 p.
17. EBERT, A.W.; ASTORGA, C.; EBERT, ICM.; MORA, A. y UMAÑA, C. 2007. Asegurando nuestro futuro – colecciones de germoplasma del CATIE. Boletín. Turrialba, Costa Rica. 120 p.
18. EDICIO, K.G. 1998. Fotosíntesis: un enfoque fisicoquímico Madrid: McGraw-Hill/Interamericana. Barcelona, España. 302 p
19. ENRÍQUEZ, G.A. 2004. Cacao orgánico: Guía para productores ecuatorianos. Quito, Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (Manual 54). 360 p.

20. EVANS, H.C.; KRAUSS, U.; RÍOS, R.R.; ACOSTA, Z.T. y ARÉVALO, G.E. 1998. Cocoa in Perú. Cocoa Growers' Bulletin. Junio de 1998. Boletín 51 p.
21. EVANS, H.C. 1981. Pod rot of cocoa caused by *Moniliophthora (Monilia) roreri*. Kew, Surrey, England. CMI. Phytopathological Paper 24. 44 p.
22. FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA. 2011. Informe técnico. Programa de cacao y agroforestería. Honduras. Pág. 26.
23. GARCÍA, L. 2000. Recursos genéticos y mejoramiento de cultivo de cacao, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 16 p.
24. GARCÍA, L.F.C.; GUARDA S.D.; CHAVEZ, J.M.; RÍOS, RR. and CHIA, W.J 2011. Farmer participatory and on-station selection activities carried out at Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. 102-108 p. In Eskes AB, editor Collaborative and Participatory Approaches to Cocoa Variety Improvement. Final report of the CFC/ICCO/Bioversity project on "Cocoa Productivity and Quality Improvement: a Participatory. 123 p.
25. GONZALES, L.C. y VIDAL, V.E. 1992. Evaluación de la reacción a moniliasis en clones e híbridos de cacao en Rio Frio. Costa Rica. Agronomía Costarricense. 22 p.
26. GREGORY, P. 1972. Cocoa: the importance of black pod disease. Journal of the Agricultural Society of Trinidad y Tobago. 72(2): 155-160.

27. HERNÁNDEZ, T.A. 1991. Cacao: Sistema de producción en la Amazonía peruana. Tingo María, Perú. 70 p.
28. IPGRI. 2000. (International Plant Genetic Resources Institute, FR). Working procedures for cocoa germoplasm evaluation and selection. Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI project Workshop 1998 Montpellier, FR. Ed. Eskes, AB; Engels, JMM; Lass, RA .176 p.
29. LAIMER, M. 2006. Virus resistance breeding in fruit trees. In: Transgenesis recent developments. Springer. Berlin, Germany. Pp 181-199.
30. LEÓN, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. IICA. San José, Costa Rica. Pp. 375-384.
31. MARIN, H. 2000. Manejo integrado de enfermedades en cacao. In: El cultivo de cacao en la Amazonía peruana. INIA. Lima, Perú. 51-81p.
32. MEDEIROS, A.G. 1974. Novosconceitos sobre a podridão parda do cacau. Cacau Atualidades (Brasil) 11: 20-26.
33. MELGAREJO, T.A. 1997, Selección de genotipos de cacao con niveles de resistencia a *Moniliophthora roreri* (Cif y Par.) Evans, *et. al.*, en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. Pp. 51 - 52
34. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2000. El cultivo de cacao en la Amazonía peruana. Perú. 105 p.

35. MOTAMAYOR, J.; RISTERUCCI, A.; LÓPEZ, P.; ORTIZ, C.; MORENO, A. y LANAUD, C. 2002. Cacao domestication In: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity* 89:380-386.
36. NIEMENAK, N.; ROHSIUS, C.; ELWERS, S.; NDOUMOU, D.O. y LIEBERERI, R. 2006. Comparative study of different cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in terms of their phenolics and anthocyanins contents (en línea). *Journal of Food Composition and Analysis* 19 (6 – 7): 612-619.
37. OPEKE, L. y GORENZ, A. 1974. Phytophthora pod rot: symptoms and economic importance. In Gregory, PH (ed.). *Phytophthora disease of cocoa*. Longman, Londres, Reino Unido. Pp. 117-139
38. PARRA, D. y SÁNCHEZ L. 2005. El control de la moniliasis en el cacao. *INIA – Divulga* 6:23-26.
39. PAULIN, D.; DUCAMP, M. y LACHENAUD, P. 2008. New sources of resistance to *Phytophthora megakarya* identified in wild cocoa tree populations of French Guiana (en línea). *Crop Protection* 27: 1143-1147. Consultado 1 Oct. 2008.
40. PEREIRA, M.; CARLETO, G. y TEXTEIRA DE CASTRO, G. 1987. Variabilidade genética dos características do fruto e semente en (*Theobroma cacao* L.) clones SIC e SIAL *Theobroma*. *Brasil* 17 (4) 215 – 218.

