

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
SUBDIRECCION GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

SISTEMA DE CULTIVO Y COMPATIBILIDAD DEL CACAO EN LA ZONA
ATLANTICA DE COSTA RICA

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

Por:

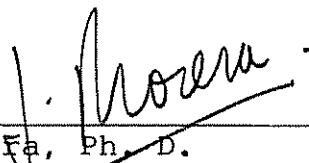
David Cruz Choque

Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica
1991

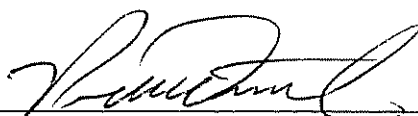
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:



Jorge A. Moreña, Ph. D.
Profesor Consejero

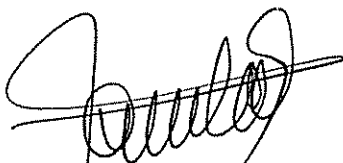


Pedro Oñoro, Ph. D.
Miembro del Comité



Alfredo Paredes P., Ing.
Miembro del Comité

Miembro del Comité



Ramón Lastra Rodríguez, Ph. D.
Coordinador, Programa de Maestría



David Cruz Choque
Candidato

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su sincero agradecimiento a:

Jorge Morera, Ph.D., Consejero principal, por su apoyo y por los oportunos consejos.

Henk Waaijbergen, M.Sc., por sus valiosas enseñanzas y por la orientación y apoyo para el diseño y conducción de la presente investigación.

A los miembros de mi Comité Consejero, Doctor Pedro Oñoro e Ingeniero Alfredo Paredes, por la revisión de la Tesis y acertadas sugerencias.

A la OEA y al CATIE por darme la oportunidad de efectuar los estudios de posgrado durante los dos años que duró el curso.

Al personal del Programa Zona Atlántica (CATIE/UAW/MAG) por su apoyo desinteresado al desarrollo de la Investigación.

A mis compañeros de promoción por su amistad y apoyo moral.

A los pequeños productores cacaoteros de la zona Atlántica, quienes proporcionaron toda la valiosa información.

DEDICATORIA

Al cariño y sacrificio de mi
esposa Lourdes y de mis hijos
Carlos Alberto y Claudia Lourdes

A mis padres Bonifacio y Angélica y
todos mis hermanos y demás familia,
por su incondicional apoyo.

BIOGRAFIA

El autor nació en La Paz, Bolivia, el 20 de diciembre de 1956. Realizó sus estudios universitarios en la Escuela Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" de la Universidad de Sao Paulo, Piracicaba, Brasil, graduándose de Ingeniero Agrónomo en 1979.

Entre 1980 y 1984 laboró como Jefe de Zona y del Departamento Agropecuario en el Instituto de Desarrollo Rural del Altiplano (Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios), de La Paz, Bolivia.

Entre 1984 y 1986 se desempeñó como Investigador de la aplicación de técnicas nucleares en la agricultura, del Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear.

Entre 1986 y 1989 laboró como Coordinador del Sector Agropecuario en el Plan Internacional del Altiplano, de La Paz, Bolivia.

A partir de 1988 labora como Profesor Instructor de las asignaturas de Botánica y Fisiología vegetal, en la Unidad Académica Campesina de la Universidad Católica Boliviana.

En septiembre de 1989, ingresó al Programa de Estudios del CATIE, de donde egresó en septiembre de 1991 con el grado de Magister Scientiae, en el área de Fitomejoramiento.

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	xi
RESUMEN	xii
SUMMARY	xiv
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 El cacao en Costa Rica	3
2.2 El cacao en la zona Atlántica	5
2.3 Rendimiento de cacao	6
2.4 Factores que influyen en el rendimiento	7
2.4.1 Clase de semilla	7
2.4.2 Incompatibilidad	9
2.4.3 Clima	11
2.4.4 Sombra	13
2.4.5 Condiciones agroecológicas	15
2.4.6 Plagas y enfermedades	15
2.4.7 Prácticas culturales	19
I SISTEMA DE CULTIVO DEL CACAO	20
3. MATERIALES Y METODOS	20
3.1 Selección del área de investigación	20
3.2 Población y selección de los productores	22
3.3 Entrevista a los productores	22
3.4 Análisis de la información	22
4. RESULTADOS Y DISCUSION	24
4.1 Características socioeconómicas	24
4.2 Mano de obra para la finca y el cacao	27
4.3 Tenencia de la tierra y tamaño de la finca	28
4.4 Uso de la tierra	31
4.5 Area cultivada con cacao	32
4.7 Procedencia de la semilla y edad del cultivo	33
4.8 Manejo del vivero	35
4.9 Sitio de siembra	37
4.10 Siembra	38
4.11 Sombra	39
4.12 Poda	42
4.13 Fertilización	43
4.14 Control de malezas	45

4.15	Control de enfermedades	45
4.16	Plagas	47
4.17	Prácticas culturales.....	48
4.18	Cosecha y actividades post-cosecha	48
4.19	Procesamiento y comercialización	52
4.20	Ingresos generados por el cacao.....	52
4.21	Asistencia técnica	54
4.22	Crédito	55
4.23	Ventajas y desventajas del cultivo	56
4.24	Factores limitantes de la producción	58
II	RENDIMIENTO Y COMPATIBILIDAD DEL CACAO	60
5.	MATERIALES Y METODOS	60
5.1	Localización del área de investigación	60
5.2	Material experimental	60
5.3	Metodología y recolección de los datos	62
5.4	Análisis de los datos	63
6.	RESULTADOS Y DISCUSION	65
6.1	Parámetros de productividad	65
6.2	Rendimiento	69
6.3	Compatibilidad	69
7.	CONCLUSIONES	77
7.1	Sistema de cultivo	77
7.2	Rendimiento y compatibilidad del cacao	79
8.	RECOMENDACIONES	80
9.	LITERATURA CITADA	81
10.	ANEXOS	88

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1.	Regiones y áreas cultivadas con cacao en Costa Rica, y cuantificación de áreas aptas para el cultivo en clases 1 y 2.	3
2.	Producción total de cacao seco en Costa Rica, años 1970-1990.	4
3.	Lista de los cruces clonales probados y distribuidos por CATIE, rendimiento promedio de los tres mejores años. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991	8
4.	Condiciones agroclimáticas y fisioedáficas aptas para el cultivo de cacao. Area de investigación en la zona Atlántica de Costa Rica, 1991.	16
5.	Lista de productores de cacao. Encuesta zona Atlántica de Costa Rica, 1991.	22
6.	Arboles de cacao seleccionados en el cantón de Guácimo para determinar la compatibilidad. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991	61
7.	Índice de mazorca (IM) e índice de semilla (IS) en fincas de cacao. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991.	65
8.	Relación estadística entre el nivel de mazorcas/ árbol/año y la compatibilidad en árboles de cacao. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991.....	75

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
1.	Localización del área de investigación. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991.	21
2.	Procedencia de los productores de cacao.	25
3.	Experiencia de los productores en el cultivo de cacao.	25
4.	Porcentaje de ingresos familiares generados por la finca y por el cultivo de cacao.	25
5.	Tiempo de dedicación a la finca y al cacao.	25
6.	Tenencia de la tierra en las fincas cacaoteras. ...	30
7.	Extensión de las fincas cacaoteras y su relación con el área total de las fincas.	30
8.	Curva de Lorenze sobre la distribución de tierras.	30
9.	Uso de la tierra en las fincas cacaoteras.	30
10.	Tamaño de fincas versus área cultivada con cacao.	34
11.	Perspectiva futura del área cultivada con cacao. ..	34
12.	Razones del productor para cultivar cruces clonales de cacao.	34
13.	Edad de las plantaciones de cacao.	34
14.	Criterios para ubicar sitios de siembra del cacao.	40
15.	Especies utilizadas como cultivos intercalados del cacao.	40
16.	Epoca de siembra de la sombra en relación con el cacao.	40
17.	Especies de sombra temporal y permanente en cacao.	40
18.	Calificación del estado de la sombra en las plantaciones.	44

19.	Enfermedades que afectan las fincas de cacao.	44
20.	Plagas que afectan las plantaciones de cacao.	44
21.	Importancia de las prácticas de manejo para el productor.	49
22.	Prácticas de manejo realizadas en el cultivo de cacao	49
23.	Meses de mayor y menor cosecha de cacao.	49
24.	Rendimiento anual de cacao seco.	51
25.	Rendimiento anual de cacao seco por cantón/zona..	51
26.	Ingreso anual bruto generado por el cultivo de cacao	51
27.	Asistencia técnica institucional.	53
28.	Calificación de la asistencia técnica recibida. ...	53
29.	Prácticas agrícolas apoyadas por la asistencia técnica.	53
30.	Ventajas que presenta el cultivo de cacao.	57
31.	Desventajas que presenta el cultivo de cacao.	57
32.	Problemas limitantes de la producción de cacao. ...	57
33.	Modelo simplificado de los factores que influyen en la producción y productividad del cacao. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991.	59
34.	Número de mazorcas/árbol/año.	66
35.	Número total de mazorcas sanas/árbol/año.	66
36.	Rendimiento de cacao seco por árbol.	68
37.	Rendimiento de cacao seco por hectárea.	68
38.	Temperatura y precipitación diaria durante el periodo de estudio.	70
39.	Porcentaje de "cuaje" en flores autopolinizadas. ..	72
40.	Número de mazorcas/árbol/año versus compatibilidad	74
41.	Relación entre la productividad de mazorcas y la compatibilidad.	74

LISTA DE ABREVIATURAS

ANAI	Asociación de los Nuevos Alquimistas.
ASBANA	Asociación Bananera Nacional
BANCOOP	Banco Cooperativo Costarricense R.L.
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
BNCR	Banco Nacional de Costa Rica
BUFALO	Finca de la Costa Rican Cocoa Products S.A.
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
COOPESANCARLOS	Cooperativa Agrícola Industrial y de Sevicios Múltiples San Carlos R.L.
CAAP (CINDE)	Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo.
CEAC	Comisión Ejecutiva de la Actividad Cacaotera
DGEC	Dirección General de Estadísticas y Censos
DGMA (MAG)	Dirección General de Mercadeo Agropecuario
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FERTICA	Fertilizantes de Centro América (Costa Rica).
ICCO	Organización Internacional del Cacao
IDA	Instituto de Desarrollo Agrario
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
INFOCOOP	Instituto de Fomento Cooperativo
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
JAPDEVA	Junta de Administración Portuaria-Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganaderia
ONS	Oficina Nacional de Semillas
PROCACAO	Red Regional de Generación y Tranferencia de Tecnología en Cacao
SEPSA	Secretaria Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria
SBN	Sistema Bancario Nacional
UAW	Universidad Agrícola de Wageningen

CRUZ CHOQUE, D. 1991. Sistema de cultivo y compatibilidad del cacao en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C.R. CATIE. 97 p.

Palabras claves: Sistema de cultivo, cruces clonales de cacao, compatibilidad del cacao, cacao zona Atlántica de Costa Rica.

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de proveer un marco de referencia sobre el comportamiento de varios cruces clonales de cacao sembrados en la zona Atlántica.

El primer objetivo consistió en describir y determinar los factores limitantes del sistema de cultivo del cacao en la zona Atlántica. Para este fin se realizó una encuesta estructurada a 29 productores de cacao, seleccionados al azar de varias listas de productores suministradas por el MAG y el IDA, de los cantones de Guácimo, Siquirres y Talamanca.

Los resultados obtenidos de la encuesta mostraron que el cacao fue cultivado por pequeños productores, con promedio de 2 ha de cacao y 17 ha de finca; el área con cacao estuvo negativamente correlacionado con el tamaño de la finca.

Existió una correlación negativa entre el tiempo dispuesto por el productor para el cultivo de cacao y el tiempo dispuesto para trabajos de la finca. Durante un año, el productor empleó en promedio 33 jornales por hectárea para el cultivo de cacao.

El cacao no constituyó la principal actividad económica familiar en las fincas cacaoteras, en el 88 % de los casos apenas llegó a cubrir entre el 1 y 25 % del ingreso familiar. En este contexto los productores vieron frustradas sus esperanzas de superación económica con el cultivo. El 50 % de los finqueros reemplazará el área por actividades agropecuarias más rentables.

El sistema de cultivo mostró bajos niveles tecnológicos, como consecuencia del poco éxito del proceso de transferencia tecnológica, el costo de los insumos y la falta de motivación del productor; resultando en bajos rendimientos del cultivo que en promedio alcanzó 243 Kg/ha. El mal manejo de las plantaciones fue evidente, especialmente en el control de las enfermedades, el manejo de la sombra, el drenaje, y la poda.

Los problemas limitantes de la producción identificados por los productores fueron de diferente tipo y origen, entre los más importantes se incluyen el rendimiento, las enfermedades, el precio, los insumos y la clase de semilla. Todas estas limitantes, conjuntamente con el mal drenaje, la poca profundidad de algunos suelos, y la alta pluviosidad de determinadas regiones, tornaron la actividad cacaotera en poco rentable.

El segundo objetivo de la investigación consistió en estimar los parámetros de productividad y estudiar el efecto de la compatibilidad sobre los árboles de cacao seleccionados en los cantones de Talamanca y Guácimo. Para este fin se efectuaron 5 mediciones por año, de características productivas de los árboles, pertenecientes a 20 fincas. La compatibilidad fue estudiada en 40 árboles, donde fueron autopolinizados 10 flores/árbol, pertenecientes a 5 fincas del cantón de Guácimo.

El número de mazorcas/árbol presentó mucha variación de 2,2 a 71,8, con un promedio de 29,2; posiblemente debido a la heterogeneidad del material genético, al sistema de cultivo, al tamaño de la muestra, y a las enfermedades. La monilia (Moniliophthora roreri) asociada a la mazorca negra (Phytophthora palmivora) fueron responsables por la pérdida del 48,6 % del total de número de mazorcas por árbol.

Los árboles de cacao de las parcelas ubicadas en el cantón de Guácimo presentaron mayor número de mazorcas por árbol, menor índice de mazorca y mayor índice de semilla en comparación con los árboles del cantón de Talamanca.

El rendimiento promedio por árbol fue de 0,8 Kg y el rendimiento por área fue de 765 kg; ambos fueron muy variables.

El 58 % de los árboles estudiados en las fincas del cantón de Guácimo resultaron ser autoincompatibles; es decir necesitan que el polen provenga de árboles vecinos para que exista fecundación.

La precipitación fue el factor climático que mayor influencia tuvo en el porcentaje de flores prendidas.

Los árboles autocompatibles presentaron mayor número de mazorcas/árbol/año que los árboles autoincompatibles.

CRUZ CHOQUE, D. 1991. Sistema de cultivo y compatibilidad del cacao en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C.R. CATIE. 97 p.

Key words: Cropping system, clonal crosses of cocoa, cocoa compatibility, Atlantic cocoa zone of Costa Rica.

SUMMARY

The present research was done to provide a frame of reference of the behavior of several clonal crosses of cocoa planted in the Atlantic zone of Costa Rica.

The first objective was to determine and describe the limiting factors of the cocoa cropping system in the Atlantic zone. To do this, structured survey of 29 cocoa producers, chosen at random from producers lists supplied by MAG and IDA in the Guacimo, Siquirres and Talamanca districts was made.

Survey results showed that cocoa is cultivated by small producers, with an average of two hectares of cocoa and 17 hectares of farmland; the area with cocoa was negatively correlated with farm size.

A negative correlation also existed between the producer's time committed to cocoa cultivation and time committed to other farm work. The producer spent an average of 33 work days per hectare in cocoa cultivation in one year.

Cocoa production did not constitute the family's main economic activity on cocoa plantations; in 88% of the cases, this was only between one and 25% of family income.

Naturally, producers were frustrated in their hopes for high economic gains with this crop. Fifty percent of the farmers will replace the area with more income-yielding agricultural activities.

The cocoa cropping system showed low technology levels, resulting from poor success in the technology tranference process, input costs and the producers' lack of motivation; this resulted in low crop yields, which reached an average of 243 kg/ha. Poor plantation management was evident, especially in disease control, shade mangement, drainage and pruning.

Production limitations identified by producers were varied in type and origin, among which yield, diseases, price, inputs and type of seeds were the most important. These limiting factors added to problems of poor drainage, the slight depth of some soils, and high rainfall of many regions made cocoa production low income-yielding.

The second objective of the study was to estimate productivity parameters and study the compatibility effect of selected cocoa trees in the Talamanca and Guacimo districts. To do this, five measurements per year were made on 20 farms of the trees' productivity characteristics. Compatibility was studied for 40 trees from five farms in Guacimo, where 10 flowers/tree were self-pollinated.

The number of pods/tree had a variation of between 2.2 and 71.8, with an average of 29.2; this was possibly due to the heterogeneity of genetic material, to the cropping system, to sample size, and to diseases. Pod rot (*Moniliophthora roreri*) associated with Black pod (*Phytophthora palmivora*) was responsible for the loss of 48.6 % of the total number of pods per tree.

Cocoa trees in the plots in Guacimo showed the greatest number of pods per tree, less pod index and greater seed index compared with trees in Talamanca.

The average yield per tree was 0.8 kg. and yield per hectare was 765 kg.; both were quite variable.

Fifty-eight percent of the trees studied on farms in Guacimo were found to be self-incompatible, which means that they must be pollinated by neighboring trees for fertilization to occur.

Precipitation was the most important climatic factor to influence the percentage of fruit setting.

Self-compatible trees showed a greater number of pod/tree/year than self-incompatible ones.

1. INTRODUCCION

El cultivo de cacao en Costa Rica tiene gran importancia, debido a que es un producto de exportación, materia prima para la agroindustria local y es un producto tradicional en la cultura del costarricense.

La mayor parte de la región Atlántica (Guápiles, Siquirres, Limón y Valle del Sixaola), presenta condiciones agroclimáticas favorables para el cultivo de cacao. Desde fines de la década de 1970, el volumen de producción y área cultivada en esta región se redujo significativamente debido a la aparición y extensión de la moniliasis. Esta enfermedad provocó grandes pérdidas a los productores de cacao ya que sus cosechas se redujeron notoriamente y por ende sus ingresos económicos.

A partir de este periodo el gobierno e instituciones vinculadas a la producción de cacao, comenzaron a crear nuevos programas con el propósito de resolver los problemas patológicos. Colateralmente, se emprendieron nuevas siembras a través de los proyectos cacaoteros de las regiones Huetar Norte y Brunca; se rehabilitaron plantaciones abandonadas; se procedió a introducir semilla mejorada de cacao y a la tecnificación del cultivo. Estos nuevos programas han tenido dificultades para resolver los principales problemas del cultivo de cacao en esta zona.

En la actualidad el cultivo de cacao en la zona Atlántica de Costa Rica, presenta una serie de factores limitantes que afectan el rendimiento debido a los sistemas de producción que incluyen prácticas de manejo; variadas condiciones agroclimáticas desfavorables; incidencia de enfermedades y probablemente el potencial de rendimiento de los materiales genéticos de cacao empleados.

Estos factores limitantes, sumados a los bajos precios del cacao a nivel internacional, hacen que la actividad cacaotera en esta zona sea muy poco rentable. Como consecuencia se produjo el abandono de las plantaciones o el reemplazo de las mismas por otros cultivos o actividades pecuarias de mayor rentabilidad.

En base a las anteriores consideraciones, se decidió realizar la presente investigación en la zona Atlántica de Costa Rica, donde el cacao es cultivado por pequeños productores.

La investigación propone los siguientes objetivos:

- Describir y analizar el sistema de cultivo del cacao en la zona Atlántica de Costa Rica, determinar sus características, y factores limitantes que afectan el rendimiento.

- Estimar y analizar los parámetros de productividad del cacao en los cantones de Guácimo y Talamanca, y estudiar la compatibilidad como un posible factor limitante de estos índices de productividad.

Se espera que la información generada sea útil para futuras investigaciones sobre el cultivo de cacao y que sirva como marco de referencia para nuevas explotaciones con uso de crédito en la zona Atlántica.

2. REVISION DE LA LITERATURA

2.1 El cacao en Costa Rica

La producción de cacao en Costa Rica ha estado localizada principalmente en la zona Atlántica; el 85 % del área total en 1973 y el 60 % en 1990 (Censo agropecuario 1973; MAG, 1990); otras regiones importantes del país incluyen la zona norte, con los cantones de San Carlos y Upala y la región Brunca (Cuadro 1).

Cuadro 1. Regiones y extensión cultivada con cacao en Costa Rica. Cuantificación de las áreas aptas para el cultivo en clases 1 y 2.

Regiones	Area cultivada				Area total apta	
	1973		1990		Clase 1	Clase 2
	ha	%	ha	%	ha	ha
	miles		miles		miles	miles
Atlántica	17,4	85,7	10,5	60,0	28,70	163,62
Norte	2,4	11,8	4,0	23,0	24,80	117,93
Central	0,1	0,5	0,7	4,0	0,00	1,25
Sur	0,4	2,0	2,2	13,0	3,60	22,67
Total (ha)	20,3	100,0	17,4*	100,0	57,10	305,47

Fuentes: Censo Agropecuario 1973 (DGEC); SEPSA, 1989; MAG, 1990.
* Actualmente existen 14000 ha de cacao en todo el país.

Según la zonificación agroecológica de Costa Rica para el cacao (SEPSA, 1988), en la zona Atlántica existen 28700 ha de tierras en la clase 1, las cuales no presentan ninguna limitante del tipo agroecológico y 163620 de la clase 2, con alguna limitante; sin ser obstáculo para el establecimiento del cultivo.

La producción de cacao a nivel nacional en las dos últimas décadas fue muy variable (Cuadro 2). Los principales factores a considerar incluyen la variabilidad de los precios del mercado internacional, los sistemas de cultivo, la aparición y la extensión de la moniliasis en 1978 (Miranda, 1988).

Cuadro 2. Producción total de cacao seco en Costa Rica. 1970-1990.

Año	Producción Tm	Año	Producción Tm
1970	4.200	1981	5.000
1971	4.400	1982	3.546
1972	7.100	1983	2.161
1973	5.600	1984	4.139
1974	5.900	1985	4.451
1975	6.600	1986	3.857
1976	5.900	1987	3.592
1977	7.700	1988	3.976
1978	10.400	1989	4.500
1979	10.400	1990	5.000
1980	5.300		

Fuentes: DGEC (1973, 1984); MAG-DGMA (1988), citado por Cerdas (1988); SEPSA (1989); ICCO (1990).

A partir de 1984 se incrementó nuevamente la producción de cacao debido principalmente a los proyectos cacaoteros de la región Huetar Norte y Brunca, a la rehabilitación de plantaciones abandonadas y al fomento del cultivo en las áreas desocupadas por las compañías bananeras (Miranda, 1988). Adicionalmente, durante este periodo se registró un aumento del precio pagado al productor (SEPSA, 1989).

En general, los rendimientos a nivel nacional han sido muy bajos; en 1973 el rendimiento promedio fue 240 Kg/ha y 375 Kg/ha en 1984 (Censo Agropecuario 1973, 1984). El rendimiento de 1988-89 fue de 265 kg/ha (SEPSA, 1989).

2.2 El cacao en la zona Atlántica

El cacao ha sido cultivado en la zona Atlántica desde antes de la colonia, la expansión del área cultivada se inició a principios del presente siglo con el apoyo gubernamental y la participación de la compañía United Fruit Company (UF).

Esta compañía buscaba reemplazar las plantaciones de banano afectadas por problemas fitosanitarios. Hasta 1930 la compañía ya había establecido 11000 ha de cacao (Nederend, 1990); la mayor parte de esta área fue sembrada en pequeñas propiedades. La compañía fue la principal entidad dedicada al cultivo de cacao en la zona, hasta comienzos de la década de los 60, fecha en que terminó sus acciones en la zona Atlántica.

Después de la salida de la compañía frutera fueron varias las instituciones gubernamentales o autónomas que fomentaron y asistieron la actividad cacaotera en la zona Atlántica. Varios autores (BCIE/CATIE, 1982; SEPSA, 1982; SEPSA, 1989; Nederend, 1990), citan entre las más importantes al MAG, 1950; JAPDEVA, 1964; MAG, 1972; ANAI, 1973; CATIE, 1976; CEAC, 1977; IDA, 1984; ASBANA; SBN; INA; STICA; INFOCOOP.

De acuerdo con Nederend (1990), hasta 1989 el gobierno de Costa Rica había fundado 5 programas nacionales para el cacao: Proyecto Fomento Cacaotero (1977); la Campaña del Combate de la Moniliasis (1979-1980); Programa de Fomento Cacaotero (1982); Programa de Incremento de la Productividad Agrícola (1984), y el Programa Nacional de Cacao (1989-1993). Este último programa todavía no ha entrado en ejecución.

A pesar del apoyo institucional y gubernamental al sector cacaotero desde el año 1978, estos no han podido resolver los problemas y limitantes que presenta el cultivo de cacao en la zona Atlántica (Nederend, 1990).

El cacao como cultivo tradicional de pequeños agricultores de la zona, carece de incentivos para mejorar los deficientes sistemas de producción. De tal forma, que las recomendaciones de los paquetes tecnológicos no son aplicados (IDA, 1984).

El productor de esta zona es sólo un "cosechero", quién visita la finca en épocas de cosecha; la mayor parte de su tiempo es empleado en otras actividades de la finca o como asalariado de las bananeras (BCIE/CATIE, 1982).

2.3 Rendimiento de cacao

La producción y productividad del cacao han sido expresadas por ciertos índices; Cheesman y Pound (1934) establecieron 4 índices: número total de mazorcas, peso fresco y seco de las almendras, índice de mazorca e índice de semilla.

El rendimiento de una área sembrada con cacao está formada por dos componentes; la producción individual de cada árbol y el número de árboles productivos (Wood, 1982).

El rendimiento por árbol comprende el número total de mazorcas producidas durante un año y el peso seco de las almendras (BCIE/CATIE, 1982). Para los cruces recomendados por el CATIE, el rendimiento mínimo esperado en fincas era de 0,73 kg por árbol.

