

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE CULTIVOS PERENNES

RESULTADOS DEL PRIMER AÑO DE EVALUACION DE LOS
EFECTOS DEL RALEO SOBRE CUATRO HIBRIDOS DE CÁCAO
(*Theobroma Cacao* L.) DE NUEVE AÑOS DE EDAD

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRICOLAS Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES DEL
PROGRAMA CONJUNTO UCR — CATIE PARA OPTAR EL GRADO DE

Magister Scientiae

JOSE RAMON PERALIA VIDEA

Turrialba, Costa Rica
1978.

Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto ICR-CATIE, como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

JURADO:

Gustavo Enríquez, Ph.D.
Rufu Daeo, Ph.D.

Profesor Consejero

Miguel Holte, Ph.D.
Jose Fargas, Ph.D.

Miembro del Comité

José Fargas, Ph.D.
Vredo Astivia, M.Sc.

Miembro del Comité

Pedro Oñoro, Ph.D.
Warren Joseph, Ph.D.

Miembro del Comité

Coordinador del Programa de Estudios de Posgrado
en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales

Coordinador Sistema de Estudios de Posgrado
de la Universidad de Costa Rica

José Ramón Peralta Videa
Candidato

DEDICATORIA

Al cariño y sacrificio
de mi esposa e hijos

A mis padres y hermanos.

Al pueblo nicaragüense
que lucha por la superación.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece a las siguientes personas e instituciones.

Al Dr. Gustavo Enríquez, Profesor Consejero, por su amistad y dirección en todo el trabajo.

A los miembros del Comité Consejero, Drs. Miguel Holle, Pedro Oñoro y José Fargas, por su ayuda para mejorar la calidad de la tesis. Especial mención al Dr. Oñoro por la ayuda en los análisis de los datos y al Dr. Holle por sus consejos y enseñanza extracurriculares.

A James S. French y Gustavo López, por su ayuda en el procesamiento de los datos.

Al Dr. Jorge Soria, ex-profesor consejero, por la oportunidad dada para trabajar en cacao y las sugerencias en la selección a los tratamientos.

Al personal del Programa de Cacao, especialmente al de La Lola, por su ayuda en la recolección de información.

A los Drs. Oliver Deaton y Gerardo Budowski, a la Lic. María José Galrao y a la señora Carmen Martin de Acuña.

Al CATIE, IICA, Gobierno de Holanda y Universidad de Costa Rica, por las facilidades técnicas y económicas.

Al Banco Central de Nicaragua, por su ayuda económica durante su estadía en el CATIE.

A María Auxiliadora dos Santos, por su cooperación y amistad.

A todas las personas que de una u otra forma ayudaron a mejorar su estadía en Turrialba, y a Sergio Matus y familia, por su apoyo en todo sentido.

BIOGRAFIA

El autor nació en Pueblo Nuevo, Departamento de Estelí, Nicaragua, el 28 de octubre de 1949.

Realizó sus estudios universitarios en la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería de Managua, Nicaragua, de 1969 a 1973, graduándose de Ingeniero Agrónomo en junio de 1975.

De enero de 1974 hasta junio de 1975, fue encargado de la sección de Sanidad Cafetalera de la Zona Norte de Nicaragua, pasando a ser Agente de Extensión Cafetalera para la Zona Norte, con sede en Jinotega, Nicaragua, desde entonces hasta mayo de 1976.