41. PÉREZ, Z. 2009. Evaluación y caracterización de selecciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) del programa de mejoramiento del CATIE. Tesis M.Sc. Escuela de Posgrado del CATIE. Turrialba, Costa Rica. 131 p.
42. PHILLIPS-MORA, W. 2003. Origin, biogeography, genetic diversity and taxonomic affinities of the cacao fungus *Moniliophthora roreri* as determined using molecular, phytopathological and morpho-physiological evidence. Doctoral Thesis, University of Reading, Reading, UK. 213 p.
43. PHILLIPS-MORA, W. 2004. La moniliasis del cacao: una seria amenaza para el cacao en México. *In*: Memoria del Simposio Nacional de Manejo Fitosanitario de Cultivos Tropicales. Tabasco, México. 170 p.
44. PROAMAZONÍA. 2004. Manual del cultivo del cacao. [En línea.]: ([http://www.radiomaranon.org.pe/redmaranon/archivos/cacao\\_manual\\_cultivo.pdf](http://www.radiomaranon.org.pe/redmaranon/archivos/cacao_manual_cultivo.pdf), consultado 05 de junio de 2011).
45. PURDY, L.H, y SCHMIDT, R.A. 1996. Status of cacao witches' broom: biology, epidemiology, and management. *Annual Review of Phytopathology*. V. 34. Pp. 573-594.
46. PURDY, L.H.; SCHMIDT, R.A. and GRAMACHO, K.P. 1998. Diseases of Cacao (*Theobroma cacao* L.). Visto en: <http://www.apsnet.org/publications/commonnames/Pages/Cacao.aspx>, consultado 29 mayo 2014).

47. QUINGAÍSA, E. 2007. Estudio de caso: Denominación de origen "Cacao Arriba": Informe de Consultoría realizada para la FAO y el IICA en el marco del estudio conjunto sobre los productos de calidad vinculada al origen. Quito, Ecuador. Pp. 70.
48. RAMÍREZ, M.L.G. 1987. Herencia de ciertos caracteres de la mazorca y del árbol de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 82 p.
49. RESENDE, M.; GUTEMBERG, B.; SILVA, L.; NIELLA, G.; CARVALHO, G.; SANTIAGO, D. y BEZERRA, J., 2000. *Crinipellis pernicioso* proveniente de um novo hospedeiro, *Heteropteys acutifolia*, e patogénico ao *T. cacao*. *Fitopatologia Brasileira*, 25: 88-91.
50. RODRÍGUEZ, R.G. 1983. Herencia de la reacción del cacao (*Theobroma cacao* L.) a la pudrición de la mazorca causada por *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. Tesis M.Sc. UCR-CATIE. Turrialba, Costa Rica. 79 p.
51. SÁNCHEZ, A. 1983. Cultivos de plantación. Manuales para la producción agropecuaria, área producción vegetal. Editorial Trillas, S.A. Segunda Reimpresión MX. Pp. 11 – 24.
52. SÁNCHEZ, J.A. 1982. Reacción de cultivares de cacao a la inoculación artificial de *Monilia roreri*. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. 124 p.

53. SOBERANIS, G.A. 1999, Remoción de frutos enfermos para el control de moniliasis y otras enfermedades del cacao en Tingo María. Tesis ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 130 p.
54. SORIA, V.J. 1966. Obtención de clones de cacao por el método de índices de selección. Turrialba (IICA) 16(2): 119-124.
55. SUÁREZ, C. 2006. Escoba de bruja: la experiencia de Ecuador. Taller Regional Andino de Aplicación Tecnológica en el Cultivo de Cacao. Quevedo, Ecuador. 30-31 p.
56. TOVAR, G. 1991. La escoba de bruja del cacao (*Crinipellis perniciosa* (Stahel Singer)): Descripción de síntomas de la enfermedad. Agronomía Colombia, V. 8, No 1: Pp. 227-239.
57. UNCTAD, 2006. Informes de mercados sobre los productos básicos. [En línea] ([www.unctad.org/infocomm/espagnol/cacao/mercado.htm](http://www.unctad.org/infocomm/espagnol/cacao/mercado.htm). consultado 19 junio 2006).
58. WOOD, G.A.R. 1982. Cacao. Trad. Ambrosio, A.M. Compañía Editorial Continental S.A de C.V. Ed. en Español de la 3 ed. México. 496 p.

## **X. ANEXO**















FICHA DE EVALUACION EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES DE LA SELECCIÓN DE CLONES HIBRIDOS DE CACAO (ETT)

TRATAMIENTO: S-21

Fecha de evaluación 02 Mayo 2013

N° Planta	Frutos no cosechables						Frutos cosechables					
	T_Frutos	T_F_San	T_F_Enf	F_E_Moni	F_E_Esc	F_E.Phy	T_F_Cos	TF-Cos_San	TF_Cos_Enf	FCEnf_Monil	FCEnf_Esc	FCEnf_Phy
P1	10	10										
P2	1	1										
P3	5	5										
P4	8	8										
P5	8	8										
P6	1	1										
P7	2	2										
P8	2	2					1	1				
P9	2	2					1	1				
P10	3	3										

TRATAMIENTO: S-21

Fecha de evaluación 17 Mayo 2013

P1	7	7					2	2				
P2	1	1										
P3	12	12										
P4	8	8					1	1				
P5	7	7					1	1				
P6	4	4										
P7	4	4										
P8	2	2										
P9	3	3										
P10	3	3					1	1				



FICHA DE EVALUACION EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES DE LA SELECCIÓN DE CLONES HIBRIDOS DE CACAO (ETT)

TRATAMIENTO: S-21

Fecha de evaluación 02 Julio 2013

N° Planta	Frutos no cosechables						Frutos cosechables					
	T_Frutos	T_F_San	T_F_Enf	F_E_Moni	F_E_Esc	F_E.Phy	T_F_Cos	TF-Cos_San	TF_Cos_Enf	FCEnf_Monil	FCEnf_Esc	FCEnf_Phy
P1	8	8					1	1				
P2	4	4										
P3	10	9	1			1	1	0	1	1		
P4	8	8					2	2				
P5	5	5					2	2				
P6	6	4	2			2	1	1				
P7	5	5										
P8	2	2					1	1				
P9	1	1					1	1				
P10	4	4					1	1				