El número de mazorcas por árbol es cíclico y estacional, altamente influenciado por el ciclo de floración; de tal forma que cuando el árbol se encuentra en máxima floración, la cantidad de frutos es mínima y viceversa (Alvim, Machado y Vello, 1972).

Según el BCIE/CATIE (1982), el valor más utilizado es el rendimiento. Para este valor existe una escala que reflejan determinadas condiciones del cultivo. El rendimiento estimado en las fincas para los cruces recomendados por el CATIE, fue de 250 kg/ha/año al inicio de la primera cosecha (tercer año), de 500 kg/ha/año al cuarto año y de 800 kg/ha/año del quinto año en adelante.

El índice de mazorca, es definido como el número de mazorcas necesarias para producir un kilogramo de cacao seco (Cheesman y Pound, 1934). Un índice de 20 mazorcas o menos, es adecuado para seleccionar árboles de alto rendimiento.

El índice de semilla, por su parte es definido como el peso seco promedio de las semillas. Un valor adecuado para este índice sería desde 1,2 g en adelante.

El rendimiento de los cruces clonales de cacao esta correlacionado con algunas características vegetativas de la planta; principalmente con el diámetro del tronco (Glendinning, 1964). La correlación de rendimiento con el diámetro de tronco fue verificada por Longworth y Freeman (1963); Miranda y Prado (1965); Mariano (1966); Lockwood (1976).

Otras características de desarrollo vegetativo, como la altura de la planta, número de hojas, peso de los órganos vegetativos, precocidad, capacidad de las plantas para producir frutos y peso seco de las semillas están correlacionados con el rendimiento y son caracteres confiables para evaluar producción en cacao (Atanda, 1972) y García (1973).

Wood (1982) indica que el desarrollo y rendimiento del cacao depende de varios factores, siendo los más importantes el material genético empleado, clima y sus relaciones con el suelo, las condiciones de manejo (sombra), asimismo la edad de los árboles y la presencia de plagas y enfermedades.

2.4 Factores que influyen en el rendimiento

2.4.1 Clase de semilla

Los cruces en cacao son familias sexuales o progenies F1, resultantes del cruzamiento entre clones altamente heterocigotos.

Las poblaciones se distinguen por tener un cierto número de árboles superiores en relación a cualquiera de los dos padres para cualquier caracter (Helfenberger, 1989).

De acuerdo con experimentos desarrollados por el CATIE en la "La Lola", utilizando semilla de cruces interclonales fue posible medir rendimientos de 2500 Kg/ha de cacao seco (IDA, 1984).

Se estima que del resultado experimental a la práctica agrícola en fincas, existe una reducción del 50 al 60 %; es decir

de 1250 a 1500 kg/ha/año, esto considerando condiciones adecuadas de clima, suelos y drenaje. Al anterior rendimiento se deben disminuir pérdidas del 30 al 40 % a causa de la monilia y otras enfermedades, para terminar con un promedio de 750 a 875 Kg/ha.

Debido a que los progenitores utilizados para producir las cruces no son líneas puras, sino probablemente individuos heterocigotes; por lo tanto es muy posible encontrar gran variabilidad en la producción y productividad de los cruces (Hardy, 1961).

Según el BCIE/CATIE (1982), la siembra en fincas de mezclas "híbridas" de alto rendimiento distribuidos por el CATIE y otros (Cuadro 3), empezó en 1976, y hasta 1981 habían sido sembrados cerca de 4 millones de plantas.

Cuadro 3. Lista de cruces clonales probados y distribuidos por CATIE, rendimiento promedio de los tres mejores años. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991.

Cruces	Rendimiento (kg/ha)	Cruces	Rendimiento (kg/ha)
CATONGO X POUND 7	1803	CATONGO X POUND 12	2297
IMC 67 X UF 613	1988	IMC 67 X UF 654	1904
IMC 67 X SCA 6	1769	POUND 12 X UF 12	1826
POUND 12 X CATONGO	2512	POUND 12 X UF 667	1970
POUND 12 X SCA 12	2268	SPA 9 X UF 613	1784
UF 12 X POUND 7	2399	UF 12 X IMC 67	1967
UF 29 X IMC 67	1559	UF 29 X CATONGO	1831
UF 29 X UF 668	1707	UF 613 X UF 29	1558
UF 613 X IMC 67	1987	UF 613 X POUND 7	2341
UF 613 X POUND 12	1794	UF 613 X SPA 9	1909
UF 667 X UF 29	1533	UF 667 X IMC 67	2783
UF 296 X CC 9	1629	UF 296 X CC 18	1940
UF 654 X POUND 7	2147	UF 668 X POUND 7	2375
UF 668 X IMC 67	2133	UF 668 X POUND 12	2041
UF 676 X IMC 67	1754	UF 677 X IMC 67	2005
UF 677 X POUND 7	2229	UF 677 X POUND 12	1801
UF 677 X SCA 6	2795	MATINA X CATONGO	1926

Fuentes: BCIE/CATIE (1982), y Brenes (1989).

Helfenberger (1989) indica que las descendencias de estos cruces son muy heterogéneas y a menudo se observan algunos problemas de incompatibilidad. En base a un experimento que se realizó en la zona Atlántica, Helfenberger (1989) señaló que el 30 % de los árboles produjeron el 70 % de la cosecha.

El CATIE recomendó sembrar no menos de 5 a 10 cruces diferentes, mezclando la semilla o alternando por hileras para evitar problemas de incompatibilidad (BCIE/CATIE, 1982).

2.4.2 Incompatibilidad

La incompatibilidad es uno de los principales mecanismos que promueven la polinización cruzada en el cacao y en algunas plantas superiores. La incompatibilidad puede ser definida como la incapacidad fisiológica y/o morfológica de las plantas, con polen u óvulos normales, para producir semillas después de ocurrida la polinización (Poehlman, 1981).

La reacción de incompatibilidad parece ser un proceso bioquímico, bajo un control genético sencillo (Allard, 1967), donde el proceso puede operar en cualquier estado entre la polinización y la fertilización. El mismo autor clasifica los sistemas de incompatibilidad en heteromórficos y homomórficos; este último subdividido en gametofítico y esporofítico.

Allard (1967), agrega que los sistemas heteromórficos se caracterizan por diferencias morfológicas de las flores de diferentes plantas; mientras que en los sistemas homomórficos las diferencias en la morfología floral no van unidas a la incompatibilidad.

En el sistema gametofítico fase haploide, la incompatibilidad la controla un sólo gen S, caracterizado por un gran número de formas alélicas perteneciente al locus de incompatibilidad. La reacción se localiza en el estilo donde este gen controla la interacción entre el polen haploide y el estilo diploide. La incompatibilidad se manifiesta con la inhibición del crecimiento del tubo polínico en forma parcial o total.

El sistema esporofítico fase diploide, se parece al gametofítico en que existe un sólo gen con alelos múltiples que la controlan genéticamente; pero este sistema difiere en que el comportamiento del grano de polen o tubo polínico es determinado por el núcleo diploide del esporófito. Además, los alelos S muestran relaciones de dominancia, acción individual o competencia en el polen o en el estilo.

Según Knight y Rogers (1953), indican que la incompatibilidad en cacao sigue el modelo esporofítico; el tubo polínico atravieza el estilo y alcanza el saco embrionario; pero no llega a consumarse la fecundación de la oosfera cuando los alelos S son idénticos.

Existen dos hipótesis que explican el mecanismo de la incompatibilidad en cacao: la primera hipótesis (Knight y Rogers, 1953), explica la incompatibilidad en base a la existencia de un gen S en un locus simple, con una serie de alelos múltiples que presentan relaciones de dominancia en el polen y en el óvulo de acuerdo a la secuencia $S_1 > S_2 = S_3 > S_4 > S_5$. La constitución diploide de los tejidos maternos y paternos determina el fracaso o éxito de una polinización. Si el padre tiene el mismo alelo dominante que la madre se produce la incompatibilidad. La segunda hipótesis de Cope (1962), sugiere la existencia de un sexto alelo adicional (S_6), recesivo a los otros alelos, y de dos factores adicionales diferentes e independientes a los que llamó A y B.

Esta segunda hipótesis, ofrece una explicación de las propiedades de los gametos en lo relativo a la "no fusión"; señalando que el citoplasma asociado con los gametos masculinos y femeninos contiene un precursor de la incompatibilidad que ha sido "impreso" por el alelo S dominante antes de la meiosis (control esporofítico); de tal manera, que la sola presencia del alelo dominante trae la no fusión en 4 grados diferentes (0, 25, 50, 100 %).

La aparición de casi 100 % de ausencia de fusión presume la existencia de un genotipo homocigótico para un alelo S, esto supone la existencia de dos loci, A y B, independientes y complementarios del gen S, que en forma dominante activan los alelos de S existentes en el óvulo. Los alelos S no se expresan si alguno de estos genes (A y B) son recesivos (a, b).

De acuerdo a la capacidad que tengan los árboles de cacao para fecundarse con su propio polen, Pound (1931) los clasificó en autoincompatibles y autocompatibles. Asimismo, verificó que tres de ocho plantas comúnmente eran autoincompatibles.

Scheltema (1989) trabajando con 22 cruces diferentes de cacao en "La Lola", encontró que de 110 árboles polinizados 37 % eran autoincompatibles. Asimismo, Coral (1970) encontró que de ocho cruces clonales diferentes cuatro eran autoincompatibles.

La autoincompatibilidad ocurre con mayor frecuencia en los cacaos de tipo "cundeamor" que en el "amelonado", alcanzando valores intermedios en el tipo "criollo" (Posnette, 1940).

El éxito de las polinizaciones artificiales es variable de una planta a otra; debido a que estas presentan diferentes grados de compatibilidad (Cope, 1939a). Existe una relación entre el número de mazorcas producidos por un árbol y sus grados de compatibilidad, árboles autoincompatibles producen menor número de mazorcas que los árboles autocompatibles (Cope, 1939b; Cheesman y Pound, 1934; y Hardy, 1961).

Cope (1939b), agrega que los árboles autoincompatibles presentan mayor cantidad de flores y menor número de mazorcas con marchitamiento prematuro "cherelle wilt" que los árboles autocompatibles.

2.4.3 Clima

Los parámetros climáticos que están más ligados a los procesos fisiológicos de la planta de cacao son la precipitación pluvial, la luz y la temperaturas máxima a nivel de los troncos (Boyer, 1974).

El régimen de lluvias es considerado como el factor de mayor influencia sobre el crecimiento, floración y distribución de la cosecha (Alvim, 1987). Entre más acentuado sea el déficit hídrico mayor será la reducción en la fructificación y mayor la pérdida de frutos jóvenes por marchitamiento prematuro.

La variabilidad en el rendimiento anual del cacao se ve más afectada por la distribución de las lluvias que por cualquier otro factor climático (Alvim, 1979); sin embargo, el incremento en el diámetro promedio del tronco está más correlacionado con la temperatura que con la precipitación (Alvim, 1957).

Investigaciones realizadas en "La Lola" Hardy (1961), indicó que el factor más relacionado con el rendimiento del cacao fue la temperatura promedio 5 meses antes de la maduración.

Experimentos realizados en Bahía, Brasil por Alvim (1987), muestran que la temperatura ejerce una acción inhibitoria sobre el crecimiento cambial, el cual está relacionado con la floración y esta a su vez con la cosecha. Boyer (1974), menciona que la temperatura se halla en relación positiva con la intensidad de la floración y con el crecimiento de las mazorcas (Alvim, 1965).

Alcaraz (1973), señala que la baja humedad relativa conjuntamente con la máxima temperatura, favorecen la maduración de las mazorcas, especialmente cuando ocurre dos meses antes de la cosecha.

La disponibilidad de agua en el suelo influye en el tamaño de las mazorcas, siendo más pequeñas en las estaciones secas (Alvim, 1965).

En "La Lola" el periodo más importante de formación de flores estuvo entre enero y abril (Hardy, 1961), época de baja temperatura promedio (24 °C), en comparación con la temperatura promedio del resto del año (25,6 °C). El mismo autor, agrega que la temperatura afecta la apertura de las yemas y brotaciones foliares; y en "La Lola" las brotaciones tienen lugar varias semanas después de que se registra la mayor diferencia entre la temperatura máxima y mínima promedio.

Boyer (1974), afirma que existe una correlación positiva entre el "cuaje" de flores a frutos y la precipitación; observó una correlación negativa entre la formación de frutos y la temperatura, al igual que con la radiación. Young (1983), en una investigación realizada en "La Lola", indicó que el cuajamiento de las flores polinizadas artificialmente es bajo cuando la precipitación es alta y la temperatura baja.

Couprie (1972) señala que el "cuaje" de flores a frutos se relaciona fuertemente con el nivel de las lluvias, del periodo precedente a las dos semanas anteriores, complementado con la radiación y la temperatura máxima.

La precipitación tiene influencia sobre la incidencia de enfermedades; una cantidad de lluvia anual superior a los 2500 mm es probable que conduzca a un incremento de las enfermedades fungosas, en particular la mazorca negra (Wood, 1982).

Según Hardy (1961), la propagación rápida de este patógeno generalmente se atribuye a una alta humedad relativa; pero investigaciones recientes han demostrado que la diseminación está igualmente controlada por la temperatura del aire como por la humedad relativa (Tarjot, 1971; Dakwa, 1977; Wood, 1982).

Si la cantidad de agua excede a la evapotranspiración, el exceso de agua debe ser eliminado por drenaje; si los suelos no tienen buen drenaje la planta de cacao puede sufrir daños y reducirá su producción (Enríquez, 1985).

2.4.4 Sombra

La luz es un factor determinante en la producción del cacao, de acuerdo con Vernan (1967), existe una relación lineal entre el rendimiento y la luz cuando ésta se encuentra entre 30 % y 60 %; a un nivel de 4 % el rendimiento es cero.

La calidad y la cantidad de luz que llega a la superficie foliar del cacao se ve afectada por el régimen anual de radiación a nivel climático y por los árboles de sombra a nivel de parcela (Hadfield, 1981).

La sombra bien manejada es un método seguro y económico para regular factores ecológicos desfavorables como la baja fertilidad del suelo, daño por vientos, alta transpiración, sin reducir excesivamente la producción (Alvim, 1958).

El efecto de la sombra al inicio del crecimiento de las plantas no sólo es para reducir la luz, sino para reducir el movimiento de aire, que es perjudicial para la planta igual o más que el efecto de la temperatura y la luz en conjunto (Enríquez, 1985). Este autor agrega que una vez que las plantas en crecimiento permitan el autosombreamiento, puede iniciarse la reducción de la sombra hasta llegar a un punto de equilibrio.

Entre los principales efectos de la sombra sobre el sistema cacao se incluyen: reducción de la evaporación, mejora de la conservación y aprovechamiento del agua, efecto amortiguador ante cambios bruscos en el ecoclima (Alvim, 1958), por la adición de materia orgánica y reducción de la erosión, la deteriorización del suelo es menor (Cabrera, 1949; Alvim, 1958; Nelliatt *et al.* 1974), y los nutrientes serán extraídos de partes más profundas (Nelliatt *et al.*, 1974). Los árboles de sombra controlan el movimiento del viento, mejoran el drenaje y la aireación del suelo y si aporta nitrógeno puede enriquecer el suelo. La incidencia de plagas insectiles y malezas se reduce (Alvim, 1958). Las plantaciones sombreadas tienen mayor vida útil existiendo una mayor uniformidad en la producción y maduración de las mazorcas.

Los árboles de sombra pueden competir con el cacao por agua, nutrientes y luz (Nelliatt *et al.*, 1974), pueden reducir la fertilidad del suelo por excesiva exportación de nutrientes y poco aporte de materia orgánica (Egbe, 1969); con alta humedad relativa, algunas enfermedades fungosas son más problemáticas como la moniliasis (Alvim, 1960) y mazorca negra (Alvim, 1960; Dakwa, 1973); algunos árboles de sombra pueden hospedar plagas y enfermedades del cacao (Alvim, 1958).

2.4.5 Condiciones agroecológicas

Las condiciones agroclimáticas y fisioedáficas aptas para el cultivo de cacao (Brenes, 1990) y las condiciones que presentan los cantones de Guácimo, Siquirres y Talamanca (Nuhn, 1978; MAG/IMN, 1985; Herrera, 1985; y Bruin, 1990) son mostrados en el Cuadro 4. Se puede observar que la mayor parte del área de investigación presenta condiciones favorables para el desarrollo del cultivo.

En la zona Atlántica, el Cantón de Talamanca es el que presenta la mayor cantidad de área de la clase 1 (16480 ha), seguido de Limón con 9180 ha. Los cantones de Siquirres, Pococí y Guácimo tienen gran cantidad de área, con la limitante de que llueve más de 3500 mm, aumentando la incidencia de enfermedades.

Según estudios realizados por Bruin (1990), en las 29 fincas seleccionadas para la investigación, se encuentran algunas limitantes edáficas: pendiente del suelo (7 % de las fincas); drenajes imperfectos (10 % de las fincas); pH menor que 5,5 (40 % de las fincas); presencia de grava o piedra a menos de 0,75 m de profundidad (16 % de fincas).

Es importante considerar la interacción entre la textura, profundidad del suelo y la distribución de las lluvias para la selección de áreas aptas para el cultivo de cacao. Donde la época seca sea larga o marcada, los suelos profundos y con capacidad para retener la humedad pueden permitir el desarrollo del cacao; mientras, que en suelos arenosos o volcánicos que no retienen humedad resultan adecuados para el cultivo si la precipitación tiene una distribución uniforme (Wood, 1982).

2.4.6 Plagas y Enfermedades

Las tres enfermedades de mayor importancia económica para el cultivo de cacao en Costa Rica en orden de importancia son la moniliasis, la mazorca negra, el mal de machete y el marchitamiento prematuro (Enríquez, 1985).

Cuadro 4. Condiciones agroclimáticas y fisicoedáficas aptas para el cultivo de cacao. Área de investigación en la zona Atlántica de Costa Rica, 1991.

Variable	Apto	Rango de aptitud	Área de investigación	
			Guácimo- Siquirres	Talamanca
Zona de vida			Bosque húmedo tropical de bajura y transición a muy húmedo premontano	Bosque húmedo tropical de bajura y transición a premontano. (2)
Temperatura media	24-29 °C	22-24 °C (1)	25-30 °C	25-30 °C (3)
Precipitación anual	1600-3500 mm	3500-5000 mm (1)	3000-4500 mm	2500-3500 mm (3)
ETP anual			1300-1700 mm	1300-1700 mm (4)
Número de meses secos consecutivos en el año	0 - < 2 meses	0-3 meses (1)	0-1 mes	0-1 mes (2)
Brillo solar	> 1500 horas/año	> 1500 horas/año (1)	> 1460 horas/año	> 1460 horas/año (3)
Viento	≤ 15 Km/hora	≤ 15 Km/hora (1)		
Pendiente	1-15 %	15-30 % (1)	Guácimo: 0-3 %; Siquirres: 0-30%	0-6 %; 1 finca 20-30 % (5)
Suelos			Dystrandept y Humitropept. Aluviales. Drenaje bueno a moderadamente bueno; en 2 fincas imperfecto. pH 4,6-6,9; en 3 fincas pH de 4,6-5,4. Presencia de piedras y/o arena compacta a < 0,75 cm profundidad en 5 fincas y de 0,75-1,2 m en 3 fincas. Textura: 0-80 cm franco y franco arenoso. > 80 cm: franco, franco arenoso, arenoso franco y arenoso. En 3 fincas totalmente arenoso.	Tropept, Tropofluvent Dystropept y Tropopsament Aluviales. Drenaje bueno a moderadamente bueno; en 1 finca imperfecto. pH 4,0-5,9; en 9 fincas pH de 4,0-5,4. Presencia de piedras y/o arena compacta a < 0,75 cm profundidad en 2 fincas y de 0,75-1,2 m en 1 finca. Textura: 0-40 cm franco limoso, franco arenoso, y arenoso. > 40 cm: franco, franco arenoso, arenoso franco y arenoso.
	Profundidad mayor a 1,2 m, bien drenado de textura liviana o media freable, de fertilidad alta a media, pH 5,5-6,5 poco erodable, capa freática > 1,5 m.	Profundidad entre 0,75-1,20 m, medianamente susceptible a la erosión, drenaje lento, textura pesada, poco permeable, fertilidad de media a baja (1)		

Fuentes: (1): Brenes (1990); (2): Nuhn (1978); (3): MAG-IMN (1985); (4): Herrera (1985); (5): Bruin (1990).

La enfermedad más importante y la que ha causado mayores pérdidas de mazorcas fue la moniliasis; principalmente, cuando las mazorcas están jóvenes. En Costa Rica la moniliasis causó la reducción del 80% de la producción, desde el momento de la aparición en 1978 hasta el año 1983 (Galindo, 1987). Estas pérdidas se incrementaron en la zona Atlántica por la alta producción del inóculo, fácil diseminación por el viento, condiciones climáticas favorables para su desarrollo y la susceptibilidad del material genético utilizado.

La magnitud de las pérdidas ocasionadas por la enfermedad parece estar correlacionada con las condiciones climatológicas predominantes durante la época de "cuaje" de los frutos (Wood, 1982); las condiciones favorables para la infección de monilia se presentan durante la temporada de lluvias, en condiciones de campo se ha comprobado que los conidios sólo germinan en presencia de una película de agua durante las tres horas después de ser inoculados sobre las mazorcas (Suárez, 1971).

Las medidas de control recomendadas contra la moniliasis, sólo incluyen prácticas culturales para reducir la alta humedad dentro de la plantación (Evans, 1981). La utilización de fungicidas no es común dentro de los pequeños productores de cacao, los cuales además de ser costosos han mostrado que no son efectivos (Evans, 1981; Galindo, 1987).

La mazorca negra causa daños principalmente en los frutos aunque puede atacar otras partes del árbol (Enríquez, 1985); las pérdidas causadas por la enfermedad varían de año a año, como de lugar a lugar; en Costa Rica se han reportado incidencias de hasta un 45 % (Porras *et al.*, 1990).

El factor crítico en la epidemia de esta enfermedad parece ser la lluvia, produciendo brotes de *Phytophthora* de 3-4 días después de las lluvias (Enríquez, 1985). La diseminación de esporas viables tiene lugar por salpique del suelo causado por las gotas de lluvia, así como por el agua que corre a lo largo de los troncos y ramas.

Según Gregory (1974) los fungicidas cúpricos han mostrado ser efectivos en el control de la mazorca negra, pero este tipo de control resulta ser caro para el pequeño productor, por el alto número de aplicaciones requeridas. Las aplicaciones pueden hacerse cuando coinciden las fuertes lluvias con la producción de frutos, en la zona Atlántica de Costa Rica este periodo va desde junio hasta diciembre (BCIE/CATIE, 1982).

El mal de machete se presenta como un parásito de las heridas, asociado con daños causados por implementos o por escarabajos barrenadores (Wood, 1982). Esta enfermedad destruye árboles enteros y por lo tanto las pérdidas pueden ser muy altas.

El mal de machete en árboles adultos no ha sido posible de controlar por medios químicos, en plántulas se ha reducido el ataque utilizando benomyl (Suárez, 1987). Este autor agrega que la forma disponible y más eficaz de control de la enfermedad, es usar cultivares resistentes (IMC-67, Pound 12, EET-399, EET-400, UF 613, SPA 9 y PA 121), cuya semilla clonal se recomienda usar como patrón para la multiplicación de material vegetativo.

Los daños provocados por insectos en Costa Rica son menos severos que los de enfermedades y sólo ocasionalmente producen pérdidas relevantes cuando existe algún desequilibrio ecológico (Brenes, 1989). La siembra en áreas donde no se ha previsto la siembra previa de sombra, ha incrementado el daño del complejo Monalonium-Antracnosis que provoca, en parte la muerte regresiva, la cual perjudica el normal desarrollo de las plantas de cacao, retrasando su crecimiento e impidiendo el mantenimiento de un follaje suficiente para su producción y finalmente provocando la muerte de las plantas.

Las taltuzas (Orthogeomys cherriei) como plagas pueden dañar hasta el 60 % de las plantas (Brenes, 1989). El uso de trampas ha resultado en un método eficaz de control en áreas pequeñas o combate químico en áreas grandes.

2.4.7 Prácticas culturales

Varios autores (BCIE/CTIE, 1982; IDA, 1984; Miranda, 1988; SEPSA, 1989), sostienen que el mal manejo de las plantaciones de cacao es uno de los principales factores responsables por el bajo rendimiento de los cacaotales.

En el Anexo 1, se presenta un resumen de las principales prácticas recomendadas por las instituciones (CATIE, MAG, IDA, INA) que tuvieron asistencia técnica en la zona Atlántica de Costa Rica; la asistencia ofrecida, fue hecha en forma de paquetes tecnológicos o recomendaciones individuales.

Según el IDA (1984), estos paquetes no fueron conocidos por los productores de la zona Atlántica, debido a la inadecuada política de divulgación y capacitación, y en parte por el desinterés mostrado por los productores tradicionales ante prácticas que contradicen su práctica recolectora y que además implicaba un cierto gasto.

I. SISTEMA DE CULTIVO DEL CACAO

3. MATERIALES Y METODOS

Se define sistema de cultivo como la distribución espacial (ubicación en el terreno) y crónológica (fecha de siembra y cosecha) de uno o más cultivos con un manejo determinado por unidad de superficie durante un año agrícola (Navarro y Moreno, 1976). Es la unidad que recibe mayor atención del agricultor dentro de un agroecosistema (Hart, 1985).

La metodología de sistema ayuda a la identificación completa de los factores limitantes que afectan la producción y productividad de un determinado sistema, lo que facilita posteriormente la búsqueda de soluciones adecuadas (Navarro y Moreno, 1976; Quijandria, 1986) y permite comprender al sistema "como un todo" con sus integrantes e interacciones.

La caracterización de sistemas se realiza mediante sondeos y encuestas (Navarro y Moreno, 1976; Quijandria, 1986). En la presente investigación se utilizó la encuesta personal.

3.1 Selección del área de investigación

El área de investigación incluyó los cantones de Guácimo, Siquirres y Talamanca de la provincia de Limón, Costa Rica. Estos cantones representan la parte norte, centro, sur y costera de la zona Atlántica, respectivamente (Figura 1).