En junio de 1976 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado del CATIE, en el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, graduándose en julio de 1978.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Aspectos generales	3
2.2 Observaciones en cultivos similares a cacao	4
2.3 Estudios realizados en cacao	7
2.3.1 Correlaciones obtenidas	7
2.3.2 Distancias de siembra	8
2.3.3 Estudios genéticos	10
2.3.4 Influencia de factores ambientales	11
2.3.5 Crecimiento de chupones	13
3. MATERIALES Y METODOS	15
3.1 Localización del experimento	15
3.2 Area experimental	15
3.3 Recolección de datos	17
3.4 Análisis de datos	19
4. RESULTADOS	20
A. Sección seis	20
4.1 Producción por planta y por hectárea	20
4.2 Número de árboles por parcela, producción media por árbol y por parcela	20
4.3 Análisis económico	23
4.4 Variabilidad en diámetros de tronco y en número y peso de chupones producidos en cada trata- miento	26
4.5 Alturas a la horqueta e incrementos de altura	29
4.6 Correlaciones entre algunas de las característi- cas medidas	31
4.6.1 Correlaciones entre la producción por planta y características vegetativas	31
4.6.2 Correlaciones entre características vegetativas	31
4.7 Correlaciones entre la producción por parcela y las características vegetativas y productivas..	33
4.8 Correlaciones entre características dentro de cada tratamiento	33

	<u>Página</u>
4.8.1 Correlaciones entre alturas a la horqueta y entre altura a la horqueta y el número y peso de chupones	36
4.8.2 Correlaciones entre diámetro inicial y los incrementos en diámetro, el número y peso de chupones y el número de mazorcas cosechadas en cada tratamiento	38
4.9 Coeficientes de regresión de la producción sobre el número de mazorcas y el diámetro del tallo ...	38
 B. Sección ocho	 40
4.10 Producción por planta y por hectárea	40
4.11 Número de árboles por parcela, producción media por árbol y producción por parcela de cada tratamiento	42
4.12 Análisis económico	44
4.13 Promedios de diámetro del tronco y sus incrementos	46
4.14 Alturas a la horqueta y sus incrementos en cada tratamiento	48
4.15 Correlaciones entre algunas características, incluyendo todas las observaciones	50
4.15.1 Correlaciones entre la producción por planta y las características vegetativas	50
4.15.2 Correlaciones entre características vegetativas	50
4.16 Correlaciones entre la producción por parcela y las características vegetativas y productivas ...	52
4.17 Correlaciones entre características dentro de cada tratamiento	52
4.17.1 Correlaciones entre alturas a la horqueta y entre altura a la horqueta y número y peso de chupones	55
4.17.2 Correlaciones entre el diámetro inicial y los incrementos en diámetro, el número y peso de chupones y el número de mazorcas cosechadas en cada tratamiento	57
4.18 Coeficientes de regresión de la producción por planta sobre el número de mazorcas y diámetro del tronco	58

	<u>Página</u>
5. DISCUSION	59
6. CONCLUSIONES	69
7. RESUMEN	70
7a. SUMMARY	72
8. LITERATURA CITADA	74
9. APENDICE	80

LISTA DE CUADROS

<u>TEXTO</u>	<u>Página</u>	
<u>Cuadro No.</u>		
1	Número de mazorcas cosechadas por árbol, rendimiento en gramos por planta, rendimiento potencial por planta y rendimiento en kg/ha de cacao húmedo	21
2	Número de árboles y rendimiento en kg de cacao húmedo, promedio por árbol y por parcela de 128 m ²	22
3	Relaciones de costos y beneficios obtenidos con las producciones de cada tratamiento (Proyección a hectárea)	24
4	Promedios de los diámetros del tronco e incrementos semestrales, número y peso de chupones de cada tratamiento	27
5	Promedios de las alturas a la horqueta en cm y los incrementos semestrales y totales en altura..	30
6	Coefficientes de correlación entre algunas de las características evaluadas en el total de las observaciones (387 G.L.)	32
7	Coefficientes de correlación entre la producción por parcela y los promedios por parcela de las características vegetativas y productivas (18 G.L.)	34
8	Coefficientes de correlación "r" entre producción por planta y algunas de las características medidas en cada tratamiento	35
9	Coefficientes de correlación "r" entre algunas características vegetativas medidas en cada tratamiento	37
10	Coefficientes de regresión "b" de la producción por planta sobre el número de mazorcas aprovechadas y sobre el diámetro del tronco	39
11	Número de mazorcas cosechadas por árbol, rendimiento en gramos por planta, rendimiento potencial por planta y rendimiento en kg/ha de cacao húmedo en cada tratamiento	41