TRATAMIENTO: S-21

Fecha de evaluación 17 Julio 2013

P1	7	7					4	4				
P2	7	7										
P3	10	9	1			1	1	1				
P4	9	9					1	1				
P5	4	4										
P6	7	6	1	1								
P7	4	4					1	1				
P8	2	2										
P9	1	1					1	1				
P10	4	4					1	1				

FICHA DE EVALUACION EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES DE LA SELECCIÓN DE CLONES HIBRIDOS DE CACAO (ETT)

TRATAMIENTO: S-21

Fecha de evaluación 01 Agosto 2013

N° Planta	Frutos no cosechables						Frutos cosechables					
	T_Frutos	T_F_San	T_F_Enf	F_E_Moni	F_E_Esc	F_E.Phy	T_F_Cos	TF-Cos_San	TF_Cos_Enf	FCenf_Monil	FCenf_Esc	FCenf_Phy
P1	4	3	1			1	3	3				
P2	6	6										
P3	9	8	1			1	2	2				
P4	9	9										
P5	1	1					2	2				
P6	8	8										
P7	4	4										
P8	4	3	1		1							
P9	1	1					1	1				
P10	3	2	1				2	2				

TRATAMIENTO: S-21

Fecha de evaluación 17 Agosto 2013

P1	2	2										
P2	6	6										
P3	6	6					3	3				
P4	8	8					1	1				
P5	1	1										
P6	7	7					1	1				
P7	2	2					3	3				
P8	3	3					2	0	2	1		1
P9	0	0					1	1				
P10	2	2					1	0	1	1		







**Cuadro 18.** Ejemplo de los resultados promedios por árbol de cada clon.

FRUTOS TOTALES																						
Planta	S-4	S-8	S-9	S-11	S-12	S-13	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26	S-27	S-28	C-2	C-10	C-16
P1	22	56	32	13	23	56	12	37	44	34	23	48	20	13	42	29	20	12	41	67	44	27
P2	19	30	24	23	26	44	29	24	18	21	35	52	32	17	69	12	33	15	15	54	52	37
P3	23	41	39	32	16	31	39	31	35	31	30	39	23	27	43	14	18	11	22	72	40	24
P4	11	48	18	25	12	33	28	24	29	26	25	40	8	13	45	4	30	12	35	45	8	38
P5	17	30	19	26	13	29	14	32	50	72	53	37	25	12	34	18	20	22	21	38	9	25
P6	14	59	12	35	12	29	21	36	32	28	29	33	9	16	25	9	23	20	16	59	13	32
P7	53	49	9	25	10	61	13	13	25	38	18	37	26	15	29	13	22	12	15	74	39	32
P8	27	32	18	17	13	54	22	53	18	35	31	18	25	17	40	10	26	20	23	48	18	33
Total	186	345	171	196	125	337	178	250	251	285	244	300	168	130	327	109	192	124	188	457	223	248
Promedio	23.3	43.1	21.4	24.5	15.6	42.1	22.3	31.3	31.4	35.6	30.5	37.5	21.0	16.3	40.9	13.6	24.0	15.5	23.5	57.1	27.9	31.0

FRUTOS SANOS																						
Planta	S-4	S-8	S-9	S-11	S-12	S-13	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26	S-27	S-28	C-2	C-10	C-16
P1	19	38	18	9	3	21	8	25	27	28	12	43	12	11	21	15	12	8	20	26	15	15
P2	18	16	10	3	12	9	19	16	10	19	21	47	20	21	29	10	18	7	8	22	12	18
P3	18	25	21	9	6	15	25	24	23	23	20	33	16	22	23	6	11	6	10	26	15	8
P4	10	32	17	4	7	14	24	13	19	22	18	36	5	12	19	3	14	11	25	18	1	15
P5	14	13	10	12	6	10	11	25	35	66	37	30	16	11	15	13	16	15	8	16	3	20
P6	14	43	2	6	6	11	11	27	22	22	17	29	7	10	13	2	17	16	4	19	3	12
P7	45	29	5	5	4	14	10	11	20	37	11	34	16	12	17	5	14	8	9	24	8	13
P8	21	26	10	4	3	6	15	40	17	31	17	17	16	15	20	8	16	14	9	28	4	23
Total	159	222	93	52	47	100	123	181	173	248	153	265	108	114	157	62	118	85	93	179	61	124
Promedio	19.9	27.8	11.6	6.5	5.9	12.5	15.4	22.6	21.6	31.0	19.1	33.1	13.5	14.3	19.6	7.8	14.8	10.6	11.6	22.4	7.6	15.5

FRUTOS ENFERMOS

Planta	S-4	S-8	S-9	S-11	S-12	S-13	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26	S-27	S-28	C-2	C-10	C-16
P1	3	18	14	4	20	35	4	12	17	6	11	5	8	6	21	14	8	4	21	41	29	12
P2	1	14	14	20	14	35	10	8	8	2	14	5	12	3	40	2	15	8	7	32	40	19
P3	5	16	18	23	10	16	14	7	12	8	10	6	7	7	20	8	7	5	12	46	25	16
P4	1	16	1	21	5	19	4	11	10	4	7	4	3	3	26	1	16	1	10	27	7	23
P5	3	17	9	14	7	19	3	7	15	6	16	7	9	7	19	5	4	7	13	22	6	5
P6	0	16	10	29	6	18	10	9	10	6	12	4	2	11	12	7	6	4	12	40	10	20
P7	8	20	4	20	6	47	3	2	5	1	7	3	10	3	12	8	8	4	6	50	31	19
P8	6	6	8	13	10	48	7	13	1	5	14	1	9	2	21	2	10	6	14	20	14	10
Total	27	123	78	144	78	237	55	69	78	38	91	35	60	42	171	47	74	39	95	278	162	124
Promedio	3.4	15.4	9.8	18.0	9.8	29.6	6.9	8.6	9.8	4.8	11.4	4.4	7.5	5.3	21.4	5.9	9.3	4.9	11.9	34.8	20.3	15.5