La selección de los tres cantones se fundamentó en que son áreas cacaoteras dentro la zona Atlántica y concentran un gran número de pequeños productores de cacao. Estos cantones son representativos de la variación en sistemas de cultivo y son el área de acción del programa de la Zona Atlántica (CATIE/UAW/MAG). Cada cantón tiene características socioeconómicas y agroecológicas muy propias (Sluys *et al.*, 1989).

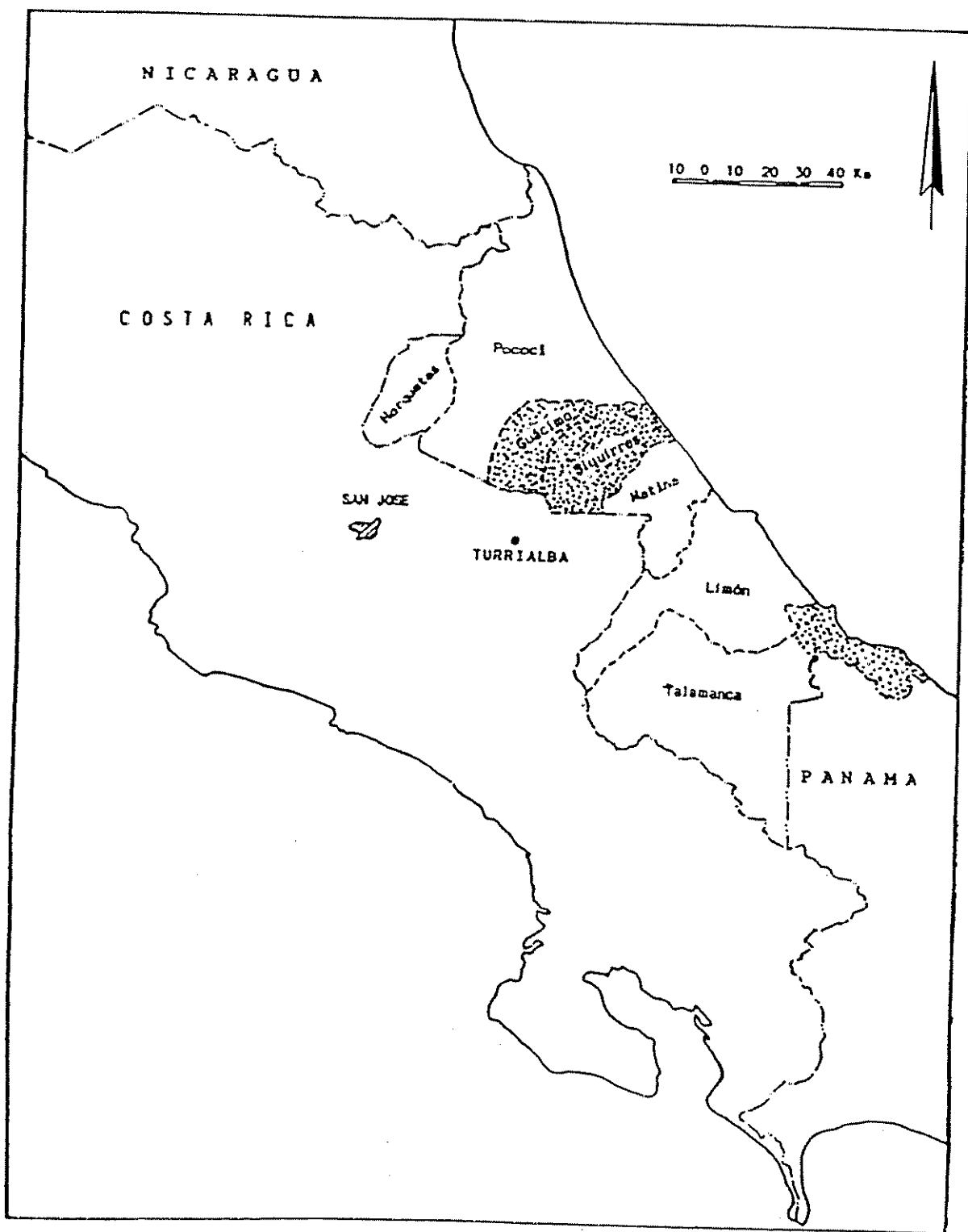


Figura 1. Localización del área de investigación. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991.

3.2 Población y selección de los productores

La población fue compuesta por 190 productores de cacao de los tres cantones seleccionados, y que constituían el total de productores que trabajaban con el MAG y el IDA.

La muestra de 29 productores de cacao (Cuadro 5), fue hecha en base a un muestreo aleatorio irrestricto, de listas de productores de cada cantón, suministrados por el MAG y el IDA.

Cuadro 5. Lista de productores de cacao. Encuesta zona Atlántica de Costa Rica, 1991.

Cantón	Total productores	Productores encuestados	Muestra %
Guácimo	46	10	21,7
Siquirres	88	10	11,3
Talamanca	56	9	16,0
Total	190	29	15,2

3.3 Entrevista a los productores

Mediante un cuestionario jerárquicamente estructurado (Anexo 2) se entrevistaron a los 29 productores acerca del sistema de cultivo del cacao en la finca. La entrevista se realizó entre septiembre y octubre de 1990.

3.4 Análisis de la información

El análisis de la información fue básicamente de carácter descriptivo con tabulaciones simples y cruzadas para calcular promedios, variaciones, frecuencias y porcentajes.

Con las variables de rendimiento se construyó un diagrama o modelo cualitativo donde se indican los componentes, señalando los flujos e interacciones.

Los resultados obtenidos en la encuesta se comparan con los estudios similares realizados en la zona de San Carlos y Puriscal de Costa Rica (Morera *et al.*, 1991). La principal razón para comparar estos dos estudios radica en que proveen de marco de referencia sobre el comportamiento de los cruces clonales de cacao sembrada por los agricultores en estas tres importantes zonas cacaoteras de Costa Rica.

Los resultados en su mayoría fueron comparados con las investigaciones realizadas sobre el cultivo de cacao en la zona Atlántica y con los paquetes tecnológicos utilizados para optimizar la producción de cacao en las fincas de la zona (Anexo 1).

Para algunas variables relacionadas con el rendimiento del cultivo, se obtuvo el índice de importancia de acuerdo a la metodología empleada por Vásquez (1982). Para estimar este índice fueron utilizados la frecuencia con que la variable fue citada por los productores y el orden de importancia de la actividad.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Características socioeconómicas

Los productores entrevistados tienen 11 años en promedio de trabajar la finca; el rango varía de 4 a 50 años.

La población originaria de la propia zona Atlántica asciende a 31 % de los productores (Figura 2); el resto proviene de otras Provincias de Costa Rica y fuera del país (Nicaragua, Panamá, Cuba y El Salvador). Este resultado indica que la mayoría de los productores entrevistados provienen de regiones que presentan condiciones agroecológicas diferentes de la zona Atlántica y donde probablemente no era cultivado el cacao.

El 52 % de los productores entrevistados, trabajaron en dos o más lugares antes de establecerse en las fincas de la zona; el 24 % trabajaron en tres o más. Las actividades a las que se dedicaron fueron del tipo agropecuario, en ningún momento relacionadas con la actividad cacaotera.

La mayoría de la población de agricultores de la zona se caracteriza como migrantes y de reciente establecimiento en el área, conclusión que concuerda con los estudios realizados en la zona por Sluys *et al.* (1989) y Kruseman (1990). Este último autor señala que la apertura de nuevas vías de comunicación a la zona Atlántica en la década de 1970; permitió el ingreso de personas de otras áreas que no tenían experiencia en el cultivo del cacao.

El 79 % de los productores entrevistados viven en la finca, prestando personalmente la atención a las actividades que requiere la finca. De la baja proporción de productores que no viven en la finca, el 67 % son atendidas por un "encargado"; las restantes fincas están casi abandonadas.

Referente a la experiencia del agricultor en el manejo del cultivo de cacao (Figura 3), muestra que gran parte de los actuales productores de cacao, tenían poca o ninguna experiencia al momento del establecimiento del cultivo.

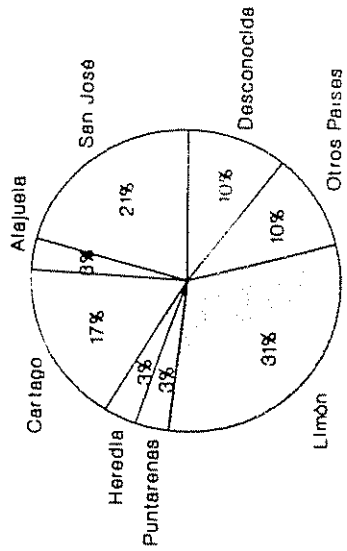
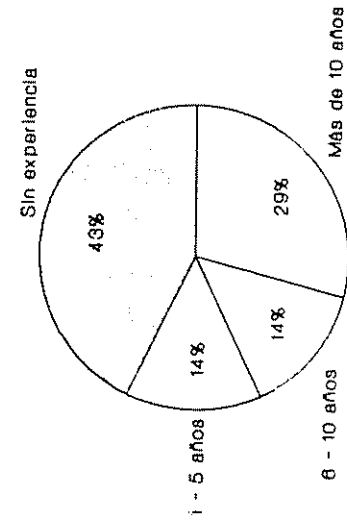


Figura 2. Procedencia de los productores de cacao.

Figura 3. Experiencia de los productores en el cultivo de cacao.

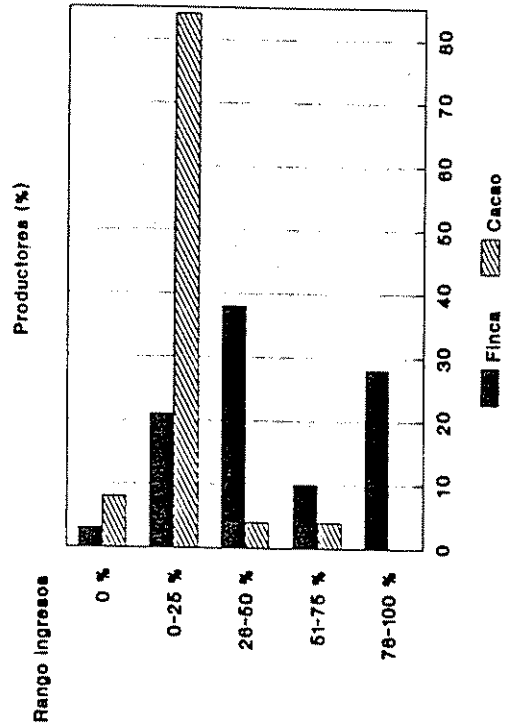


Figura 4. Porcentaje de ingresos familiares generados por la finca y por el cultivo de cacao.

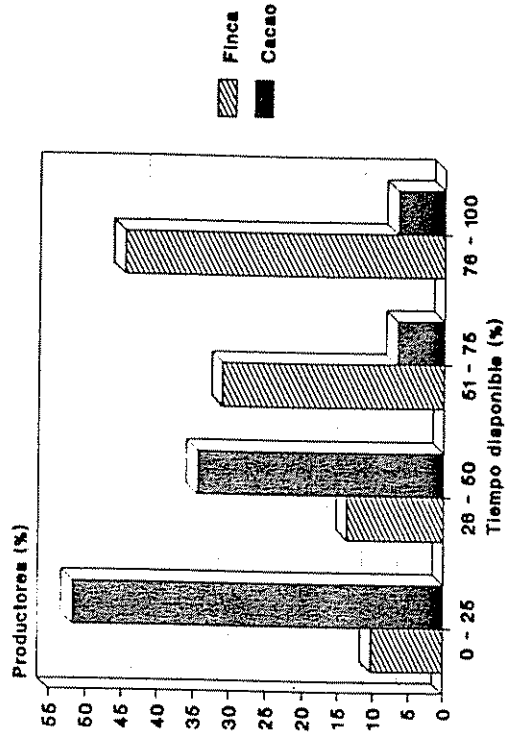


Figura 5. Tiempo de dedicación a la finca y al cacao.

La experiencia del productor en la zona Atlántica, fue semejante al obtenido en la zona de San Carlos y Puriscal (Morera *et al.*, 1991). Al respecto, la reducida proporción de productores con experiencia, sólo conocían el manejo del cacao tipo "Matina".

El promedio de edad de los productores en la zona fue de 47 años, probablemente esto influyó en la educación técnica recibida. El grado de educación formal de los agricultores fue relativamente deficiente, el 7 % no cursó ningún nivel; el 86 % hicieron el primer y sexto grado de primaria. Solamente el 7 % tuvo educación superior al sexto grado.

El deficiente grado de educación recibida por los productores de cacao, sumado a la poca o ninguna experiencia de los agricultores en el manejo del cultivo, fueron indicadores que debieron haber sido tomados en cuenta antes de emprender un programa de transferencia tecnológica en la zona Atlántica.

Los ingresos que los productores obtienen de la finca fue variable y su rango varía de 0 a 100 % del ingreso total familiar del productor (Figura 4). Solamente el 28 % de los productores obtuvo ingresos superiores a las tres cuartas partes del ingreso total familiar.

El 24 % de los productores obtuvo de la finca el 100 % del total familiar; el 76 % de los productores restantes trabajan fuera de la finca, para complementar los ingresos generados por la finca; donde el 45 % trabaja como jornalero en otras fincas; el 13 % en la construcción; y el resto en el comercio y transporte.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Waaijenberg (1990), en el cantón de Guácimo y difiere de los resultados obtenidos en la zona de San Carlos y Puriscal, donde la mayoría de los productores no tuvieron otra actividad más que la agrícola en la finca (Morera *et al.*, 1991).

Referente a la importancia del cultivo de cacao como fuente generadora de ingresos para cubrir las necesidades económicas familiares, los resultados muestran que esta fue muy reducida e insignificante (Figura 4).

El 80 % de los productores obtuvo menos del 25 % del total familiar, y el 7 % de los productores no llegó a obtener ningún ingreso del cacao.

En general, se puede indicar que la situación económica de los productores no ha mejorado después del establecimiento de las plantaciones de cacao. Actualmente, los ingresos obtenidos del cacao y de la finca cacaotera, son poco adecuados para la subsistencia de la familia, razón por la cual la mayoría de los productores entrevistados trabajan fuera de la finca en busca del jornal.

Los productores esperan que los ingresos generados por la finca cacaotera aumenten en el futuro. Estos agricultores son un grupo tendiente a la subsistencia donde se refleja el carácter conservador, que no arriesgan para evitar el empeoramiento de su precaria situación.

4.2 Mano de obra para la finca y el cacao

La encuesta mostró que el 31 % de los productores encuestados disponen del 100 % de su tiempo para trabajos en la finca; en forma opuesta solamente el 3 % de los productores no dispone de tiempo.

En la Figura 5, se puede notar que el 75 % de los productores disponen de más de la mitad de su tiempo para trabajos en la finca; esto no significa que necesariamente lo dispongan para la actividad cacaotera.

Se puede observar que existe cierta relación entre el tiempo que dispone el productor para trabajos en la finca y el tiempo para el cultivo de cacao. Cuanto mayor es el tiempo que dispone el agricultor para atención de la finca, menor es el tiempo disponible para el cultivo de cacao. Aparentemente, en las fincas cacaoteras existen otras actividades, a las cuales el productor brinda mayor atención y de las que probablemente obtienen mejores ingresos económicos.

En general, podemos indicar que debido a los bajos ingresos obtenidos del cultivo de cacao, la disponibilidad de tiempo de los productores para dedicarse al cultivo, fueron muy reducidos y en algunos casos optaron por abandonar totalmente el cultivo o lo sustituyeron por otros cultivos y/o actividades pecuarias que ofrecían mayor rentabilidad (Figura 5). El 52 % de los productores brindó menos de la cuarta parte de su tiempo; el 7 % de productores no dispone de tiempo para el cultivo.

La mano de obra empleada en el cultivo de cacao fue principalmente de origen familiar no remunerada. El 69 % de las fincas utilizó sólo mano de obra familiar y el resto tanto familiar como contratada. Su utilización fue debido a la facilidad de manejo del cultivo; para maximizar el ingreso neto, y debido a que su manejo requería de una cantidad de mano de obra casi uniforme durante todo el año.

Las fincas cacaoteras de la zona Atlántica se caracterizan como familiares, esto concuerda con los estudios realizados en la zona por el BCIE/CATIE (1982) y Jiménez (1982) en la región Brunca.

La mayor parte de la mano de obra familiar fue aportada por el propio productor (82 %), los cuales en su mayoría son hombres; el aporte de su familia fue mínimo (18 %).

La cantidad promedio de mano de obra, que disponen los productores entrevistados para el cultivo de cacao fue de 33 jornales/ha/año; con un rango que varía entre 0 y 83 jornales.

Este promedio fue inferior comparado con el recomendado en los paquetes tecnológicos de 76 y 79 jornales/ha/año (Enríquez y Paredes, 1982; IDA, 1984). Solamente el 3 % de los productores empleó la cantidad que recomiendan los paquetes tecnológicos.

4.3 Tenencia de la tierra y tamaño de la finca

La tenencia de la tierra, es uno de los aspectos socioeconómicos más problemáticos en la zona.

Solamente el 34,5 % de las fincas tienen títulos de propiedad (Figura 6). Las causas de este bajo porcentaje fueron posiblemente al precarismo, reciente establecimiento de productores en la zona, especulación de tierras y la lentitud del proceso de titulación.

Este resultado concuerda con los estudios realizados en la zona por el CATIE (1984), en los cantones de Pococí y Guácimo, y por Sluys *et al.* (1989), a nivel de toda la zona Atlántica.

Las fincas sin título llegan a cubrir la mayor parte de la superficie total de las fincas (63,5 % del área). La falta de titulación de las tierras, provocó dificultades al pequeño productor de cacao en la obtención de créditos, ya que la finca no podía constituirse en garantía legal, y probablemente desestimuló al productor en las inversiones que podía realizar para mejorar las condiciones de producción del cacao.

Al respecto cabe señalar que el IDA en la zona Atlántica, no otorga escritura alguna, hasta tanto el ocupante haya trabajado la parcela durante 10 años consecutivos (Oñoro, 1990). En la zona de estudio, el 65,5 % de los productores tienen menos de 10 años de trabajar en la finca, lo cual coincide con el porcentaje de fincas sin títulos de propiedad.

Utilizando el modelo de clasificación para el tamaño de tierras propuesto por Hall (1984), las fincas en estudio se encuentran en las siguientes categorías: el 17 % son minifundios (< 4 ha), y ocupan el 3,2 % del área total de fincas; el 66 % son de la categoría fincas campesinas (4 a < 20 ha), y ocupan el 50,8 % del área; el 17 % son fincas medianas (20 a < 200 ha), y ocupan el 46 % del área total de fincas. No existen latifundios (\geq 200 ha).

El tamaño promedio de las fincas fue de 16,8 ha, con un rango de variación entre 3 y 93 ha (Figura 7); el cual fue superior a San Carlos de 9,4 ha, pero inferior a Puriscal de 27,7 ha (Morera *et al.*, 1991).

Resulta muy evidente que a medida que aumenta el tamaño de las fincas disminuye el número de fincas en cada categoría. Esta

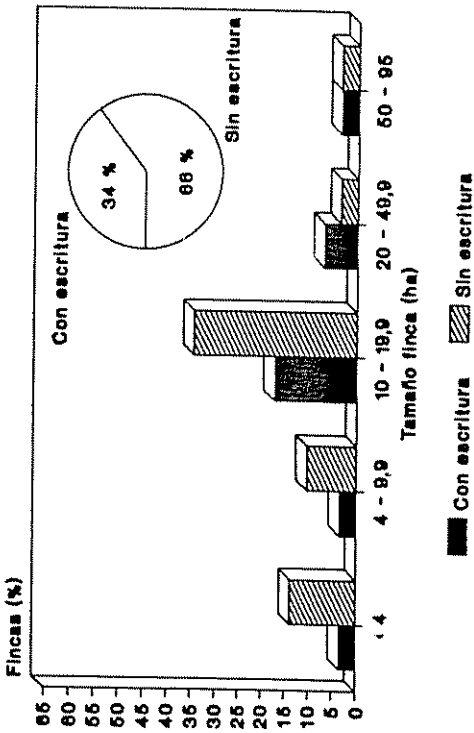


Figura 6. Tenencia de la tierra en las fincas cacaoteras.

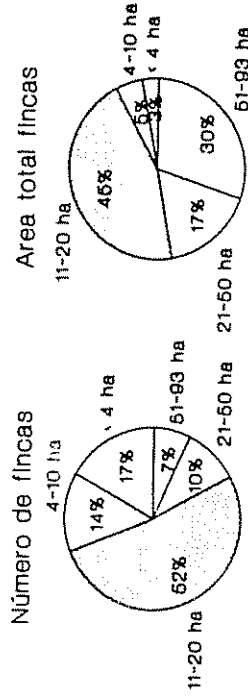


Figura 7. Extensión de las fincas cacaoteras y su relación con el área total de las fincas.

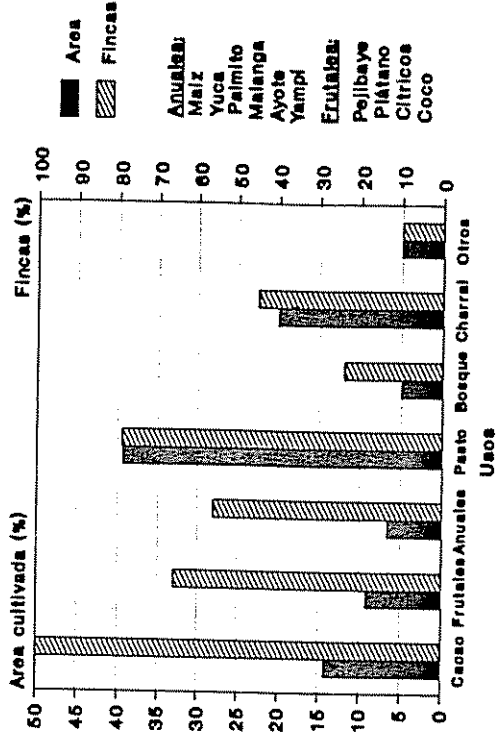


Figura 9. Usos de la tierra en las fincas cacaoteras.

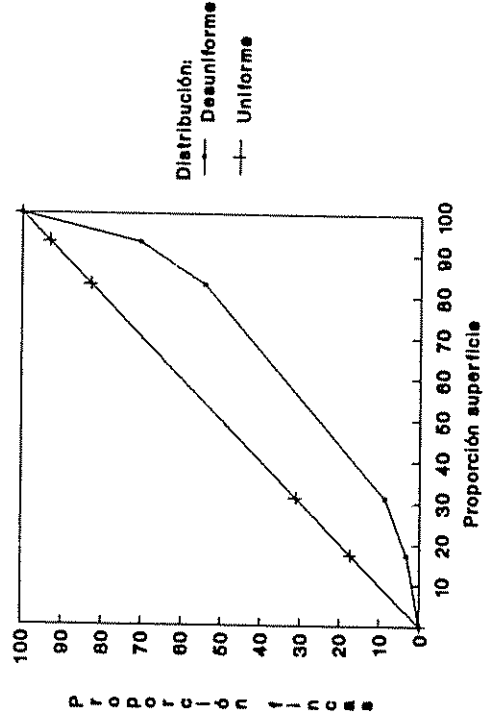


Fig. 8. Curva de Lorenz sobre la distribución de tierras.

relación indica la mala distribución de tierras que existe entre las fincas de la zona, lo cual es confirmado por el bajo valor del índice de Gini (0,41) y por la tendencia de la curva de Lorenze, muy diferente de la diagonal que representa una distribución uniforme de tierras (Figura 8). Estos resultados concuerdan con lo reportado por el CATIE (1984) y Waaijenberg (1990), en los cantones de Pococí y Guácimo.

4.4 Uso de la tierra

La escasa rentabilidad alcanzada por la actividad cacaotera hace que los productores de cacao comiencen a diversificar sus fincas con cultivos no tradicionales y algunos productores empiezen nuevamente a sembrar especies que habían dejado de cultivar después del establecimiento del cacao.

El uso de la tierra en las fincas de la zona depende de varios aspectos, los cuales deben ser considerados para un correcto análisis: función que desempeña la actividad dentro de la finca; ya sea cómo generadora de ingresos y/o cultivos de subsistencia; homogeneidad o frecuencia con la que es practicada por los productores de cacao; y potencialidad futura, de acuerdo a su adaptación ecológica y posibilidad de mercado.

De acuerdo al porcentaje de área ocupada por cada actividad, (Figura 9), las tierras con pastos ocupan el primer lugar; seguidamente se tiene a los cultivos perennes, incluido el cultivo de cacao, y las tierras de labranza para la siembra de cultivos anuales. Los bosques en la cual se incluyen las especies maderables ocupan la más baja proporción de superficie.

Entre otras actividades agropecuarias practicadas con más frecuencia, y adicionales al cultivo de cacao, están los pastos plátano, frutales, yuca y maíz (Figura 9). Estas especies cultivadas fueron semejantes a los reportados en la zona de San Carlos, con excepción del cultivo de café (Morera *et al.*, 1991). Por otra parte, difiere de la zona de Puriscal donde el arroz, frijol, y frutales, fueron lo más utilizados.

El cacao ocupó el 14,3 % del área total de las fincas cacaoteras en estudio, siendo superado solamente por los pastos, los cuales ocuparon el 39,3 % del área con un promedio de 8,3 ha/finca (Figura 9).

Existe una relación inversa entre el tamaño de la finca y el área cultivada con cacao (Figura 10); es decir, que a menor tamaño de finca mayor fue la utilización de tierras para el cultivo de cacao. Excepto, para la clase comprendida entre 20 y 50 ha, en donde una finca de 22 ha de extensión y 15 ha de cacao eleva la intensidad de utilización de las tierras en esta clase.

Las fincas en estudio mayores a 10 ha tienen la tendencia a dedicarse más a actividades ganaderas, cuyos costos y empleo de mano de obra son menores que los cultivos. Las fincas con menores extensiones de tierra, se dedican más a la actividad agrícola tanto para el autoconsumo como para la venta.