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
12	Número de árboles por tratamiento y rendimiento en kg de cacao húmedo, promedio por árbol y por parcela de 192 m ²	43
13	Relación de costos y beneficios obtenidos con las producciones de cada tratamiento (Proyección a hectárea)	45
14	Promedios de los diámetros e incrementos semestrales, número y peso de chupones de cada tratamiento	47
15	Promedios de las alturas a la horqueta e incrementos semestrales y totales en cada tratamiento	49
16	Coefficientes de correlación entre algunas de las características evaluadas en el total de las observaciones (398 G.L.)	51
17	Coefficientes de correlación entre la producción por parcela y los promedios por parcela de las características vegetativas y productivas (18 G.L.)	53
18	Coefficientes de correlación "r" entre la producción por planta y algunas de las características medidas en cada tratamiento	54
19	Coefficientes de correlación "r" entre algunas características vegetativas medidas en cada tratamiento	56
20	Coefficientes de regresión "b" de la producción por planta sobre el número de mazorcas aprovechadas y sobre el diámetro final	58
 APENDICE		
A1	Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza de las variables medidas en la sección seis	81
A2	Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza de las variables medidas en la sección ocho	82

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
A3	Promedios de las cantidades de luz medidas en cada tratamiento, en unidades luz, en la sección seis. Marzo 15 de 1978	83
A4	Producción de cada sección a través de los años	84
A5	Condiciones climáticas del período 1-10-76 a 30-3-78	85

1. INTRODUCCION

Los fitomejoradores de cultivos perennes han encontrado en las últimas décadas algunas características de los árboles que, medidas durante uno o dos años, son suficientes para distinguir las plantas con mayor capacidad productora.

En algunos cultivos como café (*Coffea arabica* L.), manzano (*Malus* sp.), albaricoque (*Prunus americana* L.) y cacao, se han encontrado características de crecimiento en edad temprana estrechamente correlacionadas con la capacidad productiva futura.

El descubrimiento del vigor híbrido en la descendencia de cruces simples interclonales en cacao, complementado con la selección por características correlacionadas con la producción, ha contribuido a aumentar considerablemente la producción en algunos de los principales países productores de este cultivo. Sin embargo, la mayoría de los países latinoamericanos que cultivan cacao obtienen bajos rendimientos; según Simoes Lopes Neto y Aguirre (62) pueden considerarse como causas principales la edad avanzada de los plantíos, distancias de siembra inapropiadas, variedades en uso y mal manejo de las plantaciones. La situación es contrastante ya que si los híbridos obtenidos en los Centros de Investigación producen hasta 2.900 kg/ha mientras que los rendimientos en los países centroamericanos son de 150 a 300 kg/ha de cacao seco.

En las primeras etapas de crecimiento los híbridos pueden estar tan cerca como a 2 x 2 m entre planta y entre surco; así se han obtenido en Costa Rica (66), en condiciones de campo, hasta 1.500 kg/ha con cuidados culturales mínimos. Después de los ocho años de edad los rendimientos por árbol y por hectárea empiezan a decrecer debido a la competencia por luz y nutrimentos, ya que las partes aéreas se juntan y las

raíces pueden extenderse hasta más allá de los troncos vecinos (29).

El aprovechamiento de los aspectos benéficos de esta situación puede ayudar a los productores de cacao y mejorar la situación agrícola del área centroamericana.

En el presente trabajo se procura determinar la mejor manera de disminuir la excesiva competencia desarrollada por los árboles al aumentar su edad.