FRUTOS CON MONILIA

Planta	S-4	S-8	S-9	S-11	S-12	S-13	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26	S-27	S-28	C-2	C-10	C-16
P1	1	4	3	1	5	5	0	6	9	3	2	3	0	3	5	1	6	2	1	3	5	3
P2	0	2	3	7	4	3	3	1	3	1	3	5	3	1	14	0	5	4	2	3	10	2
P3	4	4	0	9	3	2	6	7	5	7	3	3	3	3	5	1	2	0	3	3	7	1
P4	0	1	1	13	1	2	2	4	1	2	3	2	1	0	7	0	3	0	3	0	0	3
P5	0	1	3	7	5	1	0	2	9	3	6	2	5	1	8	2	3	5	3	1	2	0
P6	0	2	3	3	2	1	3	1	2	0	1	2	0	2	7	1	1	3	4	0	4	2
P7	4	5	0	3	3	4	0	0	1	0	4	3	4	1	3	1	3	3	0	2	5	3
P8	2	0	1	2	3	6	2	0	0	2	1	0	3	1	7	0	2	3	0	1	4	3
Total	11	19	14	45	26	24	16	21	30	18	23	20	19	12	56	6	25	20	16	13	37	17
Promedio	1.4	2.4	1.8	5.6	3.3	3.0	2.0	2.6	3.8	2.3	2.9	2.5	2.4	1.5	7.0	0.8	3.1	2.5	2.0	1.6	4.6	2.1

FRUTOS CON ESCOBA

Planta	S-4	S-8	S-9	S-11	S-12	S-13	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26	S-27	S-28	C-2	C-10	C-16
P1	1	1	8	2	6	18	1	1	6	0	3	1	1	1	1	3	0	2	10	29	3	6
P2	0	0	5	8	8	25	1	1	3	1	4	0	3	0	4	0	3	2	4	21	9	13
P3	0	0	4	3	2	10	8	0	3	1	5	2	2	2	2	4	1	0	4	39	3	11
P4	0	0	0	4	3	16	0	0	2	2	1	0	1	1	6	0	2	1	2	14	3	17
P5	0	3	3	3	1	14	2	0	2	1	7	5	3	5	5	1	0	1	2	15	1	5
P6	0	0	3	16	4	12	1	3	2	0	2	0	0	1	3	0	4	0	5	26	0	14
P7	3	0	3	15	3	40	1	2	3	1	0	0	3	2	4	0	0	0	1	43	6	3
P8	3	0	7	8	2	40	2	8	0	1	1	1	0	0	4	2	6	0	9	12	0	5
total	7	4	33	59	29	175	16	15	21	7	23	9	13	12	29	10	16	6	37	199	25	74
promedio	0.9	0.5	4.1	7.4	3.6	21.9	2.0	1.9	2.6	0.9	2.9	1.1	1.6	1.5	3.6	1.3	2.0	0.8	4.6	24.9	3.1	9.3

FRUTOS CON PUDRICION PARDA

Planta	S-4	S-8	S-9	S-11	S-12	S-13	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26	S-27	S-28	C-2	C-10	C-16
P1	1	13	3	1	9	12	3	5	2	3	6	1	7	2	15	10	2	0	10	9	21	3
P2	1	12	6	5	2	7	6	6	2	0	7	0	6	2	22	2	7	2	1	8	21	4
P3	1	12	14	11	5	4	0	0	4	0	2	1	2	2	13	3	4	5	5	4	15	4
P4	1	15	0	4	1	1	2	7	7	0	3	2	1	2	13	1	11	0	5	13	4	3
P5	3	13	3	4	1	4	1	5	4	2	3	0	1	1	6	2	1	1	8	6	3	0
P6	0	14	4	10	0	5	6	5	6	6	9	2	2	8	2	6	1	1	3	14	6	4
P7	1	15	1	2	0	3	2	0	1	0	3	0	3	0	5	7	5	1	5	5	20	13
P8	1	6	0	3	5	2	3	5	1	2	12	0	6	1	11	0	2	3	5	7	10	2
Total	9	100	31	40	23	38	23	33	27	13	45	6	28	18	87	31	33	13	42	66	100	33
Promedio	1.1	12.5	3.9	5.0	2.9	4.8	2.9	4.1	3.4	1.6	5.6	0.8	3.5	2.3	10.9	3.9	4.1	1.6	5.3	8.3	12.5	4.1

**Cuadro 19.** Números de las plantas que presentaban estados no adecuados en producción para ser evaluados

Clones	S-4	S-8	S-9	S-11	S-12	S-13	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26	S-27	S-28	C-2	C-10	C-16
Número	5	1	8	6	5	3	5	1	5	1	2	1	4	4	3	1	4	7	1	6	3	6
de planta	8	9	9	7	9	10	7	9	10	5	10	9	9	10	6	8	7	9	10	7	7	7

**Anexo 1.**

**Cuadro 20.** Análisis de variancia en la evaluación de frutos totales.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	F tab (0.05)	F tab (0.01)	Sig.
Tratamiento	21	152.83	7.28	5.62	1.59	1.91	AS
Error experimental	154	199.60	1.30				
Total	175	352.43					

C.V 21.89%

(Datos transformados con la  $\sqrt{(x+1)}$ ).

(CV: Coeficiente de variabilidad; AS: Significación altamente estadística al 1% de probabilidad).