La actividad ganadera, practicada en un alto porcentaje de las fincas cacaoteras, se encuentra dirigida principalmente a la producción extensiva de ganado bovino de carne, cuya proporción corresponde al 83 % del total de ganado; el 9 % corresponde a porcinos y el 7 % a equinos.

4.5 Área cultivada con cacao

Los cultivadores de cacao en estudio son generalmente pequeños productores, los cuales tienen pequeñas extensiones del cultivo en sus fincas, en promedio 2,4 ha/finca; excluyendo una finca con 15 ha de cacao, el promedio se reduce a 2 ha.

El promedio obtenido fue muy inferior a lo reportado en la zona por el BCIE/CATIE, en el año 1982, que era de 5 ha/finca. También fue inferior a la zona de San Carlos (3,8 ha/finca) y Puriscal (2,8 ha/finca).

Estos resultados nos indican que el área cultivada con cacao se redujo significativamente; de tal manera, que en una década disminuyó en 150 % aproximadamente, en relación a lo reportado por el BCIE/CATIE en 1982.

Según los productores encuestados, el cultivo del cacao en las fincas, no respondió a las expectativas de superación económica que tenían los productores al momento de la siembra del cultivo; en consecuencia la situación futura del área cultivada con cacao es incierta (Figura 11).

El 45 % de los productores encuestados piensan disminuir el área de cultivo, ya sea total o parcialmente y reemplazarlo con actividades agropecuarias más rentables a corto plazo.

De los productores que piensan reducir el área, el 23 % indica que reemplazaría el cacao por el cultivo de plátano, debido a que genera rápidos ingresos; el 15 % con especies maderables principalmente cedro o laurel; el 11 % con pastos; el 12 % con cultivos anuales principalmente maíz o yuca; y el resto con maracuyá, arazá, palmito de pejibaye, nuez moscada y café.

El 48 % de los productores piensa mantener las extensiones de cacao bajo rehabilitación, esperando que mejore su perspectiva futura (precios, demanda, y exportación).

El 7 % de los productores piensa aumentar el área de cultivo; esta reducida proporción de productores señalan que es la única especie cultivada que produce bajo el tipo de tierra de la finca, generando ingresos aunque reducidos, pero seguros y durante todo el año.

4.6 Procedencia de la semilla y edad del cultivo

Al igual que en la zona de San Carlos, la mayor parte de la semilla de cruces clonales utilizada para el establecimiento de las plantaciones de cacao en la zona Atlántica fueron producidas por el CATIE; autorizadas por la Oficina Nacional de Semillas y recomendadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería. Estas semillas, fueron distribuidas a las fincas por diferentes instituciones públicas y privadas que trabajan en la zona.

El 50 % del área cultivada fue distribuida por el IDA; el 21 % por ASBANA; el 11 % por ANAI, y el 1 % del área por JAPDEVA.

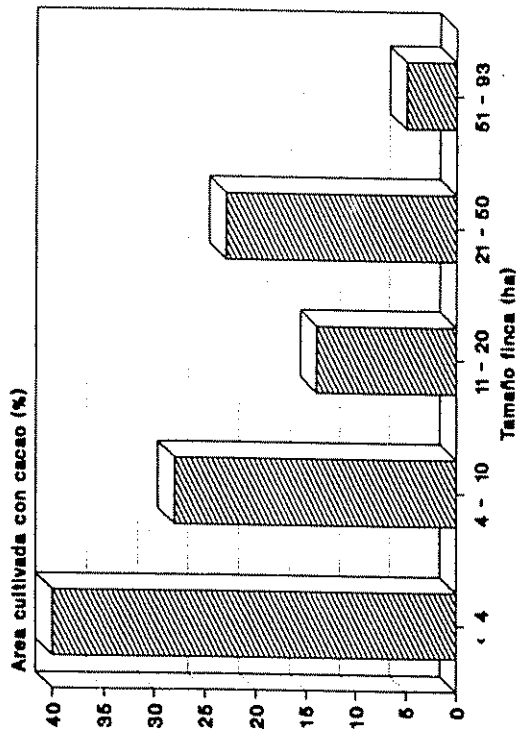


Fig. 10. Tamaño de las fincas versus área cultivada con cacao.

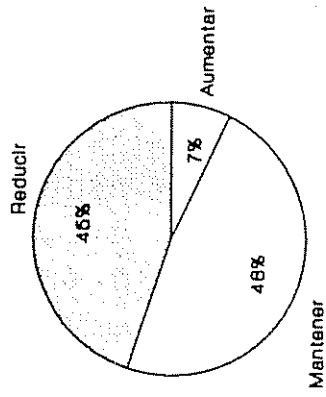


Figura 11. Perspectiva futura del área cultivada con cacao.

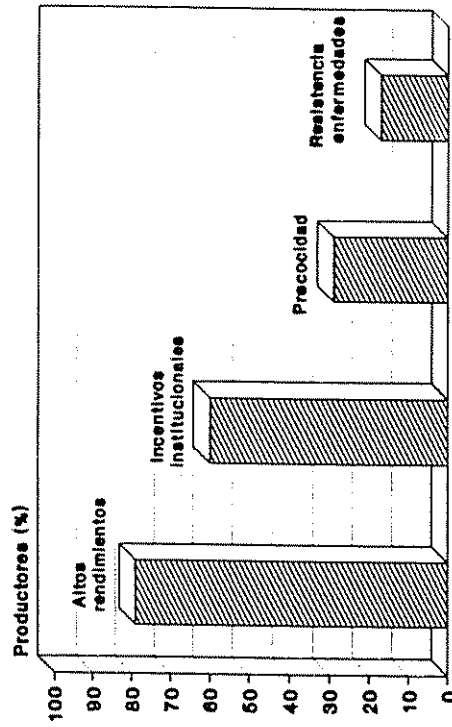


Fig. 12. Razones del productor para cultivar cruces clonales de cacao.

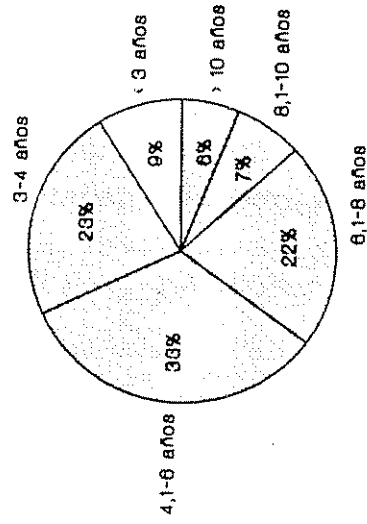


Figura 13. Edad de las plantaciones de cacao.

La firma Costa Rica Cocoa Products, más conocida por los productores encuestados como finca "Búfalo", proporcionó la semilla para el 3,5 % del área cultivada; esta institución produjo cruces clonales en la zona Atlántica, a partir de clones obtenidos del CATIE.

Las principales razones que impulsaron a los agricultores a utilizar semilla de cruces clonales de cacao fueron en orden de importancia: rendimiento; incentivos (crédito, asistencia técnica e insumos); precocidad y resistencia a la moniliasis y mazorca negra (Figura 12).

El promedio de edad de los árboles de cacao en las explotaciones estudiadas de la zona, fue de 4,8 años, con un rango que varió de 2 a 10 años. La edad promedio de los árboles del cantón de Guácimo (5,6 años), fue superior al cantón de Talamanca (4,4 años) y Siquirres (4,2 años).

La proporción de árboles que todavía no entraron en la etapa de producción (menos de 3 años de edad), alcanzan al 9 % del área total cultivada y fueron encontrados en el 14 % de las fincas estudiadas (Figura 13). En 91 % del área cultivada con cacao, los árboles ya alcanzaron la etapa de plena producción, puesto que tienen más de tres años de edad y fueron encontrados en el 68 % de las fincas en estudio.

4.7 Manejo del vivero

Solamente el 38 % de los productores realizó la producción de plantas en vivero construido en la finca; el resto recibió las plantas en la finca o participaron en trabajos conjuntos de vivero comunal y algunos realizaron la siembra directa de semillas en el campo.

Los productores que construyeron viveros en sus fincas, indican que la semilla fue sembrada de dos formas: el 86 % de los productores sembró en bolsas plásticas negras, y solamente el 14 % de productores sembró en eras o semilleros.

Con el propósito de proteger las pequeñas plantas del exceso de luminosidad, el 93 % de los productores construyeron un pequeño galerón con sombra provista de hojas de coco; el 7 % utilizó la vegetación natural como sombra.

El 57 % de los productores, no aplicó fertilizante a las plantas en la etapa del vivero; el resto de los productores emplearon abonos completos, del tipo 10-30-10 y 12-24-12. La cantidad promedio aplicada por planta fue de 20 g; la mayoría de los productores sólo aplicó al preparar el suelo en el vivero.

En general, los agroquímicos fueron utilizados por una baja proporción de productores en la etapa de vivero, debido probablemente a sus altos costos y al desconocimiento de su manejo. El número de aplicaciones de abono y la cantidad utilizada, fueron muy inferiores a lo recomendado en los paquetes tecnológicos (Anexo 1). Los resultados difieren de la zona de San Carlos y Puriscal donde la mayoría de productores emplearon este insumo (Morera *et al.*, 1991).

La selección de plantas fue realizada en el 85 % de las fincas que construyeron vivero. El principal criterio empleado por el 91 % de los productores para la selección de plantas fue la de separar plantas enfermas o defectuosas y escoger plantas de tallo grueso, altas y vigorosas. En promedio fueron descartadas 13 % de las plantas. Resulta conveniente destacar que el 9 % de productores realizó la selección, sin ningún criterio técnico.

El tiempo de permanencia de las plantas en el vivero varió de 90 a 365 días, con un periodo promedio de 126 días. Este promedio de tiempo se encuentra dentro los límites recomendados en los paquetes tecnológicos (Anexo 1).

Podemos concluir que a pesar de que los promedios se encuentran dentro lo recomendado técnicamente; algunos productores no realizaron la selección de plantas y/o dejaron las plantas en el vivero hasta un año, y los pocos agroquímicos utilizados fueron aplicados inadecuadamente; Todo esto indica que los viveros probablemente no fueron manejados adecuadamente ni se les brindó la atención requerida.

Investigaciones realizadas en las mismas plantaciones por Buy y Kouwen (1991), señalan que aquellos árboles que recibieron un buen manejo en la fase de vivero, presentaron un buen crecimiento del tronco.

4.8 Sitio de siembra

El 42 % de los productores no utilizó ningún criterio técnico en la ubicación del sitio de siembra del cacao; debido probablemente a la reducida asistencia técnica (Figura 14). Este factor posiblemente constituyó una de las importantes limitantes, para el desarrollo y producción del cultivo en estas fincas.

Entre los criterios técnicos más empleados por los productores se encuentran la buena fertilidad del suelo (Figura 14); entendiendo el productor como suelo fértil, aquel que tiene coloración oscura, buen drenaje y fácil de trabajar.

Los análisis de suelos solamente fueron realizadas en 10 % de las fincas en estudio. Estos análisis no fueron de mucha utilidad, porque los productores no sabían su interpretación.

Otro criterio importante y empleado por el 44 % de los productores, fue el buen drenaje de los suelos, a esta proporción se debe adicionar el 24 % de productores que seleccionaron los sitios altos, porque se supone que existe un buen drenaje.

El criterio de buen drenaje del suelo para el cultivo de cacao es válido técnicamente y es recomendado en los paquetes tecnológicos (Anexo 1), debido a que el cultivo no soporta el mal drenaje del suelo.

El 97 % de las explotaciones tenía algún sistema de drenaje en las plantaciones; de esta proporción, el 79 % era drenaje natural; el 7 % drenaje artificial y el 14 % ambos.

A pesar de que la mayoría de las explotaciones contaba con algún sistema de drenaje, su funcionamiento desde el punto de vista del productor fue bueno en el 68 % de los casos; en el 32 % de las restantes explotaciones el drenaje fue inadecuado.

Lo anterior es confirmado por Buy y Kouwen (1991), quienes indican que sólo la mitad de las explotaciones tenían drenaje de clase 4 (buen drenaje en la escala FAO).

Probablemente, otro factor limitante para el desarrollo y producción del cacao en algunas plantaciones en estudio fue debido al uso anterior de las tierras seleccionadas para el establecimiento de las nuevas plantaciones, donde la delgada capa húmica y por ende las propiedades físicas y químicas de estos suelos, fueron probablemente afectadas por la tala y quema de la vegetación forestal y por su posterior utilización durante muchos años con diferentes cultivos.

El 26 % del área destinada para la siembra del cacao fue utilizada con pastos, el 33 % con cultivos anuales, el 7 % con plátano, el 11 % con cacao criollo y el 4 % eran charrales; solamente el 3.7 % del área fue bosque natural.

El periodo de duración del uso anterior de la tierra fue muy variable y dependió del tipo de actividad agrícola; en el caso de los cultivos anuales, el periodo promedio de utilización fue de 5 años y en el caso del cacao "Matina" el promedio fue de 27 años.

4.9 Siembra

De acuerdo con las informaciones proporcionados por los productores encuestados, la siembra del cacao en las fincas de la zona comenzó en el año 1978, se fue incrementando hasta llegar a un máximo registrado entre los años 1984 y 1986, donde se sembró el 33 % del área total cultivada con cacao.

El máximo incremento registrado en estos años, pudo atribuirse a los precios ligeramente altos del producto y al ofrecimiento de incentivos institucionales (SEPSA, 1989).

En el 62 % de las explotaciones, la distancia de siembra más utilizada fue de 3 x 3 m, seguido por las distancias 3,5 x 3,5 m y 4 x 4 m, cada una en 14 % de las explotaciones.

A excepción de la última distancia, las mismas fueron las más comunes en la zona de San Carlos y Puriscal (Morera *et al.*, 1991) y fueron las que recomiendan los paquetes tecnológicos.

La aplicación de fertilizante durante la siembra se limitó al 58 % de las explotaciones; estos agroquímicos fueron utilizados en forma inapropiada y en cantidades inferiores (40-100 g/planta) a lo recomendado técnicamente; posiblemente debido al desconocimiento de su uso y al elevado costo.

Las fórmulas más utilizadas fueron la 10-30-10 en 66 % de las explotaciones, la 12-24-12 en 13 % y la 18-10-6-5 en 7 % de las explotaciones. En el 14 % de las explotaciones restantes se utilizó fertilizante simple, principalmente Urea y Nutrán.

La resiembra fue realizada en el 89 % de las explotaciones, pero en bajo porcentaje del área total cultivada con cacao (10 %). Este resultado fue diferente al de la zona de San Carlos donde el 16 % de los productores realizaron la resiembra.

El período de realización de la resiembra varió entre 1 y 24 meses; en la totalidad de las explotaciones fueron utilizadas plantas de la misma procedencia.

Al igual que en la zona de San Carlos, en la mayoría de las explotaciones en estudio (71 %), el cultivo de cacao fue asociado con otros cultivos durante la siembra, debido a que permitía al productor obtener ingresos extras y rápidos, además que ayudaba en el control de malezas y en la erosión de los suelos.

Los cultivos asociados al cacao generalmente fueron de rápido crecimiento y mantenidos durante los dos primeros años de edad del cacao; los más utilizados fueron el plátano, maíz, yuca y algunos frutales (Figura 15).

4.10 Sombra

La sombra temporal fue establecida en el 86 % de las explotaciones, mientras que la sombra permanente en 97 %; a pesar del establecimiento en la mayoría de las explotaciones, la época de siembra de la sombra fue inadecuada (Figura 16).

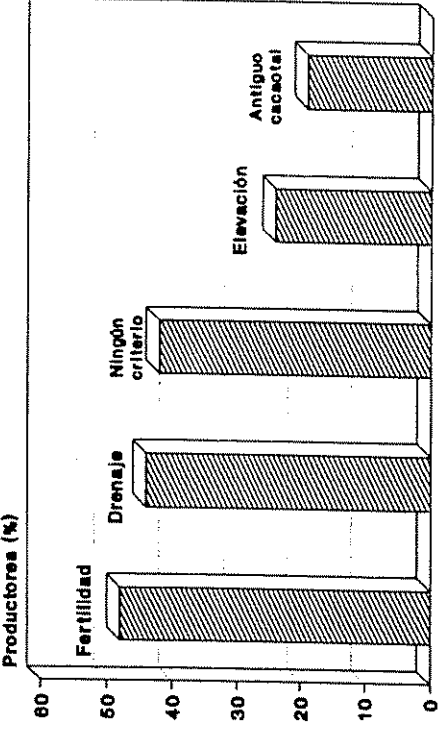


Figura 14. Criterios para ubicar sitios de siembra del cacao.

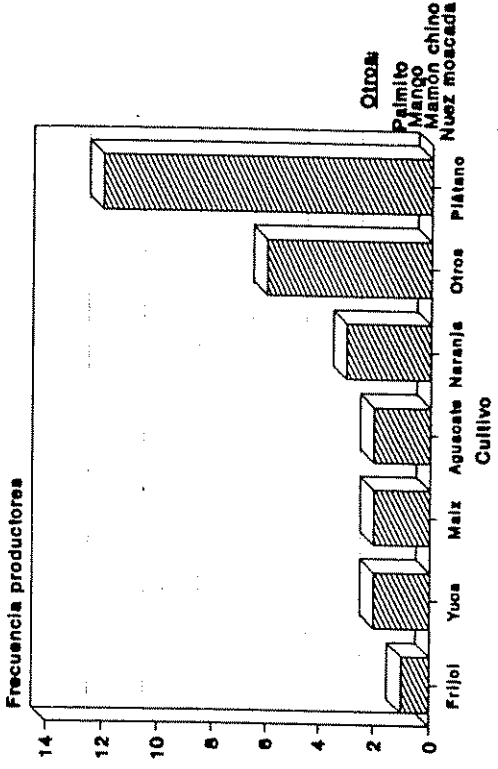


Fig. 15. Especies utilizadas como cultivos intercalados del cacao.

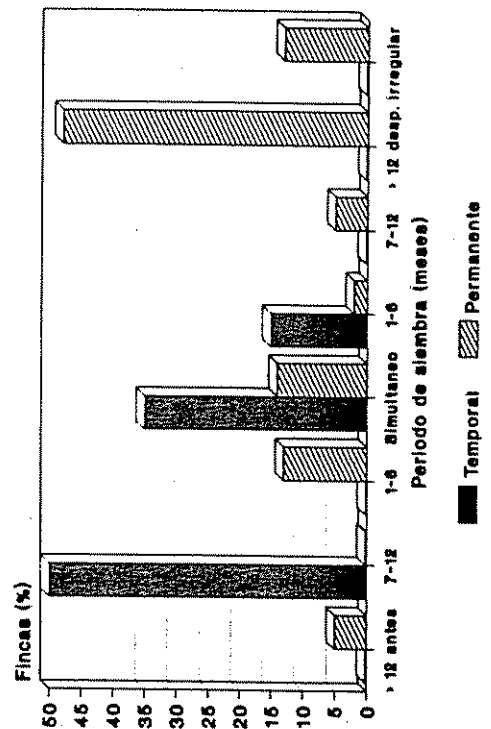


Fig. 16. Epoca de siembra de la sombra en relación con el cacao.

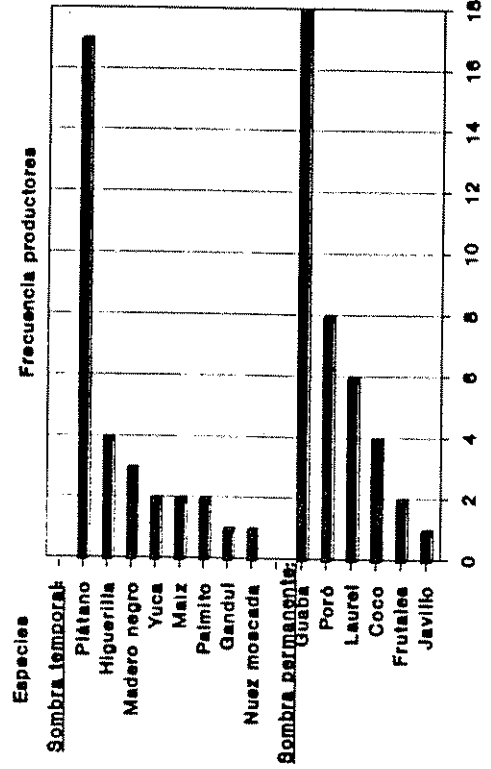


Fig. 17. Especies de sombra temporal y permanente en cacao.

La sombra temporal fue sembrada en la época recomendada tecnológicamente, en 50 % de las explotaciones (8 meses antes en promedio); en el resto de las explotaciones, fueron sembrados conjuntamente o después del cultivo de cacao.

La fecha de siembra de la sombra permanente presentó mucha variación debido a la mezcla de especies. En sólo 11 % de las explotaciones fue establecida antes de la siembra del cacao.

Estos resultados indican que los productores probablemente no disponían de un patrón definido de manejo de sombra al momento del establecimiento de los cacaotales. Este hecho probablemente, afectó negativamente al rendimiento y la longevidad futura de las plantas de cacao.

Las especies utilizadas como sombra (Figura 17), se encuentran dentro de lo recomendado en los paquetes tecnológicos de Enríquez y Paredes (1982), IDA (1984) y el paquete elaborado para la zona por el INA (1987). La mayoría de estos tipos de sombra fueron similares a las utilizadas en las zonas de San Carlos y Puriscal (Morera *et al.*, 1991).

Las especies más utilizadas como sombra temporal fueron el plátano, la higuera, el madero negro y algunos cultivos anuales como la yuca y el maíz; la guaba, el coco, el poró y el laurel para el caso de la sombra permanente.

En relación a la distancia de siembra de las especies utilizadas para sombra permanente se observa que existe mucha variación entre fincas. La guaba fue sembrado principalmente a 25x25, 12x12 y 15x15; el coco a 12x12, 9x9 y 6x9; el poró a 10x10, 20x20, y 6x6; en laurel y algunos frutales la distancia fue muy irregular.

De manera general, se puede afirmar que actualmente la sombra es inadecuada en la mayoría de las plantaciones en estudio. Los árboles de sombra permanente no están ordenados o alineados en las plantaciones; los cuales se encuentran dispersos o agrupados en determinadas partes de la plantación; sólo el 24 % de los productores realizan la poda de los árboles de sombra.

Buy y Kouwen (1991), señalan que la mucha o poca sombra, influyó negativamente en el crecimiento de las plantas; reportando que el crecimiento del tronco de las plantas fue mayor en plantaciones que tenían entre 30 y 60 % de sombra.

A consecuencia de la excesiva sombra la humedad relativa fue alta en las plantaciones, favoreciendo al desarrollo de algunas enfermedades fungosas como la moniliasis y la mazorca negra; además de que la tasa fotosintética se redujo.

Lo anterior fue confirmado por los propios productores, cuando se les consultó sobre el estado de sombra en sus cacaotales (Figura 18); solamente el 15 % de las plantaciones presentó condiciones adecuadas de sombreadamiento, en el resto el sombreadamiento es deficiente o excesivo.

4.11 Poda

Tanto la poda de formación como la de mantenimiento fueron realizadas en el 93 % de las fincas respectivamente. En algunas fincas la poda no fue realizada en todos los árboles de la plantación.

La poda de formación fue una actividad encaminada a eliminar los chupones, a fin de dejar un sólo tallo hasta la formación de la horqueta y posteriormente dejaban de 3 a 4 ramas.

Para el 59 % de las fincas que aplicaron la poda de mantenimiento, la labor consistió en realizar frecuentes deschuponados; el restante 41 % de las fincas, además de realizar el deschuponado, podaron ligeramente los árboles para darle forma y al mismo tiempo eliminaron las partes enfermas y las ramas mal formadas.

La poda de rehabilitación fue realizada en el 17 % de las fincas en estudio. La forma de efectuar la poda varió desde una poda drástica, aplicado en el 80 % de las fincas, hasta una poda drástica más raleo de árboles de cacao, esta última aplicada en 20 % de las fincas.

La poda fitosanitaria fue aplicada en 79 % de las fincas; para el 96 % de estas fincas la poda consistió básicamente en eliminar los frutos y ramas enfermas; los cuales posteriormente fueron dejados en el campo. En el resto de las fincas los residuos vegetales fueron quemados.

En resumen, podemos indicar que a pesar de que la gran mayoría de los productores de cacao reportan la práctica de poda, su frecuencia de aplicación fue irregular; existiendo mucha variación entre las fincas.

4.12 Fertilización

La fertilización fue una de las prácticas que casi no se efectuó, ya que de las 29 explotaciones en estudio sólo el 4 % la utilizaron.

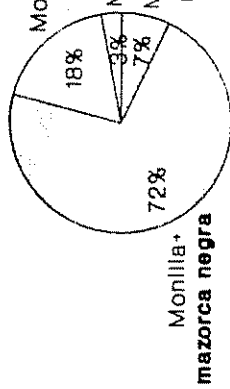
Estos agroquímicos han sido utilizados principalmente durante los primeros años después del establecimiento de las plantaciones, dejando de utilizarse debido a sus altos costos, a lo poco remunerativo de la actividad cacaotera y a la poca respuesta obtenida de su aplicación.

Solamente un productor (4 %) reportó utilizar fertilizante, el 41 % de productores nunca utilizaron y el 55 % restante dejó de emplearlo. Estos resultados fueron inferiores en relación a lo reportado por el IDA (1984), en donde el 37 % de los productores del distrito de Bataán y Matina utilizaban fertilizante en las plantaciones; estos resultados también fueron inferiores de las zonas de San Carlos y Puriscal (Morera *et al.*, 1991).

Respecto al periodo de aplicación del abono, el 47 % de los productores señala haber aplicado hasta el primero y segundo año, después de la siembra del cacao; el resto indica hasta el tercero y sexto año de edad de los árboles.

El tipo de fertilizante más utilizado, consistió en fórmulas completas, entre las que se destacan la 18-10-6-5, en un 59 % y la fórmula 12-24-12 en 6 % de los casos. Los abonos simples, como el Nutrán y la Urea, fueron poco usados en la zona.