Esta investigación fue planificada con los objetivos siguientes:

1. Evaluar agrícola y económicamente diferentes raleos de plantación y patrones de distribución de las plantas en cacaotales de nueve años de edad, sembrados a 2 x 2 y a 2 x 3 m.
2. Seleccionar los patrones de distribución y las densidades de plantación que permitan mantener rendimientos similares a los obtenidos en los primeros años de producción.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Aspectos generales

En muchas investigaciones realizadas con cultivos de frutales tanto de zona templada como de zona tropical, se ha encontrado que el rendimiento está correlacionado con algunos caracteres vegetativos. Algunas especies han sido estudiadas desde el estado de plántula hasta el estado adulto para observar el tiempo que las correlaciones se mantienen.

Si bien algunos árboles reflejan su comportamiento futuro en las características que poseen cuando son pequeños, Bartley (12) señala que para el cacao la selección fenotípica en los primeros años de producción no es satisfactoria como medida del comportamiento posterior de los árboles. Situaciones similares se presentan en otros cultivos pues en manzanos la variación en las plántulas persiste pocos años (53, 54) y su vigor no es muy asociado con el que presentan en la plantación definitiva (50).

Enríquez y sus colaboradores (27), trabajando con híbridos interclonales de cacao en Ecuador, no encontraron relación entre el vigor de las plántulas y la precocidad.

Russell (60), trabajando con cacao en Trinidad, encontró que las plantas híbridas mostraron superioridad en crecimiento y producción temprana en relación a materiales no híbridos.

Soria y Esquivel (66), estiman que el tiempo necesario para obtener la tendencia de la futura producción, es solamente de un año, tanto en híbridos como en clones de cacao.

2.2 Observaciones en cultivos similares a cacao

A través de las muchas investigaciones realizadas en cultivos de frutales, una de las medidas más relacionadas con la capacidad productiva de los árboles ha sido la circunferencia del tronco, medida a diferentes alturas desde el suelo. En árboles jóvenes de clavos (*Eugenia caryophyllata*), Tidbury (70) encontró una estrecha correlación entre el diámetro de los tallos y el rendimiento. El autor informa que en esta especie el aumento de diámetro del tallo es constante desde la edad de plántula hasta el estado adulto y debido a ello pueden hacerse predicciones de productividad en árboles jóvenes que no han alcanzado su fase económica. Este criterio es similar al expresado por Jones y Maliphant (39) refiriéndose a cacao.

Según Whitby (75), los árboles de hule (*Hevea brasiliensis*) con mayor circunferencia de tallo, demostraron productividad superior; sin embargo, Sanderson y Sutcliffe (61), aunque encontraron correlación positiva entre la circunferencia de tallo y la productividad de látex en la misma especie, opinan que esta no fue tan elevada para constituir una evidencia concluyente de que el diámetro pueda utilizarse como criterio de selección de árboles de hule.

Uno de los cultivos en los que más se han estudiado las relaciones entre caracteres vegetativos y rendimiento ha sido el manzano. De las investigaciones realizadas se puede establecer que el diámetro del tronco es la variable más correlacionada con el rendimiento en esta especie. En Pennsylvania, Waring (73), evaluó por espacio de ocho años un lote de 20 árboles, encontrando un alto grado de correlación entre la circunferencia

del tronco y el rendimiento en frutos; aunque la correlación disminuye con la edad de la planta, el autor considera que esta variable es de valor decisivo en la aproximación al volumen de la producción. Sudds y Anthony (69), consideran que en experimentos de huertos en donde lo que se desea evaluar es la producción, el diámetro del tronco debe ser una variable considerada. En Delaware, Partridge (52), trabajando con árboles de 10 años de edad y midiendo el diámetro del tronco 30 cm arriba del suelo encontró que si el aumento del diámetro en un año dado es inferior al del año anterior, el rendimiento será mayor que en aquél. Esta opinión difiere de la de Overholser y colaboradores (51), quienes opinan que de los árboles con mayor crecimiento en un año se puede esperar mayor producción de frutos el año siguiente.