**Cuadro 21.** Análisis de variancia en la evaluación de frutos sanos.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	F tab (0.05)	F tab (0.01)	Sig.
Tratamiento	21	126.34	6.02	6.93	1.59	1.91	AS
Error experimental	154	133.72	0.87				
Total	175	260.06	0.00				

C.V 23.50%

(Datos transformados con la  $\sqrt{(x+1)}$ ).

(CV: Coeficiente de variabilidad; AS: Significación altamente estadística al 1% de probabilidad).

**Cuadro 22.** Análisis de variancia en la evaluación de frutos enfermos.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	F tab (0.05)	F tab (0.01)	Sig.
Tratamiento	21	179.95	8.57	11.58	1.59	1.91	AS
Error experimental	154	114.00	0.74				
Total	175	293.95					

C.V 25.56%

(Datos transformados con la  $\sqrt{(x+1)}$ ).

(CV: Coeficiente de variabilidad; AS: Significación altamente estadística al 1% de probabilidad).

**Cuadro 23.** Análisis de variancia en la evaluación de frutos con moniliasis.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	F tab (0.05)	F tab (0.01)	Sig.
Tratamiento	21	16.47	0.78	2.56	1.59	1.91	AS
Error experimental	154	47.10	0.31				
Total	175	63.57					

C.V 30.22%

(Datos transformados con la  $\sqrt{(x+1)}$ ).

(CV: Coeficiente de variabilidad; AS: Significación altamente estadística al 1% de probabilidad).

**Cuadro 24.** Análisis de variancia en la evaluación de frutos con escoba de bruja.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	F tab (0.05)	F tab (0.01)	Sig.
Tratamiento	21	172.69	8.22	18.94	1.59	1.91	AS
Error experimental	154	66.86	0.43				
Total	175	239.55					

C.V 31.95%

(Datos transformados con la  $\sqrt{(x+1)}$ ).

(CV: Coeficiente de variabilidad; AS: Significación altamente estadística al 1% de probabilidad).

**Cuadro 25.** Análisis de variancia en la evaluación frutos con pudrición parda.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	F tab (0.05)	F tab (0.01)	Sig.
Tratamiento	21	67.36	3.21	6.33	1.59	1.91	AS
Error experimental	154	77.98	0.51				
Total	175	145.34					

C.V 32.31  
%

(Datos transformados con la  $\sqrt{(x+1)}$ ).

(CV: Coeficiente de variabilidad; AS: Significación altamente estadística al 1% de probabilidad).

**Cuadro 26.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la evaluación de frutos totales.

Tratamientos		Comparación de medias		
Clon	Promedio *	Promedio	Significación	
C-2	57.13	7.58	a	
S-08	43.13	6.59	a b	
S-13	42.13	6.50	a b c	
S-21	37.50	6.13	a b c d	
S-24	35.88	5.73	a b c d e	
C-16	31.38	5.64	a b c d e	
S-18	31.25	5.61	a b c d e	
S-17	31.25	5.59	a b c d e	
S-20	31.00	5.55	a b c d e	
S-19	30.50	5.33	b c d e	
C-10	27.88	5.12	b c d e	
S-11	25.00	5.00	b c d e	
S-26	24.00	4.98	b c d e	
S-28	23.50	4.87	b c d e	
S-04	23.25	4.80	b c d e	
S-09	21.38	4.63	b c d e	
S-22	21.00	4.60	b c d e	
S-16	19.50	4.26	d e	
S-23	16.25	4.12	d e	
S-27	15.63	4.03	d e	
S-12	15.50	4.03	d e	
S-25	13.63	3.72	e	

(Datos transformados con la  $\sqrt{(x+1)}$ ).

(Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística).

(\*): Datos reales

**Cuadro 27.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la evaluación de frutos sanos.

Tratamientos		Comparación de medias	
Clon	Promedio *	Promedio	Significación
S-21	33.13	5.77	a
S-08	27.75	5.28	a b
S-19	27.13	4.96	a b c
C-2	22.63	4.82	a b c d
S-17	22.38	4.78	a b c d e
S-18	21.63	4.70	a b c d e f
S-04	19.88	4.47	a b c d e f g
S-20	19.13	4.42	a b c d e f g h
S-24	17.13	4.07	a b c d e f g h i
C-16	15.50	4.02	a b c d e f g h i j
S-26	14.75	3.96	b c d e f g h i j
S-23	14.25	3.87	b c d e f g h i j
S-22	13.50	3.74	b c d e f g h i j
S-13	13.50	3.63	c d e f g h i j
S-16	12.50	3.60	c d e f g h i j
S-28	11.63	3.44	c d e f g h i j
S-09	11.63	3.43	c d e f g h i j
S-27	10.63	3.37	c d e f g h i j
S-25	7.75	2.86	g h i j
C-10	7.63	2.78	g h i j
S-11	6.50	2.69	h i j
S-12	5.88	2.58	j

(Datos transformados con la  $\sqrt{(x+1)}$ ).

(Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística).

(\*): Datos reales

**Cuadro 28.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la evaluación de frutos enfermos.

Tratamientos		Comparación de medias	
Clon	Promedio *	Promedio	Significación
C-2	34.75	5.91	a
S-13	29.63	5.42	a b
C-10	20.25	4.41	a b c
S-11	18.75	4.26	b c d
S-24	18.00	4.19	b c d e
S-08	15.50	4.01	b c d e f
C-16	15.38	3.99	c d e f g
S-28	11.88	3.54	c d e f g h
S-20	11.38	3.49	c d e f g h
S-12	9.75	3.21	c d e f g h
S-18	9.75	3.17	c d e f g h
S-09	9.75	3.15	c d e f g h
S-26	9.25	3.14	c d e f g h
S-17	8.63	3.05	c d e f g h
S-22	7.50	2.85	c d e f g h
S-25	6.00	2.50	f g h
S-16	5.88	2.50	f g h
S-23	5.50	2.44	f g h
S-27	4.88	2.38	f g h
S-21	4.38	2.28	h
S-19	4.13	2.16	h
S-04	3.38	1.99	h

(Datos transformados con la  $\sqrt{(x+1)}$ ).

(Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística).

(\*): Datos reales.

**Cuadro 29.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la evaluación de frutos con monilia.

Tratamientos		Comparación de medias		
Clon	Promedio *	Promedio	Significación	
S-24	6.13	2.55	a	
S-11	5.63	2.46	a	b
C-10	4.63	2.28	a	b c
S-18	3.75	2.04	a	b c
S-12	3.25	2.04	a	b c
S-26	3.13	2.00	a	b c
S-13	3.00	1.95	a	b c
S-20	2.88	1.93	a	b c
S-21	2.63	1.83	a	b c
S-27	2.50	1.80	a	b c
S-17	2.50	1.78	a	b c
S-08	2.38	1.78	a	b c
S-22	2.38	1.76	a	b c
C-16	2.25	1.73	a	b c
S-28	2.00	1.67	a	b c
S-19	2.00	1.62	a	b c
S-09	1.75	1.60	a	b c
C-2	1.75	1.57	a	b c
S-23	1.63	1.55	a	b c
S-16	1.50	1.55	a	b c
S-04	1.38	1.45		b c
S-25	0.75	1.30		c

(Datos transformados con la  $\sqrt{(x+1)}$ ).

(Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística).

(\*): Datos reales.

**Cuadro 30.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la evaluación de frutos con escoba de bruja.

Tratamientos		Comparación de medias	
Clon	Promedio *	Promedio	Significación
C-2	24.88	4.98	a
S-13	21.88	4.65	a b
C-16	9.25	3.11	c
S-11	7.38	2.76	c d
S-28	4.63	2.28	c d e
S-09	4.13	2.19	c d e
S-12	3.63	2.10	c d e
S-24	3.13	1.96	c d e
C-10	3.13	1.90	c d e
S-20	2.88	1.88	c d e
S-18	2.63	1.86	d e
S-26	2.00	1.63	d e
S-17	1.88	1.57	d e
S-22	1.75	1.57	d e
S-16	1.63	1.55	e
S-23	1.50	1.52	e
S-25	1.25	1.42	e
S-21	1.13	1.38	e
S-04	0.88	1.30	e
S-19	0.75	1.30	e
S-27	0.75	1.29	e
S-08	0.50	1.18	e

(Datos transformados con la  $\sqrt{(x+1)}$ ).

(Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística).

(\*): Datos reales.

**Cuadro 31.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) en la evaluación de frutos con pudrición parda.

Tratamientos		Comparación de medias		
Clon	Promedio*	Promedio	Significación	
S-08	12.50	3.65	a	
C-10	12.50	3.52	a b	
S-24	9.50	3.01	a b c	
C-2	8.25	2.99	a b c d	
S-20	5.63	2.50	a b c d e	
S-28	5.25	2.44	a b c d e	
S-11	5.00	2.36	a b c d e	
S-13	4.75	2.31	a b c d e	
S-17	4.13	2.16	c d e	
S-26	4.13	2.16	c d e	
C-16	4.13	2.15	c d e	
S-25	3.88	2.08	c d e	
S-22	3.88	2.05	c d e	
S-18	3.50	2.03	c d e	
S-09	3.38	2.02	c d e	
S-12	2.88	1.83	c d e	
S-16	2.50	1.77	c d e	
S-23	2.25	1.72	c d e	
S-27	1.63	1.55	e	
S-04	1.38	1.44	e	
S-19	1.13	1.42	e	
S-21	0.75	1.29	e	

(Datos transformados con la  $\sqrt{(x+1)}$ ).

(Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística).

(\*): Datos reales.



# Parcelas de Observación de Clones de Cacao

Fecha de Transplante: Abril 2008 ...