Enfermedades que afectan los frutos



Enfermedades en otras partes de la planta

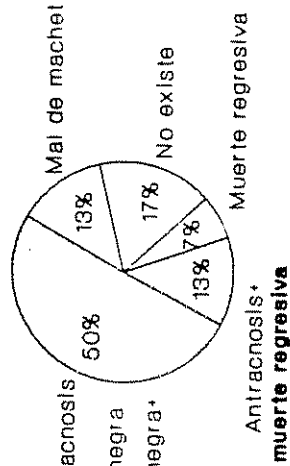


Figura 19. Enfermedades que afectan las fincas de cacao.

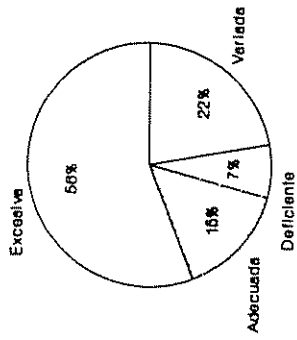


Figura 18. Calificación del estado de la sombra en las plantaciones.

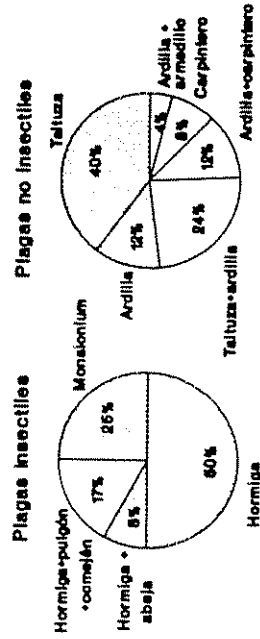


Figura 20. Plagas que afectan las plantaciones de cacao.

Respecto a la cantidad aplicada, se debe hacer notar que algunos productores no recordaron perfectamente la cantidad que utilizaron; razón para que el rango de variación fuera amplio, de 100 a 500 g/planta, para un promedio de 218 g/planta. La frecuencia de aplicación más empleada (76 %) fue de dos a tres veces por año.

4.13 Control de malezas

El combate de malezas en las plantaciones estudiadas de la zona, comprendió labores mecánicas, aplicación de productos químicos y el manejo de la sombra.

Entre las labores mecánicas más utilizadas están las chapias en el 97 % de explotaciones y la rodajea en el 55 %. La rodajea fue utilizada el primer año y consistió en cortar manualmente las malezas en círculo, alrededor de los árboles de cacao.

La frecuencia de aplicación de las chapias varió de 1 a 8 veces al año. En general, la frecuencia promedio tanto de las chapias como de las rodajeas fue relativamente inferior a lo recomendado en los paquetes tecnológicos (Anexo 1).

Los herbicidas fueron utilizados en el 72 % de las fincas; el cual fue superior a lo reportado por el IDA (1984), e inferior a la zona de San Carlos (Morera *et al.*, 1991).

El Paraquat (Gramoxone o Radex), fue el principal herbicida empleado en las fincas de la zona (95 %); la frecuencia de aplicación varió de 1 a 3 veces por año. Para una hectárea fueron utilizados en promedio 2,4 litros de herbicida. Este promedio fue casi semejante a lo que recomiendan los paquetes tecnológicos.

4.14 Control de enfermedades

Los resultados obtenidos, resaltan la alta incidencia de monilia seguida de la mazorca negra, como los principales factores responsables por los bajos rendimientos del cultivo de cacao en la zona (Figura 19).

La totalidad de las explotaciones en estudio registran entre 2 a 90 % de mazorcas enfermas al momento de la cosecha. La monilia asociado a la mazorca negra fueron reportadas por el 79 % de los productores; el resto reportó daños producidos en forma aislada por alguna de éstas enfermedades.

Estos resultados fueron semejantes a los obtenidos por Bok *et al.* (1988) en la parte sur de la zona Atlántica; quienes agregan que una vez que los productores lograron convivir con la monilia, se observó que las prácticas culturales de control requerían de más mano de obra y un cuidado más intensivo a la vez que la producción era menor. Los resultados fueron diferentes a los de la zona de San Carlos, en donde la enfermedad más importante fue la mazorca negra (Morera *et al.*, 1991).

Para controlar éstas enfermedades, el 76 % de los productores se limitó al corte de las mazorcas enfermas sin efectuar la eliminación o remoción de la plantación, como lo recomiendan los paquetes tecnológicos (Anexo 1). Esta forma de control es casi semejante a la realizada por los productores de la zona de San Carlos, salvo que en esta zona, existen algunos productores que realizan la eliminación de mazorcas enfermas después del corte (Morera *et al.*, 1991).

El uso de fungicidas en el control de las enfermedades alcanzó el 41 % de las fincas de la zona. Los productos más utilizados fueron los cúpricos (62 %) y en menor proporción mezclado con benlate (38 %). La cantidad empleada y la frecuencia de aplicación fue muy irregular, de 1 a 2 l/ha de fungicida y una frecuencia de aplicación de 1 a 24 veces/año.

En el 82 % de las fincas se detectó la presencia de otras enfermedades, pero que provocan daños en órganos diferentes al fruto (Figura 19). De estas enfermedades la antracnosis asociada a la muerte regresiva fueron la más frecuentes (68 % de las fincas); esta última enfermedad aparece asociada con ataques severos de Monalonium braconoides.

Los daños provocados por las enfermedades secundarias fueron menos importante que los que atacan los frutos. La totalidad de las fincas controla en forma manual; lo más común, consiste en cortar la ramas enfermas y dejarlas en el campo; otras formas menos comunes son cortar y quemar las ramas enfermas o arrancar toda la planta enferma y retirarla fuera de la parcela.

4.15 Plagas

Al igual que en la zona de San Carlos los daños provocados por las plagas en las plantaciones en estudio, fueron menos severos e importantes que las producidas por las enfermedades.

Del total de las fincas en estudio solamente el 41 % fueron afectados por el ataque de plagas insectiles. Las de mayor importancia fueron las hormigas y el monalonium asociado a la muerte regresiva (Figura 20); estos resultados difieren respecto a San Carlos donde los chinches y los gusanos fueron los más importantes (Morera *et al.*, 1991).

El 100 % de los productores con plantaciones afectadas por plagas insectiles, manifiestan que realizan el control mediante la aplicación de productos químicos, resultado que fue casi semejante a la zona de San Carlos, por otra parte fue superior al obtenido en la zona por el CATIE (IDA, 1984), quienes reportaron que menos de la cuarta parte de los productores las utilizaba.

Los insecticidas más comúnmente utilizados fueron el Tamarón en el 25 % de las fincas, Lannate y Heptacloro en el 17 % de las fincas, y en menor frecuencia fueron utilizados el Folidol, Clordano, Mirex, Thiodan y Sandoz. La frecuencia de aplicación varió de 1 a 12 veces por año y de 0,3 a 3 l/ha.

Las plagas no insectiles afectaron al 86 % de explotaciones; las más importantes fueron la taltuza seguida de la ardilla (Figura 20); este resultado fue diferente al de la zona de San Carlos donde la principal plaga fue la ardilla seguida de la taltuza (Morera *et al.*, 1991). Otras plagas que afectaron a las fincas fueron el pájaro carpintero y el armadillo.

La forma de control de estas plagas varió según la importancia del ataque y tipo de animal, siendo las trampas y los químicos los más empleados en el control de la taltuza; las armas de fuego en el caso de la ardilla.

4.16 Prácticas culturales

Según la opinión de los productores cacaoteros, las prácticas culturales que tuvieron mayor importancia y atención en el manejo del cultivo de cacao, fueron el control de las enfermedades, la poda y el manejo de la sombra (Figura 21).

Relacionando las labores a los cuales el productor brindó mayor importancia en su ejecución y la proporción de fincas donde fueron realizadas estas labores (Figura 22), podemos señalar que existe poca relación entre las mismas. Se nota que algunas prácticas que fueron consideradas como de muy importantes por los productores fueron realizadas en una menor proporción de fincas, probablemente debido a factores tecnológicos, económicos para la compra de insumos, y a un mayor empleo de mano de obra.

4.17 Cosecha y actividades post-cosecha

En las explotaciones estudiadas de la zona Atlántica de Costa Rica, se registran meses de mayor y menor cantidad de mazorcas maduras recolectadas durante el año (Figura 22).

Los resultados mostraron que en la zona Atlántica existen dos periodos de mayor cosecha durante el año (octubre a diciembre y marzo a abril) y dos de menor cosecha (junio a agosto y enero a febrero). Estos resultados fueron semejantes a los obtenidos en "La Lola" por Hardy (1961) y en la zona de San Carlos.

El intervalo entre cosechas fue dependiente del rendimiento de los árboles de cacao; en los periodos de mayor cosecha varió de 8 a 60 días, para un promedio de 19 días. El rendimiento promedio en estos periodos fue de 32 kg/ha de grano seco de cacao; con un rango de 5 a 90 kg/ha.

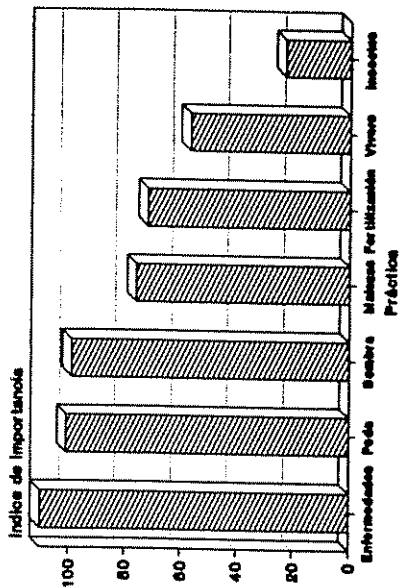


Fig. 21. Importancia de las prácticas de manejo para el productor.

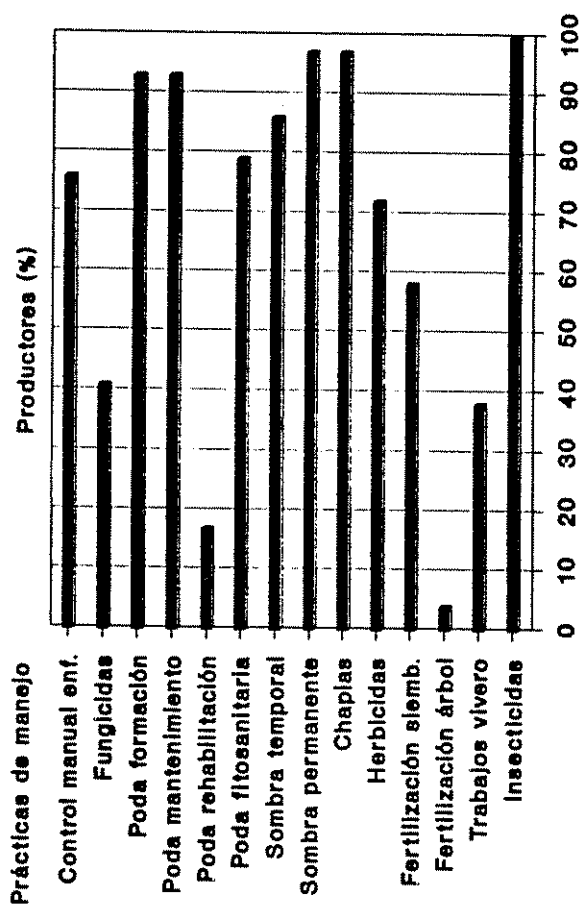


Figura 22. Prácticas de manejo realizadas en el cultivo de cacao.

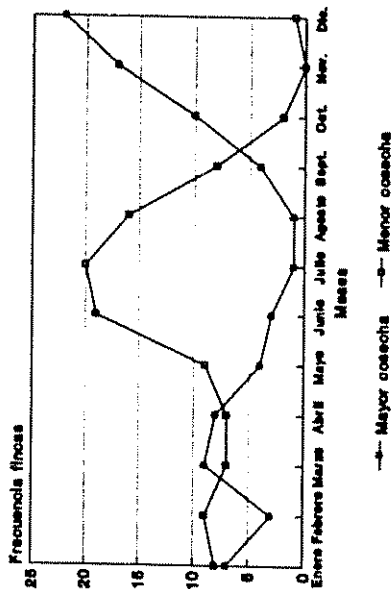


Figura 23. Meses de mayor y menor cosecha de cacao.

En los periodos de menor cosecha el intervalo varió entre 15 y 90 días, para un promedio de 32 días. El rendimiento promedio de estos periodos fue de 8,5 Kg/ha de grano seco de cacao, con un rango que varió de 0 a 21 Kg/ha.

Los intervalos entre cosechas fueron mayores a los recomendados en los paquetes tecnológicos, debido a los bajos rendimientos del cultivo en la zona.

El rendimiento anual por área en las fincas fue de difícil determinación porque gran parte de los productores no llevó registros de producción y en algunos casos contestó sin mucha seguridad, generalmente tenían la tendencia a disminuir el nivel de rendimiento declarado (Figura 24).

En el 79 % de las fincas, el rendimiento obtenido varió entre 0 y 350 kg/ha/año de cacao seco; de los cuales cerca de la mitad tuvieron un promedio inferior a los 150 Kg/ha/año.

Teniendo en cuenta que la mayoría de los árboles de cacao de las plantaciones en estudio tenían más de tres años de edad, el rendimiento promedio fue de 243 kg/ha/año de cacao seco.

Este resultado fue muy inferior a los 800 kg/ha/año, documentado por el IDA (1984), mediante la utilización de cruces clonales. En la zona de San Carlos fue obtenido entre 400 y 800 kg/ha/año y en zona de Puriscal 661 kg/ha (Morera *et al.*, 1991). El promedio nacional para el año 1988-89 fue de 265 kg/ha/año de cacao seco (SEPSA, 1989).

El rendimiento promedio del cantón de Siquirres fue superior a los otros dos cantones (Figura 25); seguido por el rendimiento promedio del cantón de Guácimo. Todos los rendimientos fueron muy inferiores a los 800 kg/ha reportados por el BCIE/CATIE (1982).

Estos bajos rendimientos fueron consecuencia de una combinación de factores, entre los cuales se destacan la alta incidencia de enfermedades, el drenaje inadecuado de los suelos, el mal manejo de las plantaciones (vivero, sombra, poda, control de enfermedades, malezas), clase de semilla utilizada y algunos factores edáficos y agroclimáticos adversos.

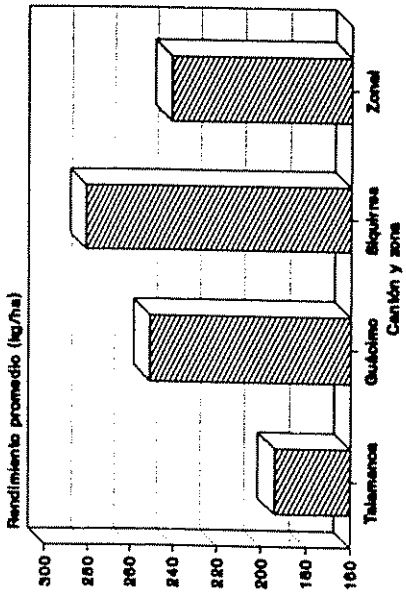


Fig. 25. Rendimiento anual de cacao seco por cantón/zona.

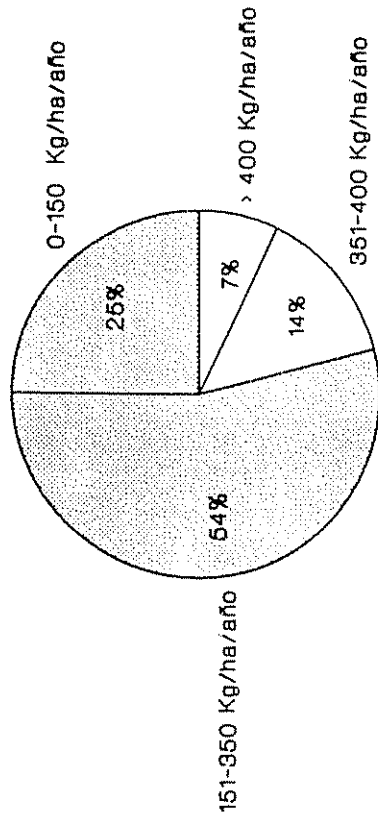


Figura 24. Rendimiento anual de cacao seco.

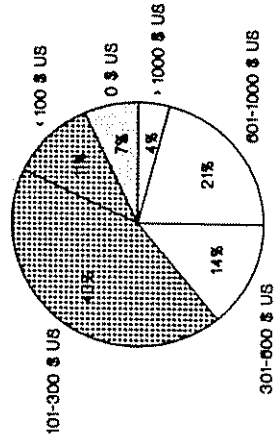


Figura 26. Ingreso anual bruto generado por el cultivo de cacao.

4.18 Procesamiento y comercialización

El 82 % de las fincas estudiadas realizó el beneficio de los granos, puesto que los comercializa en estado seco. El 18 % de las explotaciones restantes no realizaron ningún tipo de beneficio.

Los estudios realizados por SEPSA (1989) y Nederend (1990), concuerdan con los resultados obtenidos en la encuesta, de que no existe un sistema establecido de precios, de acuerdo a la calidad del cacao, y en consecuencia, a falta de incentivos el productor no se preocupa por mejorar la calidad.

El 70 % de los productores, fermenta su cacao en sacos, esto no es recomendable técnicamente; el 30 % fermenta en cajas de madera. El periodo de fermentación fluctuó de 2 a 3 días para el 65 % de los productores y de 4 a 5 días en el 35 % restante. El paquete tecnológico recomiendan fermentar de 4 a 6 días.

El 91 % de los productores procesó el secado de granos en plataformas de madera y el resto en sacos plásticos.

El proceso de comercialización en la zona fue fácil; el 96 % de los productores vendió a los intermediarios, quienes a su vez lo comercializaron con la Costa Rica Cocoa Products y El Gallito. En la zona de San Carlos sucedió lo contrario, todo el grano se comercializó a través de COOPESANCARLOS (Morera *et al.*, 1991).

4.19 Ingresos generados por el cacao

El producto del cacao en la zona Atlántica, fue destinado exclusivamente para la comercialización, generando ingresos de monto reducido y variable durante todo el año (Figura 26).

Considerando que el precio pagado por kilo de grano seco de cacao varió entre 0,5 y 0,9 US \$, el 61 % de los productores encuestados, obtuvo un ingreso bruto inferior a 300 US \$; de los cuales el 7 % de no obtuvo ningún ingreso del cultivo de cacao. Estos ingresos contribuyen de manera muy reducida e insignificante a las necesidades económicas familiares del productor.

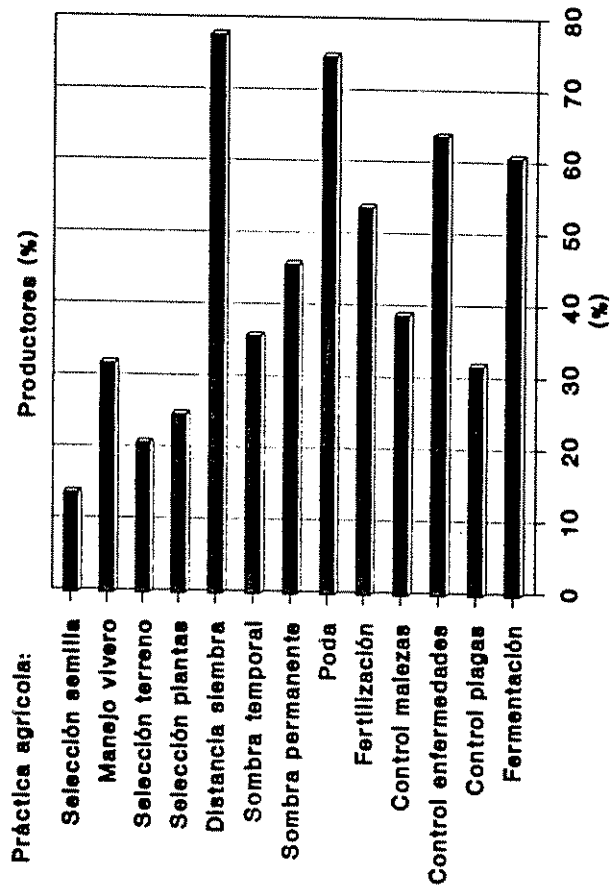


Fig. 29. Prácticas agrícolas apoyadas por la asistencia técnica.

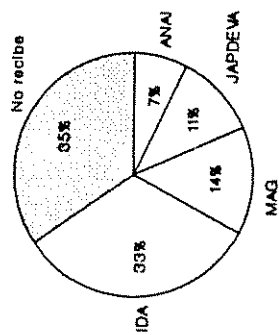


Figura 27. Asistencia técnica institucional.

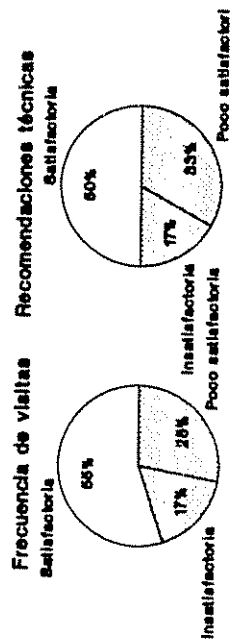


Figura 26. Calificación de la asistencia técnica recibida.

4.20 Asistencia técnica

El porcentaje de productores de cacao híbrido que recibieron asistencia técnica institucional fue de 64,3 % del total encuestado; el 36,7 % restante de los productores no recibió asistencia técnica (Figura 25).

El 50 % de los productores señala que no requerían ni solicitaron asistencia técnica; el restante 50 % señala que no recibió este servicio por la escasa cobertura y debido a la falta de interés de las instituciones para trabajar con ellos.

El servicio de asistencia técnica para el cacao, fue brindado en la zona Atlántica a través de varias instituciones (Figura 27), tanto de tipo gubernamental como autónomo, las cuales cubren determinadas áreas dentro la zona Atlántica.

De estas instituciones, el IDA fue la que presentó el más alto porcentaje de cobertura, prestando asistencia técnica al 32 % de los productores de cacao; el MAG al 14 %, brindando los servicios a través de sus agencias de extensión distribuidos por toda la zona; JAPDEVA al 11 %, los cuales están ubicados en su mayoría en el cantón de Siquirres; y la Asociación ANAI, entidad autónoma que presta sus servicios principalmente en el cantón de Talamanca, mostró una cobertura del 7,1 % de los productores.

A pesar de la existencia de numerosas instituciones en la zona brindando asistencia técnica, la transferencia tecnológica a los productores fue poco satisfactoria e insuficiente, lo cual concuerda con los estudios realizados en la parte sur de la zona Atlántica, por Bok *et al.* (1988).

Entre algunos posibles factores que contribuyeron para alcanzar estos bajos resultados de adopción podemos citar, la frecuencia de visitas de asistencia técnica, la calidad de la asistencia técnica, pérdida de confianza de los productores en las recomendaciones técnicas, falta de recursos económicos del productor para la compra de insumos, y el sistema de cultivo.

El 61 % de los productores, fueron visitados por los técnicos a intervalos de 7 a 30 días; mientras que el 33 % de los productores a intervalos de 60 a 180 días.

La frecuencia de visitas técnicas fue calificado por el 45 % de los productores de insatisfactoria a poco satisfactoria (Figura 28), el 55 % restante las calificó de satisfactoria. La frecuencia de visitas fue más irregular en áreas que no estuvieron comprendidas dentro de los asentamientos campesinos del IDA y que generalmente fueron atendidas por el MAG.

El 50 % de los productores calificó la calidad de asistencia técnica recibida como satisfactoria, el 50 % restante las calificó de insatisfactoria a poco satisfactoria.

El 78 % de los productores entrevistados no siguieron las recomendaciones técnicas o las siguieron a veces; debido a la poca confianza y a que la adopción de las recomendaciones técnicas implicaban una inversión, ya sea en insumos agrícolas o en tiempo de trabajo del productor, que esta acostumbrado a un sistema de cultivo básicamente extractivo (Bok *et al.*, 1988).

Las principales labores agrícolas en la que el productor entrevistado recibió asistencia técnica institucional fueron (Figura 29), la distancia de siembra, a cargo del IDA y ANAI; la poda, a cargo del IDA y ANAI; el control de enfermedades, a cargo del IDA; y el "beneficio" a cargo del IDA y el CATIE.

4.21 Crédito

Del total de fincas en estudio, el 48 %, recibieron crédito para el cultivo de cacao; al respecto informes del BCIE/CATIE (1982), indican que para el otorgamiento del crédito los bancos exigían la siembra de semilla certificada para el establecimiento y la renovación.

Entre las principales causas que citan los productores de no haber recibido crédito se incluyen la falta de títulos de propiedad (46 %); el temor a no poder pagar la deuda (33 %), y el desconocimiento para solicitar crédito (22 %).

Las mismas causas fueron señalados por Oñoro (1990) para el asentamiento Neguev y por Waaijenberg (1990) para el distrito de Río Jiménez.

El 77 % de los productores beneficiados recibieron crédito del IDA, BNCR y JAPDEVA, para 1 a 2 ha; y el 23 % para 3 a 5 ha; el promedio fue de 2 ha, con un rango entre 1 y 5 ha.

El monto de los créditos variaron de 100 a 1000 US \$/ha/productor; para un promedio de 580 US \$/ha/productor. El plazo de pago fue de 6 años, más 2 años de periodo de gracia y un interés anual promedio del 12,5 %.

Los resultados de la encuesta mostraron que el 76 % de los productores beneficiados por crédito y que constituyen la mayoría adeudan el 100 % del monto de crédito obtenido, debido a la baja rentabilidad de la actividad cacaotera.

Solamente el 12 % cumplieron con el pago del 100 % del crédito; de los cuales el 72 % de estos productores manifestaron que los fondos para el pago del crédito, lo obtuvieron de otras actividades; solamente el 28 % de los productores canceló con fondos generados por el cultivo de cacao.

4.22 Ventajas y deventajas del cultivo

El cultivo de cacao en la zona Atlántica, presenta algunas ventajas, que hacen que el cultivo todavía sea mantenido en las fincas; a pesar de que actualmente ya no se le brinda la suficiente atención o el cuidado que requiere (Figura 30).