Según Pearce y Brown (53), cuando se establecen experimentos en árboles que han tenido pobres e irregulares cosechas, el diámetro del tronco es la mejor medida de evaluación.

En un experimento de corto tiempo, en el que los registros de producción se harán por dos años solamente, Yeager y Latimer (76) opinan que el diámetro del tronco proporciona una medida del comportamiento real de los árboles.

Moore (50), aunque encontró correlación entre el crecimiento del tronco y el rendimiento, observó que la correlación desaparece con el tiempo y el vigor observado en las plántulas inicialmente fue poco asociado con el que enseñaron más tarde, en la plantación definitiva. Las mismas observaciones habían sido hechas tres años antes por Pearce y Moore (54).

Similares resultados a los obtenidos en el manzano han sido observados en otros cultivos arbóreos, así en el durazno (*Prunus persica*), Crane (23) evaluó árboles en Virginia desde los tres hasta los nueve años de edad encontrando un alto grado de correlación entre la ganancia en circunferencia del tronco y el rendimiento en frutos. Proebstin (55), trabajando en Washington con el cultivar "Elberta", encontró que la alta fructificación retrasa el crecimiento vegetativo.

De los trabajos realizados en albaricoques, Reed (57) pudo concluir que en esta especie existe fuerte correlación positiva entre el aumento de diámetro en un año y la cosecha próxima. En el té (*Camellia sinensis* L.), Goodchild (31) no encontró relación entre el aumento del diámetro del tronco y la producción de hojas así como con el crecimiento de yemas axilares.

En el cafeto (34), el crecimiento y la producción están positivamente correlacionados; sin embargo, el aumento en diámetro del tronco depende de la cantidad de radiación recibida. En Hawai, Beaumont (13) evaluó árboles de café de siete y 12 años de edad, encontrando que el volumen de la cosecha es determinado, no sólo por el crecimiento vegetativo del año anterior, sino que también por la cosecha que se obtuvo en ese año. Según Dancer (26), la cosecha también influye en el peso de la parte vegetativa nueva de la planta.

En el cultivo del ciruelo (*Prunus* sp.), Waring (74) observó resultados similares a los de Dancer (26) para café; sin embargo, en aquella especie a mayor número de frutos producidos hay menor aumento de diámetro del tronco.

2.3 Estudios realizados en cacao

2.3.1 Correlaciones obtenidas

Maliphant (45), trabajando en Trinidad con clones ICS, encontró correlación positiva entre el diámetro del tronco y la producción hasta los nueve años de edad, en lotes sembrados a una densidad de 16 y 32 árboles por 213 m², bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook.

Según Jones y Maliphant (39), la circunferencia del tronco es una medida de utilidad en el estudio de cultivos arbóreos sobre todo para predecir rendimientos, pero Glendinning (28), en el noveno año de un ensayo de descendencias híbridas de cacao, encontró que el rendimiento está altamente correlacionado con la reducción en la tasa de crecimiento posterior al inicio de la producción.

Según Longworth y Freeman (43), el diámetro del tronco es una variante de estimación de las cosechas futuras hasta los 15 años de edad de los árboles; este criterio se ve reforzado por las experiencias de Van der Knaap, citado por los mismos autores (43), quien encontró correlación positiva entre el diámetro del tronco y el número de mazorcas producidas en árboles de aproximadamente diez años de edad.

Debido a la inconsistencia de variables como la producción y la precocidad, Lockwood (42) recomienda la circunferencia del tronco como la medida más conveniente para calificar árboles maduros, aunque al parecer, el crecimiento del diámetro del tronco se ve detenido por la madurez de los árboles.

De Miranda y Do Prado (49) en Uruçuca, Brasil, encontraron correlación positiva entre el diámetro del tronco y la producción hasta los 25 años de edad, con los datos obtenidos pudieron ajustar la siguiente ecuación de regresión: $Y = -1,49 + 0,128x$, de esta manera sólo tienen que medir el diámetro del tronco para predecir la producción.