## CROQUIS DE CAMPO - 2

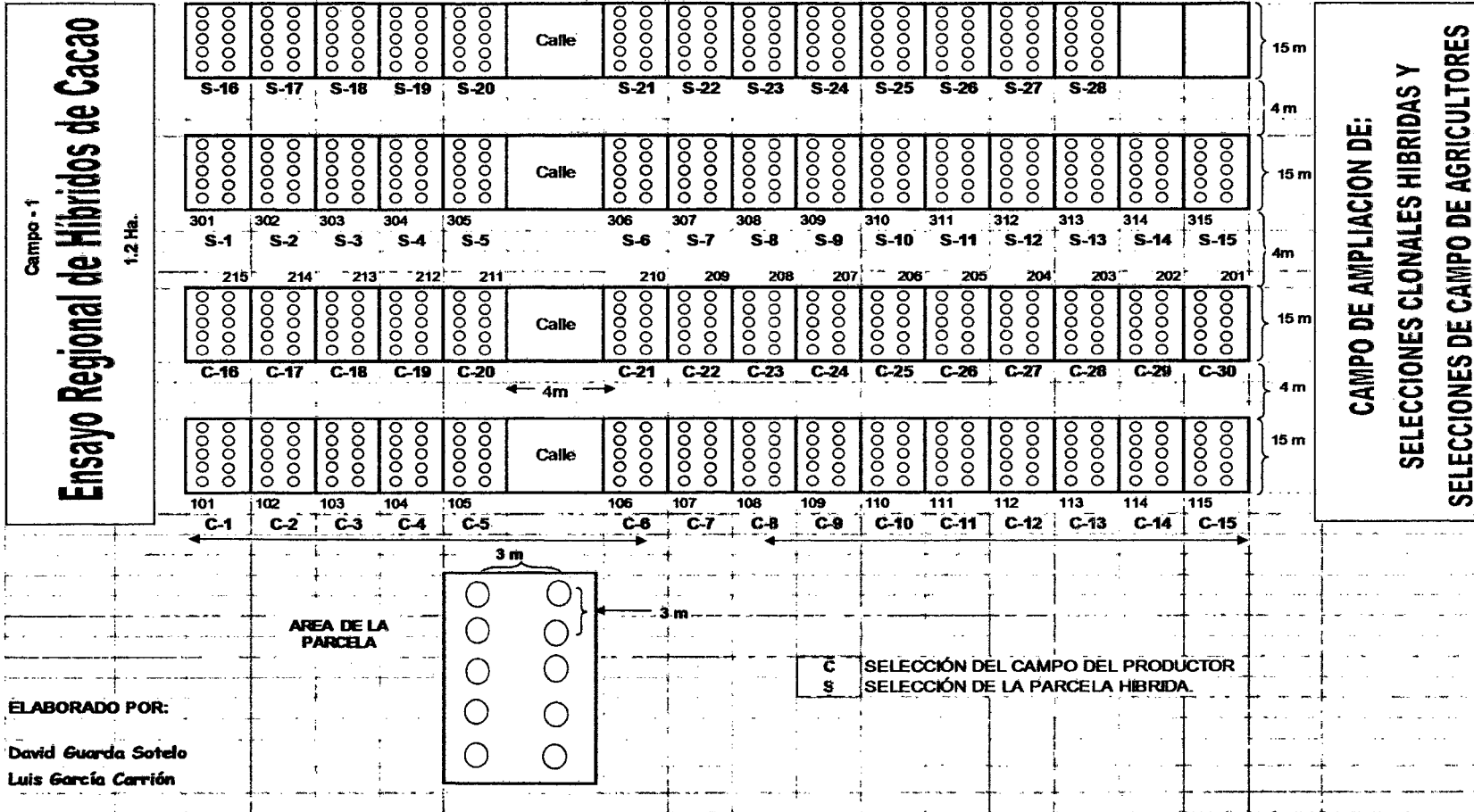


Figura 16. Croquis de la parcela experimental

**Anexo 2. Panel fotográfico**



**Figura 17. Evaluación de escoba de bruja en brotes.**



**Figura 18. Evaluación de escoba de bruja en cojines florales.**



**Figura 19.** Realizando poda general para el inicio del trabajo de investigación.



**Figura 20.** Evaluación de los frutos de cacao.



**Figura 21.** Realización de la poda fitosanitaria después de cada evaluación.



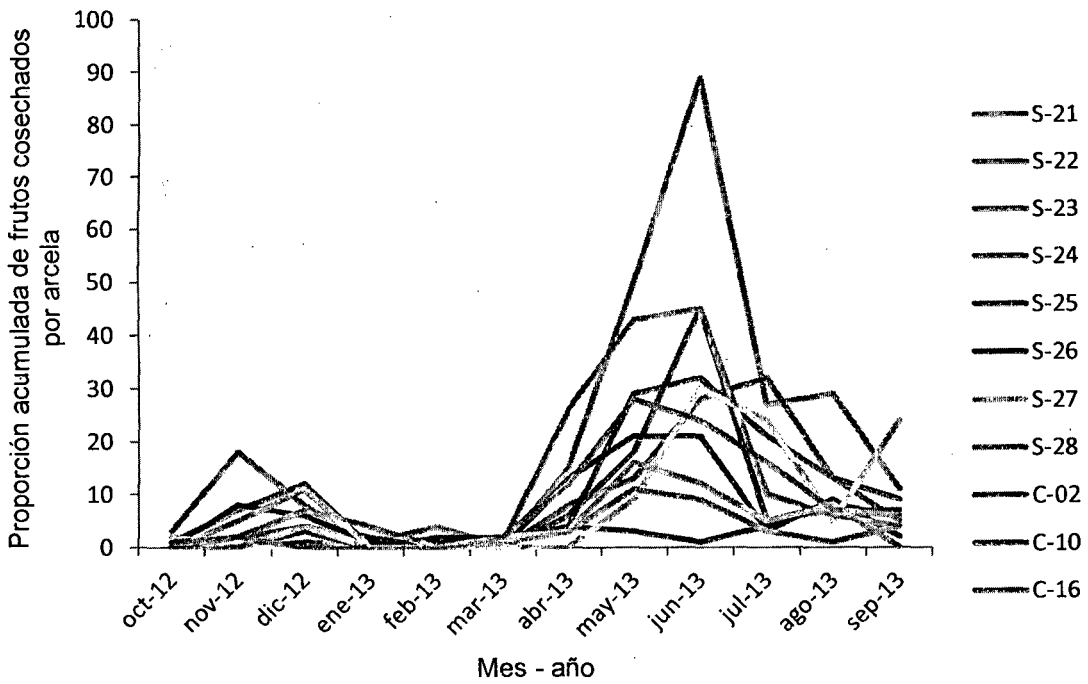
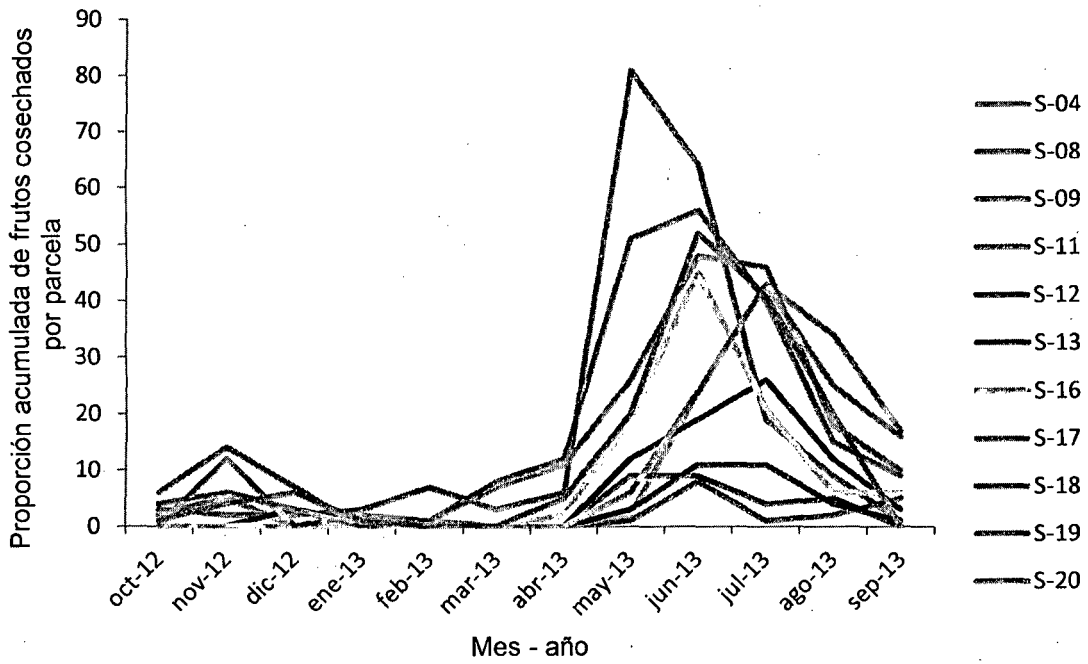
**Figura 22.** Cosecha de frutos maduros para evaluación del índice de mazorca.