Entre las ventajas se incluyen la facilidad de comercialización del producto; producción de frutos durante todo el año y la facilidad de manejo del cultivo, la cual permite el uso de mano de obra familiar. A excepción de la tercera ventaja, todas las otras fueron reportadas en los estudios realizados por el IDA (1984).

Las desventajas más importantes reportado por los productores (Figura 31) fueron la alta incidencia de la monilia, precios bajos del producto, y la clase de semilla.

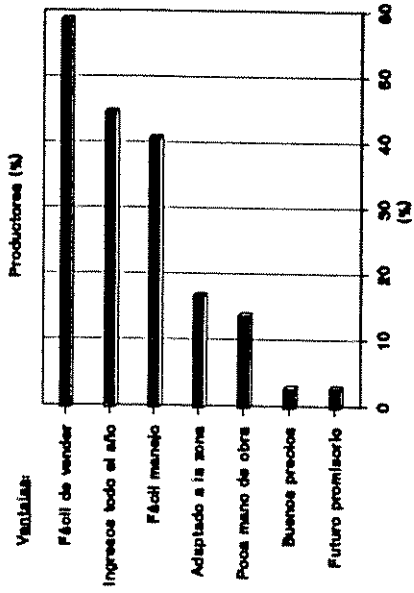


Figura 30. Ventajas que presenta el cultivo de cacao.

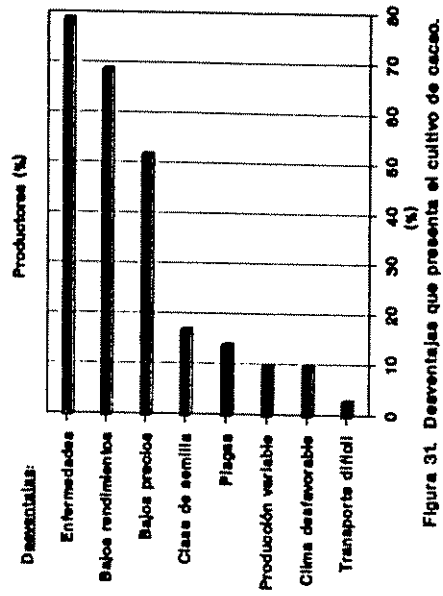


Figura 31. Desventajas que presenta el cultivo de cacao.

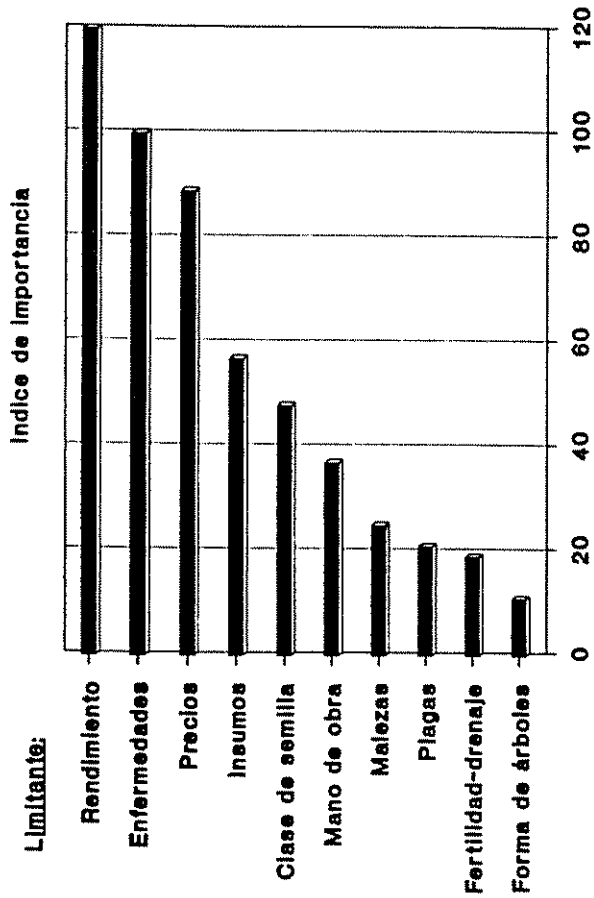


Figura 32. Problemas limitantes de la producción de cacao.

Las mismas desventajas fueron reportadas en estudios realizados en la zona Atlántica por el BCIE/CATIE (1982), IDA (1984), Bok *et al.* (1988), Oñoro (1990), Brenes (1990). Este último autor agrega algunos otros factores agroclimáticos y fisioedáficos limitantes en ciertas áreas de la zona Atlántica.

4.23 Factores limitantes de la producción

Con la finalidad de detectar y jerarquizar los actuales problemas limitantes de la producción cacaotera en la zona Atlántica se solicitó la opinión de los productores, sobre los diez problemas más generalizados del cultivo en la zona.

Los problemas más importantes en orden de importancia fueron el bajo rendimiento del cultivo, alta incidencia de la moniliasis bajo precio del producto, alto costo de los insumos y la clase de semilla de cacao (Figura 32). La mayoría de estas limitantes se encuentran entre las principales desventajas del cultivo de cacao reportado por los productores de la zona.

Estas limitantes fueron similares a las reportadas en estudios realizados en la zona Atlántica por el IDA (1984); la que agrega entre otras limitantes la falta de crédito y capital de trabajo; SEPSA (1989); Waaijenberg y Tazelaar (1990); y Brenes (1990).

Como se notará en los resultados obtenidos, los problemas limitantes de la producción de cacao en la zona, fueron de diferente tipo y origen. Todos estos problemas constituyeron un complejo articulado que relacionó distintas causas en un sólo sistema "SISTEMA CACAO" (Figura 33).

Todos estos factores limitantes, sumados a la inadecuada tecnología empleada en la producción del cultivo, al deficiente manejo del cultivo, a las condiciones inadecuadas de algunos suelos y a la pérdida de confianza de los productores, hacen que la actividad cacaotera en la zona se torne muy poco atractiva y rentable, provocando el abandono o reemplazo de las plantaciones con cacao.

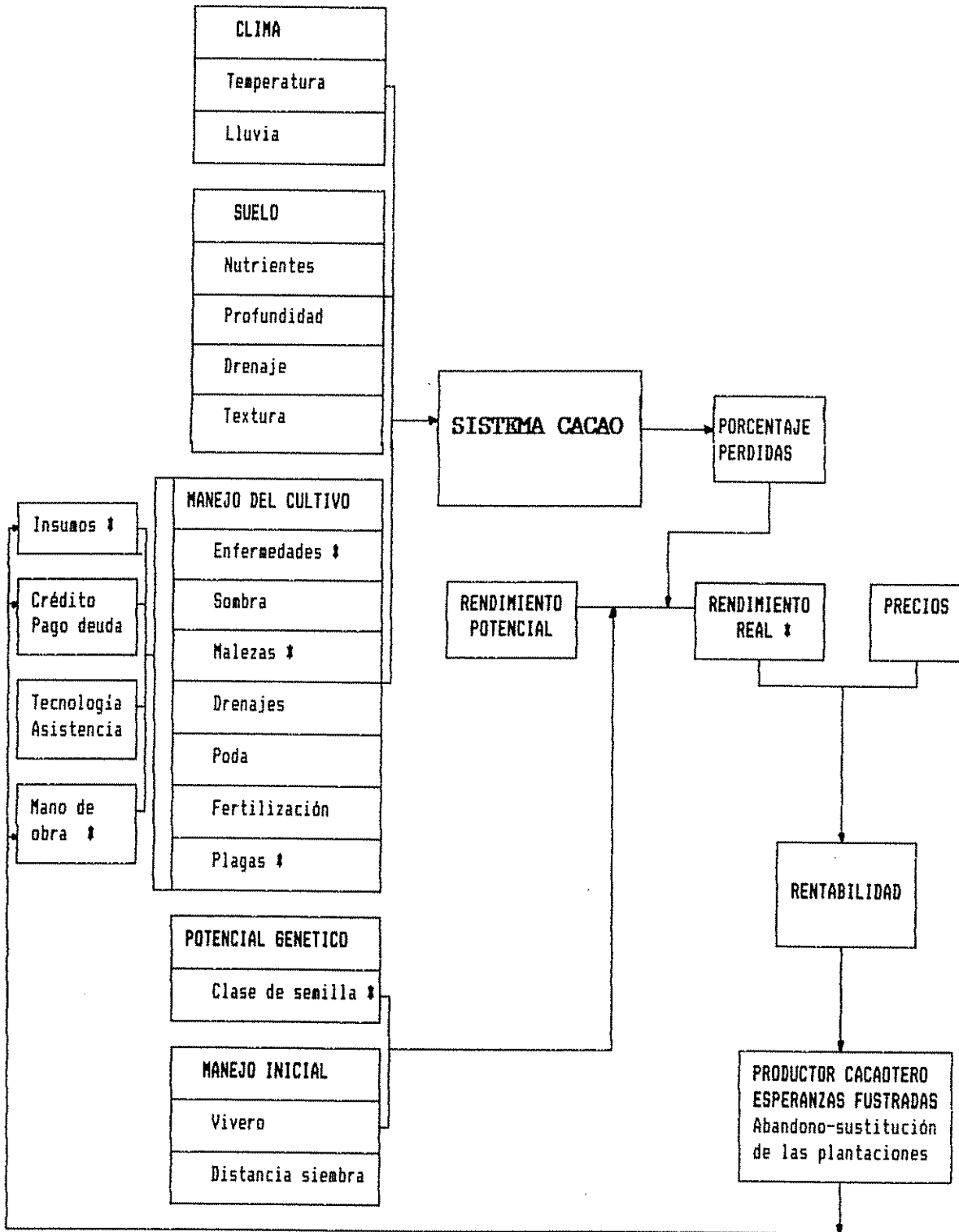


Figura 33. Modelo simplificado de los factores que influyen en la producción y productividad del cacao. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991. (* limitantes identificadas por los productores).

II. RENDIMIENTO Y COMPATIBILIDAD DEL CACAO

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización del área de investigación

El área de investigación para estimar el rendimiento se ubicó en los cantones de Guácimo y Talamanca, y para estudiar la compatibilidad de los árboles, se eligió el cantón de Guácimo; ambos de la provincia de Limón, Costa Rica (Figura 1).

Los criterios utilizados para la selección de estos dos cantones fueron semejantes a los utilizados en el primer estudio ya que existe una amplia variación en el nivel productivo de las fincas y la ubicación de las mismas facilitó la ejecución de las labores de polinización artificial.

5.2 Material experimental

Fincas de 20 productores de cacao, fueron seleccionados 2 lotes de 15 x 15 m (15 a 25 árboles/lote); el primer lote se ubicó en el área de mayor rendimiento de la finca y el otro en el lote de menor rendimiento.

Los lotes fueron seleccionados por el propio productor. La razón para utilizar 2 lotes se debió principalmente a que los factores que determinan el desarrollo y productividad del cultivo no fueron homogéneos dentro de la finca.

Para estudiar la compatibilidad, la muestra consistió de 40 árboles (cruces clonales de cacao F1), seleccionados de las fincas de 5 productores con 8 árboles por finca.

Los árboles fueron seleccionados y clasificados en árboles de alta o baja productividad de mazorcas, tomando en cuenta el número total de mazorcas contadas durante el año (Cuadro 6); y que los árboles tuvieran un buen vigor de tronco.

Cuadro 6. Arboles de cacao seleccionados en el cantón de Guácimo para determinar la compatibilidad. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991.

Productor (parcela)	Arbol	Promedio mazorcas/árbol *	Diámetro tronco
1	1	1,2	6,7
	2	4,8	8,0
	3	9,6	5,7
	4	2,4	7,0
	5	10,8	8,3
	6	22,8	9,2
	7	26,4	8,3
	8	42,0	7,6
2	1	0,0	11,8
	2	10,8	10,2
	3	14,4	12,7
	4	15,6	11,5
	5	45,6	10,1
	6	45,6	10,1
	7	52,8	11,8
	8	57,6	11,8
3	1	7,2	8,6
	2	9,6	8,6
	3	15,6	8,9
	4	16,8	8,6
	5	46,8	9,5
	6	50,4	8,9
	7	52,8	8,6
	8	56,4	8,9
4	1	9,6	8,6
	2	14,4	13,7
	3	15,6	12,0
	4	20,4	11,4
	5	96,0	13,0
	6	106,8	9,6
	7	133,2	16,5
	8	141,6	13,7
5	1	2,4	13,0
	2	8,4	15,9
	3	9,6	11,4
	4	8,4	14,3
	5	84,0	15,0
	6	93,6	19,0
	7	128,4	11,8
	8	188,4	15,2

Nota: * Este promedio representa el número de mazorcas contadas durante las 5 visitas. Periodo 1990-91.

5.3 Metodología y recolección de los datos

En cada uno de los lotes, se procedió a realizar la medición y observación directa de los árboles mediante visitas periódicas a intervalos de 2 y 3 meses, durante un año.

Se utilizaron formularios de registro, elaborados y empleados por el programa de la Zona Atlántica (CATIE/UAW/MAG).

Las variables empleadas fueron la medición del diámetro del tronco a 30 cm sobre la superficie; el número de flores por árbol; el número de mazorcas enfermas; y el número total de mazorcas por árbol. Las mazorcas tenían más de diez cm de largo, con lo cual se liberan del "Cherelle Wilt".

De las dos últimas mediciones fueron tomadas de diferentes fincas 80 mazorcas maduras de cacao, para estimar el índice de mazorca (IM) e índice de semilla (IS).

El número total de mazorcas sanas y enfermas/árbol/año, fue obtenido de la sumatoria del número promedio de mazorcas obtenidas en 5 mediciones de campo.

Para el cálculo correcto del número de mazorcas/árbol/año, fue empleado el factor de corrección de 1,2, debido a que algunas mediciones fueron realizadas a intervalos superiores del periodo que demora una mazorca de 10 cm hasta la cosecha (dos meses).

El rendimiento promedio de cacao seco por árbol y el índice de mazorca fue estimado en base al número promedio de frutos sanos contados durante un año.

Para estudiar la compatibilidad de los árboles de cacao se hizo en base a la teoría de Knight y Rogers (1953); es decir realizar polinizaciones artificiales con posterior conteo de las flores fecundadas.

La polinización artificial de 10 flores por árbol, fue realizada en dos épocas (marzo y abril de 1991), para evitar que algunos factores climáticos adversos pudieran influir en la fecundación.

El método de polinización artificial utilizado, fue una modificación del descrito por Hardy (1961):

(a) preparación de las flores. De los árboles seleccionados se escogieron botones florales próximos a abrir. A cada botón se le colocó el extremo de un tubo de vidrio, de tal forma que el otro extremo quedara cubierto con una gasa protectora para evitar la polinización cruzada.

(b) recolección del polen. En las primeras horas del día se recogieron flores frescas de los árboles seleccionados. Las flores frescas se reconocen porque al tocarlas se mantienen en el árbol.

(c) polinización. Las anteras se frotaron suavemente de 2 a 3 veces, sobre el pistilo de la flor madre. Después de la polinización las flores se aislaron nuevamente con los tubos de vidrio.

d) conteo de flores. Después de 10 días de efectuada la polinización se realizó un conteo de las flores para ver si hubo autofecundación.

Si hubo fecundación, los árboles se clasificaron como autocompatibles (+); en caso contrario se les denominó árboles autoincompatibles (-).

5.4 Análisis de los datos

Los parámetros de rendimiento fueron analizados a nivel de cantones y fincas. En el primer nivel se efectuaron las respectivas pruebas de "t" para comparar los promedios.

El rendimiento promedio obtenido fue correlacionado con el rendimiento promedio reportado por los productores durante la encuesta, para verificar el grado de asociación que existió.

El resultado sobre el número de flores fecundadas en las dos épocas de polinización artificial fueron comparados entre sí; tomando en cuenta las variaciones de precipitación y temperatura.

Para determinar el grado de relación o dependencia entre el criterio de clasificación de los árboles de acuerdo al número de mazorcas/árbol/año y al criterio de clasificación de acuerdo a la compatibilidad; fue construída una tabla de doble clasificación y se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado.

A: Criterio de clasificación según la productividad del árbol (número de mazorcas/árbol/año); $r = 2$ (alta y baja).

B: Criterio de clasificación según la compatibilidad, $s = 2$ (+ y -).

p_i : Probabilidad marginal de que la productividad de mazorcas/árbol sea alta o baja.

q_j : Probabilidad marginal de que la compatibilidad sea positiva o negativa.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Parámetros de productividad

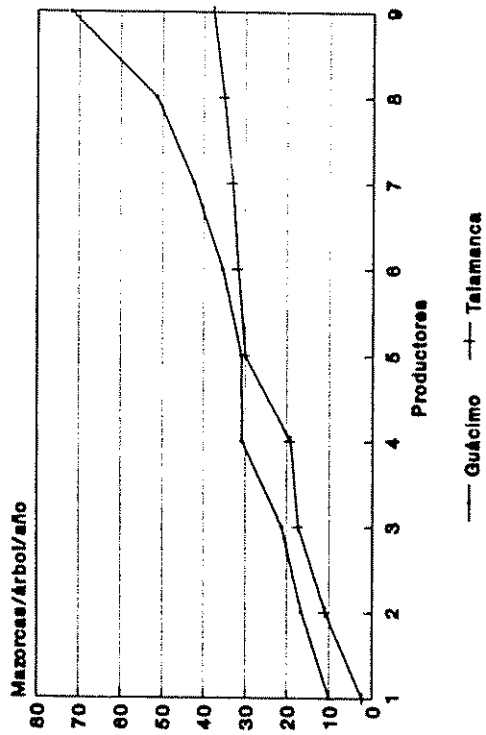
Los resultados de las características productivas de los árboles (cruces clonales) en las fincas, se muestran en el Cuadro 7 y Figura 34, en donde se incluyen los promedios según las parcelas y los cantones.

Cuadro 7. Índice de mazorca (IM) e índice de semilla (IS) en fincas de cacao. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991.

Variable	Guácimo		Talamanca	
	\bar{X}	Rango	\bar{X}	Rango
Peso mazorca	365	165-995	562	105-905
Peso semilla	54	21-81	50	21-83
Semillas por mazorca	44	18-53	41	19-59
Índice de mazorca	14,5	8,4-36,2	16,6	8,1-38,4
Índice de semilla	1,5	0,6-2,7	1,4	0,6-2,9

El IM y el IS de los árboles de cacao en las fincas en estudio, presentó mucha variación probablemente debido a las mezclas híbridas y al tamaño de la muestra. Se encuentran índices de mazorca desde 8,1 hasta 38,4, lo que nos indica que se deben tomar precauciones en su análisis.

El IM promedio de los dos cantones fue de 15,6; lo cual fue ligeramente inferior a los índices (16,5-19,8) obtenidos para poblaciones del tipo Trinitario (Hardy, 1961), y del valor (<20), recomendado por Cheesman y Pound (1934) para seleccionar árboles de alto rendimiento.



Promedio: 34,5 24,1 29,3
 Figura 34. Número de mazorcas/árbol/año.

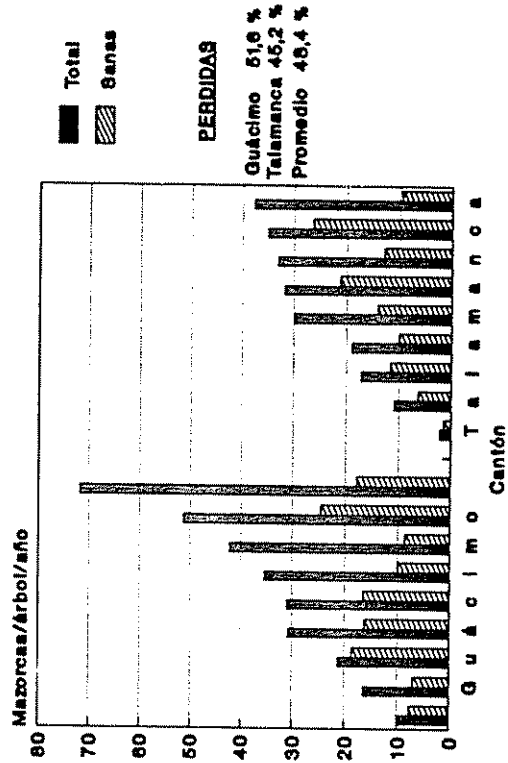


Figura 35. Número total de mazorcas sanas/árbol/año.

El IM del cantón de Guácimo fue inferior al cantón de Talamanca, lo contrario sucedió con el IS; probablemente se debió a la mezcla híbrida, sitio y manejo brindado en este cantón.

El IS promedio fue de 1,4 y fue semejante a los índices de semilla 1,6 y 1,8 obtenido en las poblaciones del tipo Trinitario (Hardy, 1961).

El número promedio de mazorcas/árbol/año sin descontar daños producidos por enfermedades fue de 29,3; el rango varió entre 2,2 y 71,9 (Figura 34). Estos resultados fueron superiores a los obtenidos en "La Lola" por Soria (1974) para las cruces de IMC-67 x clones ICS que produjeron un promedio de 24 mazorcas/árbol/año. Quirós (1988) obtuvo en "La Lola" en 4 mezclas híbridas 20 mazorcas/árbol/año.

El número promedio de mazorcas/árbol/año del cantón de Guácimo fue superior al de Talamanca, pero la diferencia entre promedios no fue significativa al nivel del 5 % y 1 % (Figura 34). La causa de esta diferencia probablemente se debieron a la mejor mezcla híbrida sembrada en el cantón de Guácimo, algunas condiciones agroecológicas limitantes, el manejo del cultivo, y la edad relativamente joven de los árboles en el cantón de Talamanca.

Estas últimas aseveraciones fueron confirmadas en la encuesta previa y por estudios realizados por Buy y Kouwen (1991), quienes señalaron que el manejo deficiente del cultivo (vivero, sombra, drenaje) y la fertilidad de los suelos en las fincas del cantón de Talamanca, influyeron directamente en el rendimiento.

La pérdida de mazorcas debida a la incidencia de la moniliasis asociada a la mazorca negra fueron significativas; el promedio fue de 48,6 % del total de mazorcas/árbol/año (Figura 35); el rango varió de 12,3 a 75,1 %. Este promedio elevado indica el deficiente manejo en el control de enfermedades y probablemente la alta susceptibilidad de la mezcla híbrida utilizada.

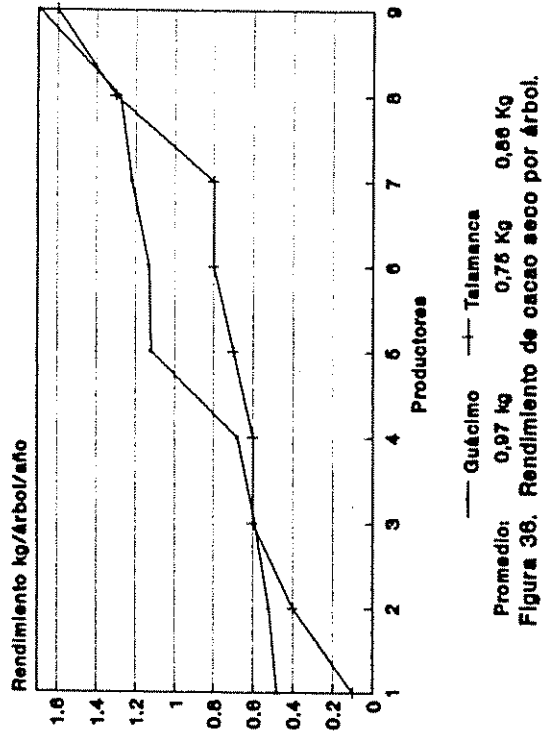


Figura 36. Rendimiento de cacao seco por árbol.

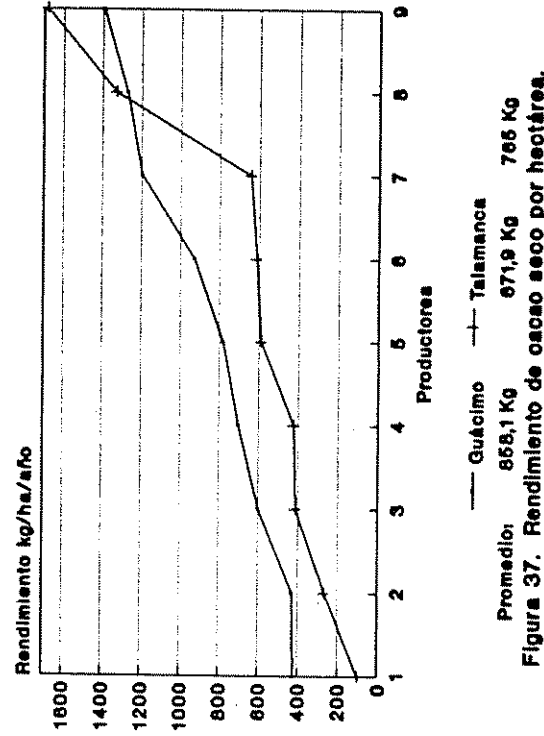


Figura 37. Rendimiento de cacao seco por hectárea.

6.2 Rendimiento

El rendimiento promedio de cacao seco por árbol fue de 0,9 kg; el rango varió de 0,1 a 1,6 kg (Figura 36). Este rendimiento promedio fue muy semejante al obtenido en "La Lola" por Soria (1974) para las cruzas de IMC-67 x Clones ICS, y superior al promedio esperado en fincas para los cruces clonales distribuidos por el CATIE de 0,73 Kg/árbol (BCIE/CATIE, 1982).

El rendimiento de cacao seco por hectárea (Figura 37) tuvo una variación de 96,6 a 1680,6 kg; con un promedio de 765 Kg/ha. Este rendimiento promedio fue semejante al rendimiento de 800 kg/ha, esperado en fincas para los cruces clonales distribuidos por el CATIE, a partir de quinto año (BCIE/CATIE, 1982).

Tanto el rendimiento promedio por árbol como por hectárea del cantón de Guácimo fue superior al de Talamanca, pero la diferencia no fue significativa al nivel del 5 % y 1 %.