Glendinning (30), señala que si en las primeras etapas del desarrollo las plantas son mal alimentadas, las correlaciones entre la producción y las características vegetativas no son tan constantes y analizando resultados de cuatro experimentos desarrollados en Ghana, encontró que la correlación entre el diámetro del tronco y la producción era más fuerte en los años intermedios. Atanda (11), en Nigeria encontró que la disminución de la correlación entre las características vegetativas y la producción, que se suceden con el aumento de edad de los árboles, se debe a la competencia de los órganos de la planta por los productos fotosintetizados.

Mariano (46), al resumir datos de cinco años de experimentos realizados en Turrialba, Costa Rica, encontró que el diámetro del tallo medido a 30 cm de altura desde el suelo, era la medida más correlacionada con la producción y con otras cualidades de los árboles, como la altura total y Soria y Esquivel (67), trabajando con descendencias híbridas entre trinitarios y amazónicos, encontraron que el diámetro del tronco era la medida más representativa del crecimiento de los árboles.

2.3.2 Distancias de siembra

En el pensar de Urquhart (71), el mejor medio de obtener altos rendimientos durante períodos largos, es sembrar a distancias cortas y entresacar la plantación a medida que crecen los árboles.

En general, cuando se aumenta la distancia entre plantas se obtiene mayor número de mazorcas por árbol, pero el rendimiento económico es función de la productividad por área cultivada y no por planta (5). En Africa las mejores producciones en árboles de siete años de edad fueron obtenidas en lotes plantados a 2,3 x 2,3 y 1,8 x 1,8 m, pero en Bahía, Brasil (7), es más apropiada la distancia de 3 x 3 m. En Ibadan, Nigeria (9), se estableció un ensayo de raleo sobre un lote de cinco años de edad, plantado originalmente a 1,5 x 1,5 m (5 x 5 pies), las distancias ensayadas fueron 2,1 x 2,1 m ; 1,5 x 1,5 m y 1,5 x 3 m, obteniendo como respuesta evidente un mayor diámetro y mayor crecimiento de malezas en las parcelas más espaciadas.

Benstead (15), en Ghana no encontró diferencias ni en el número de mazorcas por árbol ni en la producción de cacao seco por ha en poblaciones que iban desde 193 hasta 2.272 árboles por 0,45 ha (1 acre) en el noveno año de un ensayo de descendencias híbridas. En un ensayo de podas conducido por el mismo autor (16) en Ibadan, no se encontraron diferencias entre árboles podados y no podados, pero el aspecto general era mejor en aquéllos que se encontraban a 2,1 x 2,1 m (7 x 7 pies).

Según Russell (59), en esta región (Ibadan) puede haber ventaja al plantar los cacaoteros desde 2 hasta 2,4 m de distancia. Sin embargo, en Ghana, Smith (65), encontró como la mejor distancia 2,3 x 2,3 m y el autor expresa que con 1.200 árboles por 0,45 ha hay buen espacio radical. En Tafo (64), esta misma distancia se comportó como la mejor en un lote de 11 años de edad, consiguiendo mayor rendimiento por árbol con las distancias más amplias. Según De Miranda y colaboradores (48), los menores

espaciamientos aumentan la productividad por área.

En experimentos conducidos en Tafo, Hall (36) encontró que en caobales de 12 años de edad, los mayores rendimientos se obtenían con distancias de 2,3 x 2,3 m en amelonado y de 3 x 3 m en amazónicos. Kowal (40) señala que el cacao amelonado se expresa mejor con poblaciones de 1.976 árboles por ha, mientras que el trinitario lo hace con 2.470 y el mínimo rendimiento económico se obtiene con 1.433 árboles/ha. Según Jones y Maliphant (38), en Trinidad los máximos rendimientos se obtienen con distancias cortas, en ausencia de sombra y con buena fertilización.