**Figura 23.** Contabilización de las semillas de cada fruto.



**Figura 24.** Peso de las 30 semillas secas.



**Figura 25.** Comportamiento de la producción de frutos cosechados durante el año de evaluación.

**Anexo 3. Fichas de evaluación**

**Cuadro 32. Formato de evaluación de frutos.**

FICHA DE EVALUACION EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES DE LA SELECCIÓN DE CLONES HIBRIDOS DE CACAO (ETT)

TRATAMIENTO: \_\_\_\_\_

Fecha de Evaluación: \_\_\_\_\_

N° Planta	Frutos no cosechables						Frutos cosechables					
	T_Frutos	T_F_San	T_F_Enf	F_E_Moni	F_E_Esc	F_E.Phy	T_F_Cos	TF-Cos_San	TF_Cos_Enf	FCenf_Monil	FCenf_Esc	FCenf_Phy
P1												
P2												
P3												
P4												
P5												
P6												
P7												
P8												
P9												
P10												

TRATAMIENTO: \_\_\_\_\_

Fecha de Evaluación: \_\_\_\_\_

P1												
P2												
P3												
P4												
P5												
P6												
P7												
P8												
P9												
P10												

**Nota:** Para la cuantificación de frutos sanos en planta solo se considera a frutos mayores de un mes de formados.

**Cuadro 33.** Formato de evaluación de brotes

EVALUACION DE LA INCIDENCIA DE ESCOBA DE BRUJA EN BROTES

Tratamiento \_\_\_\_\_

Evaluador \_\_\_\_\_

		Evaluación				Evaluación				Evaluación				Evaluación				Evaluación			
Fecha																					
		NB- E	NB- S	NB- Inf	NE/P	NB- E	NB- S	NB- Inf	NE/P	NB- E	NB- S	NB- Inf	NE/P	NB- E	NB- S	NB- Inf	NE/P	N°B- E	NB- S	NB- Inf	NE/P
P1	Rojo (O)																				
	Amarillo (S)																				
	Azul (N)																				
	Morado(E)																				
P2	Rojo (O)																				
	Amarillo(S)																				
	Azul (N)																				
	Morado(E)																				
P3	Rojo (O)																				
	Amarillo(S)																				
	Azul (N)																				
	Morado(E)																				

**NOTA:** Todo brote infectado será contado y eliminado de la planta

Elaborado por: Bach. Padilla Herrera Leonel C.

**Cuadro 34.** Formato de evaluación de cojines florales.

EVALUACION DE LA INCIDENCIA DE ESCOBA DE BRUJA EN COJINES FLORALES

Elaborado por: Bach. Padilla Herrera Leonel C.

Trat: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

	N° de cojines	N° de coj. Sanos	N° de coj. infectados	N°C/P
p1				
p2				
p3				

Trat: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

	N° de cojines	N° de coj. Sanos	N° de coj. infectados	N°C/P
p1				
p2				
p3				

Trat: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

	N° de cojines	N° de coj. Sanos	N° de coj. infectados	N°C/P
p1				
p2				
p3				

Trat: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

	N° de cojines	N° de coj. Sanos	N° de coj. infectados	N°C/P
p1				
p2				
p3				

Trat: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

	N° de cojines	N° de coj. Sanos	N° de coj. infectados	N°C/P
p1				
p2				
p3				

Trat: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

	N° de cojines	N° de coj. Sanos	N° de coj. infectados	N°C/P
p1				
p2				
p3				

Trat: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

	N° de cojines	N° de coj. Sanos	N° de coj. infectados	N°C/P
p1				
p2				
p3				

Trat: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

	N° de cojines	N° de coj. Sanos	N° de coj. infectados	N°C/P
p1				
p2				
p3				

**Cuadro 35.** Formato de estimación de índice de mazorca

Trat.	Frutos	N° de semillas enteras	Peso de 30 semillas frescas	Peso de 30 semillas secas
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
Total				
Promedio				
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
Total				
Promedio				
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
Total				
promedio				