La causa probable de esta diferencia posiblemente fueron debido al manejo del cultivo, clase de mezcla híbrida utilizada, la edad de las plantaciones y algunos factores agroecológicos limitantes como el pH, drenaje, textura, pendiente y profundidad de los suelos (Brenes, 1990; Bruin, 1990; Buý y Kouwen, 1991).

Fue baja la correlación entre el rendimiento obtenido mediante los índices de productividad de los árboles y el rendimiento reportado por los productores durante la encuesta ($r = 0,4$). Esto indica que los productores tienen la tendencia a reportar rendimientos diferentes a los que obtienen, posiblemente por temor al cobro de los créditos para el cultivo de cacao y porque no llevan un registro de la producción de cacao.

6.3 Compatibilidad

La precipitación y la temperatura de tres semanas antes de realizar la polinización artificial y de los periodos comprendidos entre la polinización y la lectura del resultado, en las dos épocas de polinización son mostrados en la Figura 38.

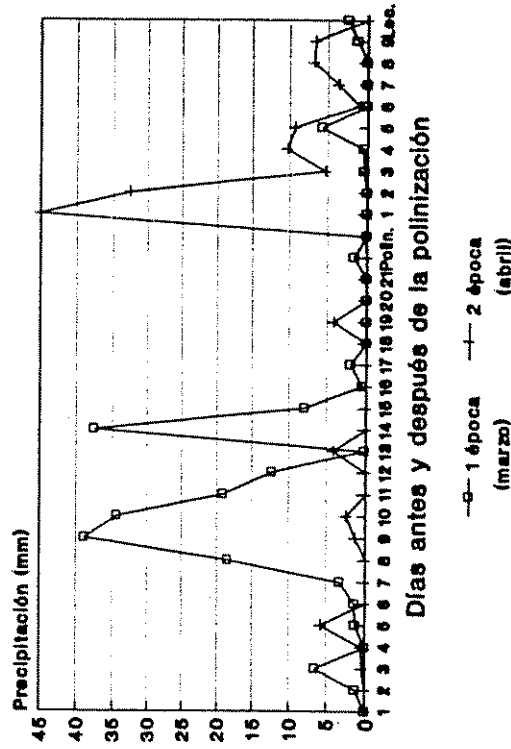
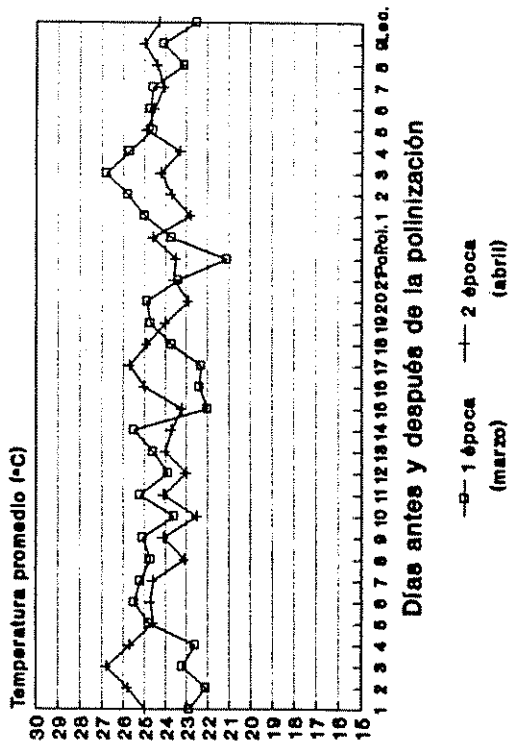


Figura 38. Temperatura y precipitación diaria durante el periodo del estudio.

La precipitación de 148,8 mm durante tres semanas antes de la primera polinización (marzo) fue muy superior a la segunda (abril) de 18,5 mm. La temperatura promedio de 23,9 °C de la primera época fue ligeramente inferior a la segunda época de 24,3 °C; la diferencia de promedios no fue significativa al nivel del 5 % y 1 %.

Al contrario del resultado anterior, la precipitación del periodo comprendido entre la polinización y la lectura de la primera época (11,9 mm) fue muy inferior a la segunda (120,5 mm). La temperatura promedio de la primera época de polinización (24,3 °C), fue ligeramente superior a la segunda (24,1 °C), no existiendo diferencia significativa entre ambos promedios, al nivel de significancia del 5 % y 1 %.

El resultado sobre el porcentaje de cuaje de flores polinizadas artificialmente en las dos épocas (Figura 39), muestra que el valor de la primera fecha de polinización (23,5 %), fue mayor que la segunda (21,0 %); sin embargo la diferencia de los promedios no fueron significativos, al nivel de 5 % y 1 %.

Los diferentes árboles polinizados presentaron tasas de "cuaje" muy variables, entre 0 y 100 %. La tasa para el 98 % de los árboles compatibles fue de 30 y 100 %; sólo un árbol presentó una tasa inferior al 30 %.

Podemos indicar que los efectos del clima durante las dos épocas de polinización no afectaron significativamente el porcentaje de "cuaje" de las flores, a pesar de que se registró una gran variación en la precipitación.

Probablemente la mayor precipitación y el leve descenso en la temperatura durante el periodo de polinización y lectura, fueron las principales causas para que la tasa de "cuaje" de las flores fuera inferior en la segunda época de polinización; resultado que concuerda con lo reportado por Hardy (1961) y Young (1984), en "La Lola".

Este resultado difiere de lo obtenido en Camerún por Boyer (1974), quien indica una correlación positiva entre el "cuaje" de flores y la precipitación, y negativa con la temperatura.

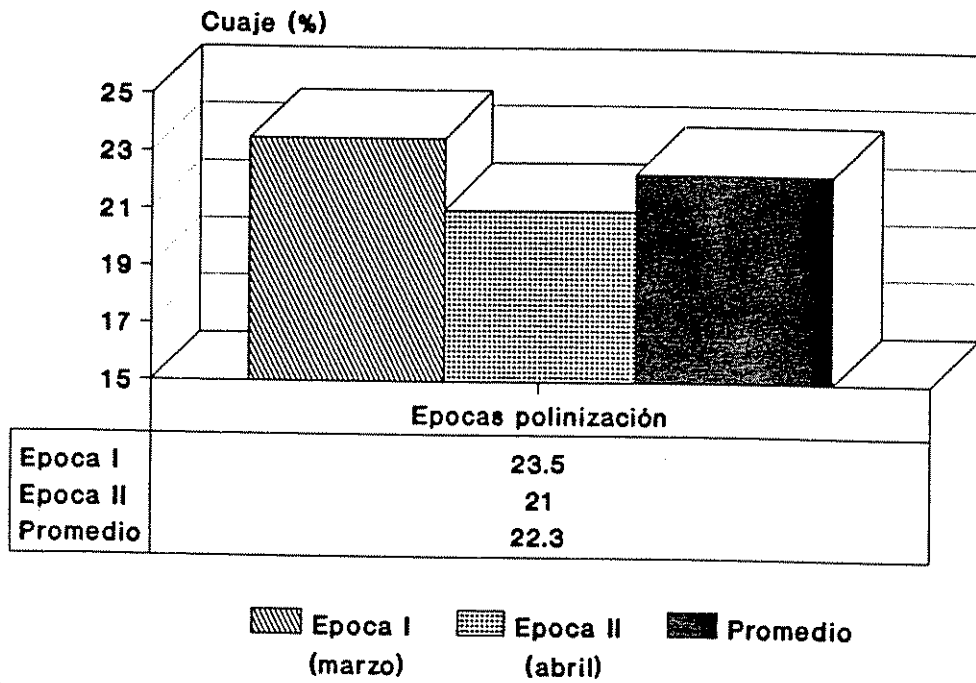


Fig. 39. Porcentaje de "Cuaje" en flores autopolinizadas de cacao.

El porcentaje de cuaje de las flores, fue mayor cuando más alta fue la precipitación durante las tres semanas antes de la polinización; esto concuerda con estudios realizados por Couprie (1972); quien además señaló entre otros factores las radiaciones y temperaturas máximas de las dos semanas anteriores.

El resultado obtenido sobre compatibilidad, muestra que el 58 % del total de árboles polinizados fueron autoincompatibles. Gran parte de los árboles de las fincas en estudio necesitan del polen de los árboles vecinos para que exista fecundación.

Esta proporción (58 %) de árboles autoincompatibles fue muy superior a los resultados obtenidos por Pound (1931) y Scheltma (1989), en estudios realizados en "La Lola" con 22 cruces clonales de cacao y utilizados por el CATIE para la producción de semilla mejorada. La diferencia con estos estudios puede explicarse debido a la utilización por los productores de diferentes mezclas de híbridos y probablemente debido a que las mezclas introducidas en las fincas provenían de clones que presentaban un mayor grado de alelos de incompatibilidad.

La proporción de árboles cuyas flores pueden ser fecundadas con polen proveniente de flores del mismo árbol (autocompatibles) alcanzó al 42 % del total polinizado.

El 59 % de los árboles autocompatibles, registraron más de 25 mazorcas/árbol/año; el 6 % más de 100 mazorcas; y el restante de los árboles menos de 25 mazorcas/árbol/año (Figura 40). Lo contrario sucede con árboles autoincompatibles, la mayoría (70 %), registró menos de 25 mazorcas/árbol/año, el restante (30 %) entre 25-100 mazorcas/árbol; no se observaron árboles con más de 100 mazorcas/árbol/año.

Estos resultados muestran que existió una relación entre el número mazorcas/árbol/año y la compatibilidad; de esta manera árboles autocompatibles presentaron alto número de mazorcas/árbol/año; mientras que los árboles autoincompatibles; mostraron menor número de mazorcas.

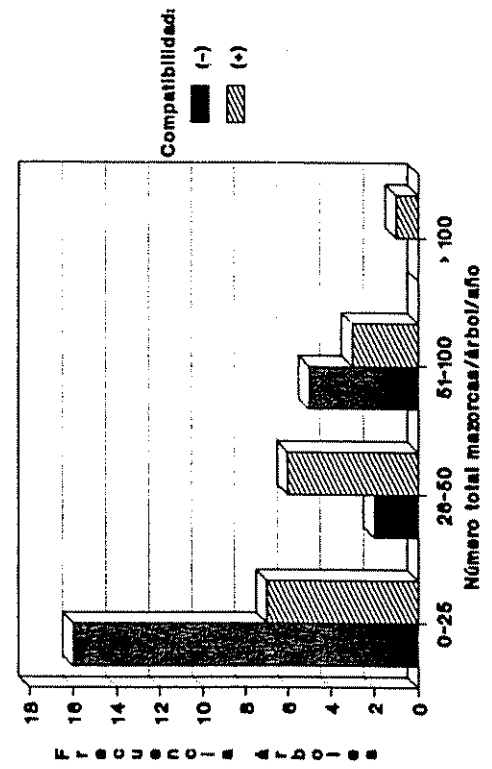


Fig. 40. Número de mazorcas/árbol/año versus compatibilidad.

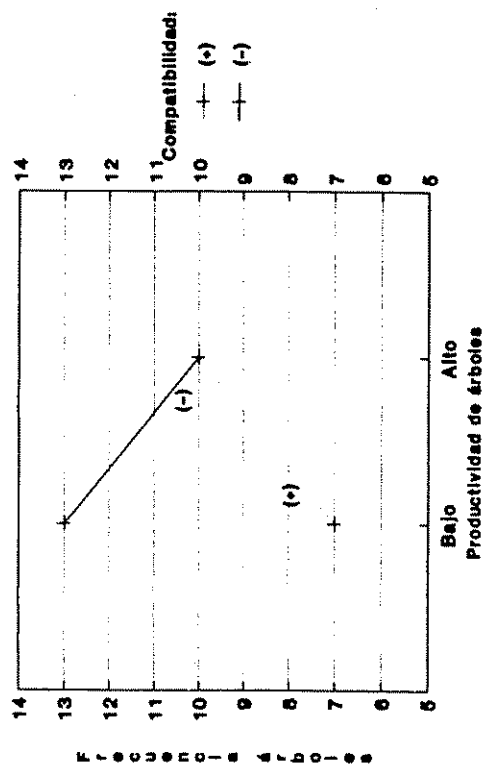


Fig. 41. Productividad de mazorcas versus compatibilidad.

Estos resultados concuerdan con los estudios realizados por Cope (1939); Cheesman y Pound (1934); y Hardy (1961), quienes afirman que los árboles autocompatibles tienen buena producción de mazorcas en relación a los árboles autoincompatibles.

Existió cierta relación entre los dos criterios de clasificación de árboles de acuerdo al nivel productivo de mazorcas y el criterio de clasificación de acuerdo al factor de compatibilidad (Figura 41); donde la frecuencia de árboles autocompatibles fue mayor cuando el número de mazorcas/árbol/año fue alto y menor cuando el número fue bajo. Lo contrario sucedió en los árboles autoincompatibles.

A pesar de que existió cierta relación entre los dos criterios de clasificación, con la evidencia que se dispone, no se puede llegar a rechazar la hipótesis nula de la prueba Chi-cuadrado, la cual establece la independencia entre ambos criterios de clasificación; en consecuencia, la dependencia probablemente será más del factor de compatibilidad cruzada.

Los resultados fueron confirmados por el bajo valor del coeficiente de contingencia y la prueba de Fisher, la cual nos indica que el grado de dependencia fue muy bajo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Relación estadística entre el nivel de mazorcas/árbol/año y la compatibilidad en árboles de cacao. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991.

Prueba	Muestra	GL	Valor	Probabilidad
Chi-cuadrado	40	1	0,921	0,337
Coefficiente de contingencia	40		0,150	
Prueba de Fisher:				
(1 cola)	40			0,262
(2 colas)	40			0,523

Estos resultados muestran que la incompatibilidad fue un factor que influyó en la productividad de los árboles; la dependencia no pudo ser demostrada claramente, mediante la pruebas estadísticas, debido probablemente a la gran variación en el rendimiento y al tamaño de la muestra.

Aparentemente, las fincas con cacao en los dos cantones estudiados, están compuestas genéticamente por diferentes mezclas híbridas.

El resultado obtenido muestra limitación para generalizar a nivel de la zona Atlántica; ya que el material genético utilizado para el establecimiento de las plantaciones no fue uniforme, pudiendo haberse dado el caso de estar compuesto por varias mezclas híbridas.

7. CONCLUSIONES

7.1 Sistema de cultivo

De los resultados obtenidos en la encuesta es posible realizar las siguientes conclusiones sobre el sistema de cultivo del cacao en la zona Atlántica de Costa Rica.

1. La mayoría de los productores de cacao de los cantones estudiados pueden ser caracterizados como migrantes, de reciente establecimiento, con un tamaño promedio de fincas de 16,8 ha, y con poca o ninguna experiencia en el manejo del cultivo de cacao.

2. Los ingresos generados por la finca cacaotera, no fueron lo suficiente para la subsistencia de la familia, lo que obligó al productor a trabajar como asalariado fuera de la finca.

3. Existió una relación inversa entre la disponibilidad de tiempo del productor y su familia para los trabajos en la finca y la disponibilidad de tiempo para el cultivo de cacao.

4. Existió una relación inversa entre el tamaño de la finca y el área cultivada con cacao en la finca, el promedio de área cultivada con cacao fue de 2,4 ha/finca, predominó la ganadería, el cultivo de plátano, y algunos cultivos anuales y bianuales.

5. Las razones que impulsaron a los agricultores a utilizar semilla de cruces clonales, fueron el rendimiento, la resistencia a enfermedades, la precocidad y los incentivos institucionales; la siembra se inició en 1978, con un máximo entre 1984 y 1986.

6. El cultivo de cacao no respondió a las expectativas de superación económica que tenían los productores, en este contexto la mitad de los productores reducirá y/o reemplazará el área con cacao por actividades agropecuarias más rentables como el cultivo de pastos, plátano y especies forestales.

7. Solamente la mitad de los productores utilizó criterios técnicos en la ubicación del sitio de siembra para el cacao, los más utilizados fueron el drenaje y la fertilidad de los suelos.

8. La mayoría de los productores no estableció su propio vivero y la resiembra se hizo en bajo porcentaje del área cultivada con cacao.
9. La mayoría de las plantaciones cuenta con algún sistema de drenaje, pero su mantenimiento y funcionamiento fue deficiente en más del 50 % de las plantaciones.
10. La sombra temporal y permanente fue establecida en época inadecuada en la mayoría de las plantaciones, de igual forma el sombreamiento fue inadecuado, existiendo excesiva y/o deficiencia de sombra.
11. La poda más empleada fue la de mantenimiento y en menor grado la de rehabilitación, la frecuencia de aplicación de ambas fue irregular al igual que la forma de realizarla.
12. Los agroquímicos no fueron muy utilizados en el cultivo de cacao, debido a sus altos costos, a la poca respuesta obtenida de su aplicación y a lo poco rentable de la actividad cacaotera.
13. La alta incidencia de enfermedades (monilia y mazorca negra) causó grandes pérdidas de mazorcas; las medidas de control se limitaron al corte de los frutos enfermos, sin efectuar su posterior remoción.
14. Las principales plagas insectiles fueron las hormigas y el monalonium asociado a la muerte regresiva, y entre las plagas no insectiles se encontraron las taltuzas y las ardillas.
15. Los ingresos generados por el cultivo de cacao fueron insignificantes, llegando apenas a cubrir una mínima parte del total de ingreso económico familiar del productor.
16. El cacao fue fácilmente vendido a los intermediarios, quienes compraron los granos de acuerdo al grado de humedad, no prestando mucha importancia a la calidad del mismo.
17. A pesar de que fueron numerosas las instituciones que trabajaron en la zona prestando asistencia técnica al productor, y de contarse con los paquetes tecnológicos para el cultivo, su transferencia y adopción no fue existosa.
18. El crédito benefició a menos de la mitad de los productores debido principalmente a la falta de títulos de

propiedad; la mayoría de estos productores, todavía adeudan la totalidad del préstamo y los que cancelan indican que pagan con fondos provenientes de otras actividades.

19. Como producto de numerosas limitantes, el rendimiento de las plantaciones fue de 243 kg/ha/año de cacao seco en promedio, el cual asociado a los bajos precios pagados por el producto, tornaron la actividad cacaotera poco rentable, provocando el abandono o reemplazo de las plantaciones.

7.2 Rendimiento y compatibilidad

1. Los árboles de cacao de las parcelas ubicadas en el cantón de Guácimo presentaron mejores rendimientos que las parcelas del cantón de Talamanca.

2. El número de mazorcas/árbol/año, presentó mucha variación debido a la heterogeneidad de la mezcla genética empleada, al sistema de cultivo, al tamaño de la muestra, y a la alta incidencia de enfermedades.

3. La moniliasis asociada a la mazorca negra constituyó la pérdida principal de mazorcas. El promedio de pérdidas fue del 48,6 % del total de mazorcas/árbol/año.

4. Tanto el rendimiento de cacao seco por árbol como por hectárea presentaron mucha variación de 0,1 a 1,6 kg (promedio de 0,9 Kg/árbol); y de 96,6 a 1680,6 kg (promedio de 765 Kg/ha).

5. La correlación entre el rendimiento reportado por los productores en la encuesta y el rendimiento estimado a través del número mazorcas/árbol fue baja.

6. La precipitación fue el factor climático que mayor influencia ocasionó en el porcentaje de flores prendidas.

7. Existió una cierta relación entre el número total de mazorcas/árbol/año y la compatibilidad; de esta manera la mayoría de los árboles autocompatibles (42 %) tuvieron mayor número de mazorcas/árbol/año que los árboles autoincompatibles (58 %).

8. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados de la presente investigación se mencionan las siguientes recomendaciones:

1. Debido a que el cultivo de cacao presenta una serie de factores limitantes de rendimiento, se deben intensificar los estudios en forma integrada y no por componentes, para que con la experiencia que ya se cuenta permitan dar soluciones a la problemática que presenta el sector cacaotero.

2. Poner en práctica proyectos de rehabilitación y renovación de las plantaciones a corto plazo; incluyendo un apoyo crediticio y una adecuada organización del sector de comercialización y del proceso de transferencia tecnológica.

3. Reforzar la transferencia de tecnología al pequeño productor, por medios prácticos y sencillos; para este fin es necesario mejorar la coordinación y la labor de seguimiento por parte de las entidades ligadas al cultivo de cacao en la zona.

4. Establecer normas que permitan regular los precios pagados por el cacao de acuerdo a la calidad.

5. Promover la utilización de otras especies para sombra, como la macadamia, zapote y guanábana que permitan aprovechar los beneficios colaterales que de ellos se derivan, cuando se complementen con una densidad y manejo acorde para que faciliten un adecuado equilibrio ecológico, económico y social dentro de un marco de alta sostenibilidad zonal.

6. Para futuras siembras en la zona, deberá existir datos sobre el comportamiento de los materiales genéticos a utilizar, en los diferentes ambientes a explotar.

10. LITERATURA CITADA

- ALCARAZ, R. 1973. Relación de algunos factores climáticos con la producción de cacao en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. UCR/CATIE. 112 p.
- ALLARD, R. W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Trad. por José L. Montoya. Barcelona, España, Omega. 435 p.
- ALVIM, P. DE T. 1957. Factores que controlam os lançamentos do cacauero. In Conferencia Interamericana de Cacau, 6., 1956, Salvador, Bahía, Bra. Salvador, Bra., Instituto de cacau do Bahía. p. 117-125.
- _____. 1958. El problema del sombreamiento del cacao bajo el punto de vista fisiológico. In Conferencia Interamericana de cacao, 7., Palmira, Col. Trabajos presentados. s.n.t. 13 p.
- _____. 1960. Las necesidades de agua del cacao. Turrialba (C.R.) 10(1):6-16
- _____. 1965. Ecophysiology of the cacao tree. In Conference Internationale sur les Recherches Agronomiques Cacaoyeres (1965, Abidjan). París. p. 23-25.
- _____.; MACHADO, A.D.;VELLO, F. 1974. Physiological responses of cacao to environmental factors. Theobroma (Bra.) 4(4):3-25.
- _____. 1979. Recent Studies on environmental physiology of cacao. In International Cocoa Research Conference, 7., 1979, Douala, Camerun. Proceedings. Lagos, Nigeria, Cocoa Producers Alliance. p. 85-89.
- _____. 1987. Relacoes entre fatores climaticos e producao do cacauero. In International Cocoa Research Conference, 10., 1987, Santo Domingo, R.D. Proceedings. Lagos, Nigeria. Cocoa Producers Alliance. p. 159-167.
- ATANDA, O.A. 1972. Correlation studies in Theobroma cacao L. Turrialba (C.R.) 22(1):81-89.
- BOK, A.M.; GUADAMUZ, L.; ROSEBOOM, P.; VELDKAMP, E.; WAAIJENBERG, H. 1988. Análisis regional de la problemática agraria de los distritos Cahuita y Sixaola del cantón de Talamanca, Costa Rica. Working Documents No. 3. Atlantic Zone Programme (CATIE-AUW-MAG). CATIE. Turrialba, C.R. 57 p.

- BCIE/CATIE. 1982. Informe de la situación actual y perspectivas del cultivo e industrialización del cacao en Centroamérica. Turrialba, C. R. 342 p.
- BOYER, J. 1974. Etude écophysiological du développement de cacaoyers cultivés au Camerun. Café, Cacao, The (Francia). 18(1):3-30.
- BRENES GAMES, O.E. 1989. El cultivo del cacao en Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. 11 p.
(Trabajo presentado en el V Seminario Centroamericano de Capacitación Técnica - Fertica, Limón 21-24 febrero, 1989).
- _____. 1990. Zonificación agroecológica de los cultivos perennes en la zona Atlántica de Costa Rica. San José, C.R., Banco Nacional de Costa Rica. p. 1-8.
- BRUIN, S. 1990. Descripción de suelos del cantón de Talamanca Guácimo y Siquirres de la zona Atlántica de Costa Rica. Atlantic Zone Programme (CATIE/AUW/MAG). Guápiles, C.R. (Correspondencia personal)
- BUY, F. DU; KOUWEN, W. VAN. 1991. El cultivo del cacao en la zona Atlántica de Costa Rica; un análisis preliminar del crecimiento de cacao híbrido. Working Documents No. 11. Atlantic Zone Programme (CATIE/AUW/MAG). CATIE. Turrialba, C.R. p. 1-19.
- CABRERA, L. 1949. Efecto de la sombra en el cultivo del cacao. Boletín informativo del cacao (C.R.) 1(15):3.
- CATIE. 1984. Caracterización ambiental y de los principales sistemas de cultivos en fincas pequeñas, Pococí-Guácimo, Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. 109 p.
- CHEESMAN, E.E.; POUND, J.F. 1934. Further notes on criterions of selection in cacao. Imperial College of Tropical Agriculture. Annual Report on Cacao Research (Tri.) 3:21-24.
- CORAL, J.F. 1970. Estudo comparativo das teorias sobre o controle genético das incompatibilidades do cacauero (*Theobroma cacao*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. IICA. 50 p.
- COPE, F.W. 1939a. A note on the range of compatibility in cacao. Imperial College of Tropical Agriculture. Annual Report on Cacao Research (Tri.) 7:1-2.
- _____. 1939b. Compatibility and fruit setting in cacao. Imperial College of Tropical Agriculture. Annual Report on Cacao Research (Tri.) 8:17-20.

- _____. 1962. The mechanism of pollen incompatibility in *Theobroma cacao*. *Heredity* (G.B.) 17:157-182.
- COSTA RICA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS. s.f. Censos Agropecuarios 1973 y 1984.
- COSTA RICA. INSTITUTO DE DESARROLLO AGRARIO. 1984. Proyecto de Desarrollo Agrícola en la Zona Atlántica; Desarrollo Cacaotero. San José, C.R. p. 1-128.
- COSTA RICA. INSTITUTO NACIONAL DE APRENDIZAJE. 1987. Paquetes tecnológicos agropecuarios. Guápiles, C.R. p. irr.
- COSTA RICA. INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL. 1985. Atlas climatológico de Costa Rica. San José, C.R. 23 p.
- COSTA RICA. SECRETARIA EJECUTIVA DE PLANIFICACION SECTORIAL AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. 1982. Programa de fomento cacaotero. San José, C.R. 118 p.
- COSTA RICA. SECRETARIA EJECUTIVA DE PLANIFICACION SECTORIAL AGROPECUARIA Y DE RECURSO NATURALE RENOVABLES. 1988. Síntesis de zonificación agroecológica de catorce cultivos agrícolas en Costa Rica. San José, C.R. p. 28-30.
- COSTA RICA. SECRETARIA EJECUTIVA DE PLANIFICACION SECTORIAL AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. 1989. Programa Nacional de Cacao. San José, C.R. Citado por: NEDEREND, S.M. 1990. La comercialización del cacao en Costa Rica; análisis a nivel nacional y estudio de caso en el valle de Sixaola. Field Reports No. 49. Atlantic Zone Programme. CATIE. Turrialba, C.R. 98 p.
- COUPRIE, F. 1972. Etude de certains aspects de l'écophysiologie du cacaoyer liés a sa productivité en Ouganda. *Café, Cacao, thé* (Francia) 16(1):31-43
- DAKWA, J.T. 1977. Macro and micro-climate in relation to black pod disease in Ghana. In International Cocoa Research Conference, 5., 1977, Ibadan, Nigeria. Proceedings. Ibadan, Nigeria, Cocoa Research Institute of Nigeria. p. 370-374.
- DAKWA, J.T. 1973. The relationship between black pod disease and the weather. In Ghana Journal of Agricultural Science (Ghana) 6(2):93-102.
- EGBE, N.E. 1969. The effects of some temporary shade plants of cocoa on certain nutrient contents of the soil. In Conferencia Internacional de pesquisas en cacau, 2., 1967, Bahia, Bra. Memorias. Sao Paulo, Bra. p. 333-335.

- ENRIQUEZ, G.; PAREDES, A. 1982. El cultivo del cacao. San José, C.R., EUNED. 61 p.
- _____. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, C.R., CATIE. 239 p.
- EVANS, H.C. 1981. Pod rot of cacao caused by Moniliophthora roreri. Phytopathological papers No 24. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England. 44 p.
- GALINDO, J.J. 1987. La moniliasis del cacao en Centroamérica. In Pinochet, J. ed. Plagas y enfermedades de caracter epidémico en cultivos frutales de la región Centroamericana. CATIE. Boletín técnico No. 110. p. 7-16.
- FAO (ITALIA). 1968. Guía para la descripción de perfiles de suelos. Rome, Italy, FAO. 60 p.
- GARCIA, J.R. 1973. Estudio de índices de crecimiento y productividad para la selección juvenil en híbridos de cacao. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 89 p.
- GLENDINNING, D.R. 1964. A study of clonal cocoa varieties. Horticultural Research. 4(2):89-97.
- GREGORY, P.H. 1974. Phytophthora disease of cocoa. Longman (G.B.). 348 p.
- HADFIELD, W. 1981. Canopy architecture of some Ecuatorian cocoa populations with reference to light penetration. In International Cocoa Research Conference, 7., 1979, Douala, Camerun. Proceedings. Lagos, Nigeria, Cocoa Producers' Alliance. p. 109-120.
- HALL, C. 1984. Costa Rica, una interpretación geográfica con perspectiva histórica. Editorial Costa Rica. San José, C.R. Citado por: SLUYS, F.R.; WAAIJENBERG, H.; WIELEMAKER, W.G.; WIENK, J.F. 1989. Agricultura en la zona Atlántica de Costa Rica, Informe de estudio exploratorio. Informe técnico No 141. Atlantic Zone Programme (CATIE/AUW/MAG). CATIE. Turrialba, C.R. 35 p.
- HARDY, F. 1961. Manual de cacao. Turrialba, C.R., IICA. 439 p.
- HART, R.D. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Turrialba, C.R., IICA. 159 p.
- HELFENBERGER, A. 1989. La producción de cacao en Costa Rica sus limitaciones y posibilidades para la expansión. Agro-Asesores San Roque. Costa Rica. 8 p.

- HERRERA, W. 1985. Clima de Costa Rica, volumen conmemorativo del centenario del Museo Nacional de Costa Rica. San José, C.R., EUNED. 118 p.
- JIMENEZ VASQUEZ, J.G. 1982. El cacao en la estructura y función de las fincas cacaoteras de la región Brunca de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 136 p.
- KNIGHT, R.; ROGERS, H.H. 1953. Incompability in Theobroma cacao. Heredity (G.B.) 9(1):69-77.
- LOCKWOOD, G. 1976. A comparison of the growth and yield during a 20 years period of amelonado and upper Amazon hybrid cocoa in Ghana. Euphytica (Holanda) 25(3):647-658.
- LONGWORTH, J.F.; FREEMAN, G.H. 1963. The use of trunk girth as a calibrating variate for field experiments on cocoa trees. Journal of the Horticultural Science (G.B.) 38:61-67
- MARIANO, A.H. 1966. Relaciones entre algunas medidas de vigor y producción en cacao. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 41 p.
- MIRANDA, E.R.; PRADO, E.P. DO. 1965. Correlacao entre circunferencia do tronco e producao de cacauero. In CEPEC. Relatorio anual 1964. Itabuna, Bra. p. 48.
- MIRANDA CERDAS, E. 1988. Comportamiento de la actividad cacaotera. San José, C.R., MAG, Dirección General de Mercadeo Agropecuario. 45 p.
- MORERA, J. 1990. Paquete tecnológico del cultivo de cacao. Turrialba, C.R., CATIE. 11 p.
- _____.; GALINDO, J.J.; ONORO, P.; VILLALOBOS, M.V.; MORA, A.; PAREDES, A. 1991. Diagnóstico sobre la problemática de cacao en las zonas de San Carlos y Puriscal, Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE/IICA. 49 p.
- NAVARRO, L.; MORENO, R. 1976. El concepto de sistema aplicado a la investigación agrícola con pequeños agricultores. Turrialba, C.R., CATIE. 32 p.
- NEDEREND, S.M. 1990. La comercialización del cacao en Costa Rica; análisis a nivel nacional y estudio de caso en el valle de Sixaola. Field Reports No. 49. Atlantic Zone Programme (CATIE/AUW/MAG). CATIE. Turrialba, C.R. 98 p.
- NELLIAT, E.V.; BAVAPPA, K.V.; NAIR, P.K.R. 1974. Multi-storeyed cropping. A new dimension in multiple cropping for coconut plantations. World Crops (G.B.) 26(6):262-268.

- NUHN, H. 1978. Atlas preliminar de Costa Rica: información geográfica regional. San José, C.R., IGN-OFIPLAN. p. 6-12.
- ONORO, M.T. DE. 1990. El asentamiento neguev: interacción de campesinos y estado en el aprovechamiento de los recursos naturales. Informe Técnico No. 162. Atlantic Zone Programme (CATIE/AUW/MAG). CATIE. Turrialba, C.R. 84 p.
- ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CACAO. 1990. Boletín trimestral de estadísticas del cacao (G.B.) 16(4):6.
- POEHLMAN, J. M. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. por Nicolás Sánchez Durón. Mexico, Limusa. 453 p.
- PORRAS, V.H.; CRUZ, C.; GALINDO, J.J. 1990. Manejo integrado de la mazorca negra y la moniliasis del cacao en el trópico húmedo bajo de Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. 17 p.
- POUND, F.J. 1931. Studies of fruitfulness in cacao. 2. Evidence for partial sterility. Imperial College of Tropical Agriculture. Annual Report on Cacao Research (Tri.) 1:29-36.
- POSNETTE, A.F. 1940. Self-incompatibility in cocoa (Theobroma cacao). Imperial College of Tropical Agriculture. Annual Report on Cacao Research (Tri.) 17:67-71.
- QUIJANDRIA, B. 1986. Animal production systems in Central America: From research projects to development programs. The case of CATIE in Central America. In With Our Own Hands International Development Research Centre, Publication IDRC-246e. Ottawa, Canada.
- QUIROS CONEJO, S. 1988. Efecto de cuatro sistemas de raleo sobre la producción en la planta de cacao (Theobroma cacao) establecidas a 2X2 y 2X3. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 129 p.
- SCHELTEMA, T.G. 1989. La autoincompatibilidad en los híbridos del CATIE. Field Report No 43. Atlantic Zone Programme (CATIE/AUW/MAG). CATIE. Turrialba, C.R. 43 p.
- SLUYS, F.R.; WAAIJENBERG, H.; WIELEMAKER, W.G.; WIENK, J.F. 1989. Agricultura en la zona Atlántica de Costa Rica, Informe de estudio exploratorio. Informe técnico No 141. Atlantic Zone Programme (CATIE/AUW/MAG). CATIE. Turrialba, C.R. 35 p.
- SORIA, J. 1974. Obtención de clones de cacao por el método de índice de selección. Turrialba, C.R., CATIE. 16(2):110-124.

- SUAREZ, C. 1971. Estudio del mecanismo de penetración y del proceso de infección de Monilia royeri Cit. & Par. en frutos de cacao (Theobroma cacao L.). Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil, Facultad de Agronomía y Veterinaria. 59 p.
- _____. 1987. Manual de cultivo del cacao, Enfermedades del cacao y su control. Quevedo, Ec., Estación Experimental de Tropical Pichilingue. p. 70-86.
- TARJOT, M. 1971. Quelques précisions sur le role de l'environnement dans le comportement des cabosses de cacaoyer envers le Phytophthora palmivora. Café, cacao, thé (Francia) 15(4):235-240.
- VASQUEZ JIMENEZ, J.G. 1982. El cacao en la estructura y función de las fincas cacaoteras de la región Brunca de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. UCR/CATIE. 136 p.
- VERNAN, A.J. 1967. Yield and light relationship in cacao. Imperial College of Tropical Agriculture. Annual Report on Cacao Research (Tri.) 44:223-228.
- WAAIJENBERG, H. 1990. Rio Jiménez, ejemplo de la problemática agraria de la zona Atlántica de Costa Rica: un análisis con enfoque histórico. Informe Técnico No. 160. Atlantic Zone Programme (CATIE/AUW/MAG). CATIE. Turrialba, C.R. 93 p.
- _____.; TAZELAAR, A.J. 1990. La problemática del cacao en la zona Atlántica de Costa Rica. Boletín Técnico. Atlantic Zone Programme (CATIE/AUW/MAG). Guápiles, C.R. 4 p.
- WOOD, G.A.R. 1982. Cocoa. Trad. Antonio Marino Ambrosio. Mexico, Continental. 363 p.
- YOUNG, A.M. 1983. Seasonal differences in abundance and distribution of cacao pollinating midges in relation to flowering and fruit-set between sunny and shaded habitats of the La Lola cacao farm in Costa Rica. Journal of Applied Ecology (G.B.) 20:801-831.

11. ANEXOS

Anexo 1. Labores de cultivo recomendado en los paquetes tecnológicos para el cultivo de cacao. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991.

Labores	Recomendación tecnológica
1. Vivero	
Selección del terreno	Plano, no inundable, con fuentes de agua, de fácil acceso y cercano a la plantación.
Construcción del vivero	Establecer sombra a 2 m de alto, con un 80% al inicio para reducirla al 50 % al final.
Desinfección del suelo	Utilizar un desinfectante (PCNB, Basamid, Vapán), 20 días antes de la siembra o de acuerdo a la recomendación del fabricante.
Embolsa	Utilizar bolsas negras perforadas, preferiblemente de los tamaños 15x28 ó 20x30 cm.
Preparación del suelo	2 partes de tierra y 1 de arena (suelo limoso); 3 de tierra y 1 de arena (suelo arcilloso). No utilizar suelo del mismo cacaotal para el llenado de bolsas.
Separación de bolsas	Al segundo mes, 20 a 25 bolsas/m ² ; colocar fuera las plantas enfermas.
Fertilización	5 g/planta/mes, de la fórmula 23-12-7-6 con S, 8-32-8, 12-24-12, 10-30-10, 18-10-6-5 ó 20-10-6-5.
Riego	2 veces por día (mañana y tarde).
Control de plagas y enfermedades	Una aplicación mensual preventiva de insecticida (Folidol, Lannate, Tamarón, Thiodan) más fungicida (Cupravit, Kocide, Dithane M45) y adherente (NPT, Pegatix). En el caso de presentarse una plaga aumentar la frecuencia de aplicación.
Control de malezas	Debe ser permanente y manual
Otras	Las plantas permanecen en vivero 6 meses.
2. Establecimiento de la plantación	
Ubicación y preparación del terreno de siembra	Seleccionar terrenos profundos, sueltos y con buen drenaje. Si se parte de la montaña, realizar las labores de volteo, socola, repica, hechura y limpieza de drenaje. En el caso que se parta de potrero se recomienda chapia y aplicación de herbicida así como análisis de la fertilidad.
Drenajes	Construir canales de drenaje de 2x1,5 m de talud y 1,5 m de fondo el canal principal; el secundario 1x1x0,75 m; el terciario de 0,5x0,5x0,25, depende del terreno.
Sombra inicial	Cuando no existe suficiente sombra es necesario sembrar cultivos de crecimiento rápido, como la yuca, maíz o malanga, a una distancia de 1 m en cuadro de donde se sembrará el cacao. Esta sombra se establece 1 ó 2 meses antes de sembrar el cacao.
Sombra temporal	Se establece de 6 a 5 meses antes del trasplante. Se puede utilizar plátano, banano, higuera o leguminosas como el gandul, todos estos a una distancia de 3x3 m.
Sombra permanente	Se siembra al mismo tiempo que la temporal. Se recomienda el poró (6x9 o 12x12 m), guaba (6x6 ó 9x9 m), madero negro (9x9 m), laurel (6x6 ó 9x9 m). El coco se recomienda si se siembra 5 a 6 años antes del trasplante (9x9 o 12x12 m). Debe podarse 2 veces por año para que haya buena aereación y evitar la alta humedad.
Hoyado	40 cm de profundidad y 40 cm de diámetro.
Estaquillado	Se estaquilla a 3x3 m, con una orientación de la siembra de este a oeste.
Trasplante	Se realiza al inicio de las lluvias en mayo y noviembre, o calculando que la planta reciba al menos 2 meses de lluvia después del trasplante.
3. Manejo de la plantación	
Fertilización:	Debe basarse en un análisis de suelo, para adecuar la fórmula que convenga.
Al trasplante	100 g de 12-24-12, 10-30-10 ó 8-32-8, al fondo del hueco así como 60 g de Nutrán alrededor de la planta sembrada, uno 15 días después de la siembra.
Primer y segundo año	3 aplicaciones de 18-10-6-5 ó 20-20-6-5 a razón de 100 g/planta/aplicación. más 10 g/planta/aplicación de sulfato doble de potasio y magnesio (opcional). 3 aplicaciones (150 g/planta/aplicación) en caso de no haber abonado al trasplante.

Continúa anexo 1.

Labores	Recomendación tecnológica
Tercer año	Para este y los posteriores años, en que las plantas están en producción realizar 4 aplicaciones de las mismas fórmulas a razón de 150 g/planta/aplicación; estas deben ajustarse a la época de mayor floración y mayor desarrollo de las mazorcas.
Control de malezas	Durante los primeros años preferiblemente hacer un control manual, 4 chapas/año. En el control químico puede usarse Paraquat+Diuron (1,5 l+1 kh/ha); Roundup (1 l/ha). Manejo adecuado de la sombra, cultivos de subsistencia mientras no afecte al cacao.
Control de enfermedades y plagas:	
Monilia	Eliminar mazorcas enfermas cada 8 días; hacer montones y aplicar úrea. Drenar adecuadamente el terreno, podar los árboles de sombra a un 30 % de cobertura, poda ligeras de las plantas (4 veces/año) y cosechar semanalmente las mazorcas sanas.
Mazorca negra	Eliminar chupones y frutos enfermos, quiebra de las mazorcas fuera de la plantación. Aplicar fungicidas a base de cobre a intervalos de 30 a 45 días en época lluviosa.
Mal de machete	Destruir la planta enferma, desinfectar las herramientas con formalina al 10 % y evitar heridas innecesarias a los árboles de la plantación.
Antracnosis	Regular la sombra, podar el material enfermo haciendo el corte 10 cm abajo de la zona afectada; cuando el ataque es severo aplicar Dithane ó Benlate mezcladas con Thiodan.
Mal de hilachas	Poda del material enfermo, atomizar con fungicida cuprico y regular la sombra.
Taltuzas	Uso de trampas y cebos de Lannate. Epocas: marzo-julio-setiembre-noviembre.
Monalonium	Buen manejo de la sombra y uso de insecticida (Thiodan 1-1,5 l/ha, Tamarón o Malathion 5 % 1,5 l/ha), no usarlo en la floración.
Comején	Aplicación dirigida con Thiodan.
Hornigas	Aplicar Mirex, Paramex, Hormix, Sevin, etc.
Musgo	Regular la sombra, pasar un saco de gangoche por el tronco cuando no haya floración.
Nota	No se recomienda la aplicación de insecticidas durante la época la floración, porque afecta la población de insectos polinizadores, reduciendo la cosecha.
Poda:	
Formación	Dejar un sólo tronco 3-5 ramas principales con un verticilo equilibrado. El primer piso se forma a 1,5 m de altura aproximadamente; despuntar ramas. Eliminar ramas mal formadas, débiles, quebradas o enfermas; después de cada corte, aplicar un pasta cicatrizante; se realiza hasta el tercer año.
Mantenimiento	Se realiza 2 veces/año, durante el verano. Se eliminan ramas entrecruzadas, orientadas hacia abajo y hacia adentro, chupones y ramas inútiles. Aplicar pasta cicatrizante en los cortes.
Sanidad	Eliminar chupones, ramas y mazorcas enfermas. destruir el material podado. Desinfectar las herramientas, cada vez que se requiera.
Rehabilitación	En plantaciones viejas (30 ó 40 años) o abandonadas y mal formadas, eliminar un 50 a 70 % del material vegetativo. La renovación será mejor si se hace más profunda.
4. Cosecha y manejo post-cosecha	Cosechar cada 10 ó 15 días, excepto en los picos de producción en donde se cosecha todos los días (abril-mayo-noviembre-diciembre); las mazorcas deben cosecharse maduras para no reducir el rendimiento y calidad de los granos.
Fermentación	Una vez cosechadas las mazorcas se quiebran y se ponen a fermentar en cajones, con drenaje, removiendo cada 24 horas por 4 ó 6 días cubriendolo con sacos u hojas de plátano. No fermentar en el suelo o en sacos porque baja la calidad.
Secado	Se seca directamente al sol, hasta que el grano tenga un color púrpura con un 8-10 % de humedad, se seca en una plataforma de madera o de plástico, el tamaño depende del tamaño de la plantación (no secar en laminas de zinc porque las quema).

FUENTE:

Enriquez y Paredes (1982), BCIE/CATIE (1982), SEPSA (1982), INA (1987), Morera (1990).

4. AREA SEMBRADA CON CACAO

Edad	Area	Tipo y procedencia de la semilla / oservaciones

Porqué sembró cacao híbrido:

Piensa, aumentar o disminuir el área con cacao híbrido:

Porqué:

5. VIVERO (parcelas en estudio)

Tipo de almácigo:

Tipo de sombra:

Tipo y cantidad de fertilizante:

Duración de la fase de vivero:

Selección de las plantas (si/no, %):

Criterios para la selección:

6. SIEMBRA (parcelas en estudio)

Cuándo sembró la parcela en estudio:

Criterios para selección del terreno:

Análisis del suelo (si/no):

Tipo y duración del uso de la tierra anterior:

Drenaje (natural/artificial):

Distancias de siembra (m x m):

Tipo y cantidades de fertilizante:

Asociación con otros cultivos (si/no, cuáles):

Resiembra (si/no):

Cuándo, cuántos árboles, procedencia:

7. SOMBRA

Tipo	Fecha	siembra	Nombre común	Distancias

Se ralean o podan los árboles de sombra:
 Cómo considera la sombra en las parcela:

8. PODA

Tipo	Frecuencia	Cómo y observaciones
Formación		
Mantenimiento		
Rehabilitación		
Fitosanitaria		

9. FERTILIZACION

Aplica fertilizante (si/no):
 Desde cuando (años):

Tipo	Frecuencia	Cantidad por...

10. CONTROL DE MALEZAS

Chapea (si/no, frecuencia):
 Rodajea (si/no, frecuencia):
 Usa herbicidas (si/no, cómo):

Tipo	Frecuencia	Cantidad por...

11. CONTROL DE ENFERMEDADES

Hay mazorcas enfermas (si/no, cuáles, %, orden de importancia):
 Qué hace con las mazorcas enfermas:
 Hay enfermedades de la planta (importancia, descripción):
 Practica control manual (si/no, cómo):
 Aplica químicos (si/no, cómo):

Tipo	Frecuencia	Cantidad por...

12. CONTROL DE PLAGAS

Hay daños por insectos (importancia, descripción):

Hace control de plagas insectiles (si/no, cómo):

Aplica químicos (si/no, cómo):

Tipo	Frecuencia	Cantidad por...

Hay otras plagas (importancia, descripción, control):

13. COSECHA

Meses de mayor cosecha:

Frecuencia de cosecha:

Rendimiento de finca por cosecha (kg, forma):

Meses de menor cosecha:

Frecuencia de cosecha:

Rendimiento de finca por cosecha (kg, forma):

Rendimiento por finca por año (kg, forma):

14. PROCESAMIENTO Y VENTA

Vende el cacao húmedo o seco:

Cómo se fermenta:

Cómo se seca:

A quién (es) vende:

A qué precio (kg):

Siempre se puede vender:

Que % del ingreso familiar genera el cacao:

Ingresos provenientes del cacao por año:

15. ASISTENCIA TECNICA

Cuando tiene problemas en el cacao, a quién consulta:

Ha recibido asistencia técnica para el cacao (si/no):

En caso negativo, porqué no:

De qué institución y con qué frecuencia:

Cómo califica la frecuencia:
 Cómo considera las recomendaciones:
 Las siguió (siempre, a veces, nunca):
 Porqué no las siguió:
 Para qué prácticas recibió recomendaciones:

Práctica	De quién	Recomendaciones
Selección de semilla		
Manejo de vivero		
Selección de plantas		
Selección del terreno		
Distancias de siembra		
Sombra temporal		
Sombra permanente		
Poda		
Fertilización		
Control de malezas		
Control de enfermedades		
Control de plagas		
Fermentación		

16. CREDITO

Ha recibido crédito para el cacao (si/no):
 Porqué no:
 De quién, en qué año (s):
 Para cuántas ha, monto por ha:
 Periodo de gracia y plazo de pago (años):
 Interés anual:
 Tiene saldos pendientes (si/no):
 Con qué ingresos se pagó el crédito:

17. VENTAJAS DEL CACAO

Cuáles son las tres principales ventajas:
 Qué opina de las siguientes observaciones:

Da ingresos todo el año:
 Es fácil de vender:
 Es un cultivo adaptado a la zona.
 Tiene buenos precios:
 La cosecha es segura:
 Crece en terrenos malos:
 Da buenos rendimientos:
 Requiere de poca mano de obra:
 Tiene bajos costos (insumos):

18. DESVENTAJAS/PROBLEMAS DEL CACAO

Cuales son los tres principales problemas del cacao:
 Los problemas del cacao en orden de importancia son:
 Calidad de la semilla híbrida Forma de los árboles
 Suelos y drenaje Malezas
 Enfermedades Plagas
 Mano de obra Insumos
 Rendimiento Venta
 Precios

Con qué reemplazaría al cultivo de cacao:

19. IMPORTANCIA DEL MANEJO

Señale las prácticas de manejo en orden de importancia:
 Manejo de vivero Presencia de sombra
 Poda del cacao Fertilización
 Control de malezas Control de enfermedades
 Control de insectos Otro (citar)

20. OBSERVACIONES

Cualquier observación, pregunta, recomendación, crítica:

Anexo 3. Nombre común y científico de especies vegetales y animales. Zona Atlántica de Costa Rica, 1991.

Nombre común	Nombre científico
Cultivos:	
Aguacate	<u>Persea americana</u>
Ayote	<u>Cucurbita sp.</u>
Banano	<u>Musa AAA</u>
Cacao	<u>Theobroma cacao</u>
Café	<u>Coffea arabica</u>
Caña de azúcar	<u>Saccharum officinarum</u>
Coco	<u>Cocos nucifera</u>
Frijol	<u>Phaseolus vulgaris</u>
Guanabana	<u>Annona muricata</u>
Macadamia	<u>Macadamia integrifolia</u> ; <u>M. tetraphyla</u>
Maíz	<u>Zea mays</u>
Malanga	<u>Colocasia esculenta</u>
Mamón chino	<u>Nephelium lappaceum</u>
Mango	<u>Mangifera indica</u>
Naranja	<u>Citrus sinensis</u>
Palmito de pejibaye	<u>Bactris gasipaes</u>
Plátano	<u>Musa AAb</u>
Papaya	<u>Carica papaya</u>
Yampi	<u>Dioscorea trifida</u>
Yuca	<u>Manihot esculenta</u>
Zapote	<u>Pouteria sapota</u>
Especies forestales y otros:	
Gandul	<u>Cajanus cajan</u>
Guaba	<u>Inga spp.</u>
Higuerilla	<u>Ricinus communis</u>
Jabillo	<u>Hura crepitans</u>
Laurel	<u>Cordia alliodora</u>
Madero negro	<u>Gliricidia sepium</u>
Nuez moscada	<u>Myristica fragrans</u>
Poró	<u>Erythrina poeppigiana</u>
Plagas y enfermedades:	
Abejas	<u>Trigona sp.</u>
Afido (pulgón)	<u>Toxoptera aurantii</u>
Antracnosis	<u>Colletotrichum gloesporioides</u>
Ardilla	<u>Sciurus granatensis</u>
Armadillo	Familia Dasypodidae
Termita (comején)	Familia Termitidae
Hormigas	<u>Atta sp.</u>
Mal de machete	<u>Ceratocystis fimbriata</u>
Mazorca negra	<u>Phytophthora palmivora</u>
Monalonium	<u>Monalonium braconoides</u>
Monilia	<u>Moniliophthora roreri</u>
Pájaro carpintero	<u>Melanerpes rubricallus</u>
Taltuza	<u>Orthogeomys cherriei</u>