Havord y Maliphant (37), trabajando en Trinidad en experimentos de distancias de siembra con el clon "ICS-I", no encontraron diferencias significativas en crecimiento para las distancias 7,3 x 7,3 ; 3,7 x 3,7 y 2,4 x 2,4 m.

En Brasil, Mariano y colaboradores (47), midieron el comportamiento de cuatro híbridos en cuatro localidades, usando tres distancias de siembra: 2 x 2; 2,5 x 2,5 y 3 x 3 m, encontrando mayor producción individual en las parcelas más espaciadas; y menos crecimiento de malezas, menos mazorcas por árbol pero mayor producción por área, en las parcelas con menores espaciamientos. En Venezuela, Reyes y colaboradores (58), después de trece años de observación, siguen obteniendo más rendimiento por área con la distancia de 2 x 2 m.

2.3.3 Estudios genéticos

En estudios comparativos del comportamiento entre las líneas paternas y sus híbridos, realizados por Ascenso y Bartley (10), encontraron que los híbridos crecieron más y a una mayor tasa que las líneas paternas.

Lockwood (42), al comparar en Tafo tres líneas autopolinizadas de trinitarios, un cruce de alto amazónico por trinitario y 13 híbridos entre amelonado por trinitario, encontró que los híbridos de trinitario por amelonado eran más vigorosos y precoces y mantuvieron la ventaja en rendimiento por 20 años.

En ensayos de comparación de híbridos interclonales realizados en Camerún por Lotodé (44), se encontró correlación positiva entre el diámetro del tronco a edades definidas y la producción posterior acumulada, la mejor medida de edad parece ser al segundo año después de plantados los árboles.

Russell (60), al estudiar el vigor de cruces interclonales de cacaos nigerianos x trinitarios encontró que los híbridos triplicaban la producción de los padres, además los híbridos mostraron una marcada superioridad en vigor de crecimiento y producción temprana en relación a clones nigerianos y trinitarios usados como padres.

2.3.4 Influencia de factores ambientales

El cacao no escapa al principio de que la expresión de la planta depende del potencial genético y la influencia del ambiente. La precipitación, la temperatura y la iluminación son los factores más influyentes en el comportamiento de los árboles de cacao. Estos factores han sido estudiados por Alvim (3), quien menciona que en la Zona Atlántica de Costa Rica, de clima tropical húmedo, el cacao presenta dos períodos de brotación intensa que se repiten todos los años, uno en febrero-marzo y el otro en setiembre-octubre. El factor que más influye en la brotación es la oscilación diaria de la temperatura; sin embargo, en

donde hay estación seca definida, el mismo autor (1, 4) señala que el factor determinante es la precipitación ya que el cacao parece ser una de las especies menos tolerantes a la sequía. La lluvia parece causar un aumento en la floración (6), cuando la precipitación disminuye se induce la abscisión foliar (8) y esto ocasiona la brotación.

Coupric (22), encontró que el cacao tiene una floración óptima cuando las temperaturas diarias máximas son bajas y las mínimas diarias son altas, la polinización y fecundación de las flores se relaciona muy fuertemente con la lluvia del período precedente de 12 a cuatro semanas. En Aburi y Asuansi (63), no existe correlación entre el total de lluvia anual y el número total de mazorcas cosechadas de árboles de cacao amelonado, pero se encuentra relación entre la cosecha de cualquier mes y la lluvia caída cinco y seis meses antes.

En la finca "La Lola" del CATIE, Costa Rica, Alvim (2) encontró aumentos en diámetro promedios de 3,81 mm/año, siendo el crecimiento más relacionado con la temperatura que con la precipitación.

La humedad es un factor muy influyente en el comportamiento del cacao, para Dakwa (25) es obvio aún sin ninguna estadística que la humedad relativa, particularmente en el día, es un factor crítico en el desarrollo de la pudrición ocasionada por *Phytophthora palmivora*. Así mismo, la humedad del suelo y balance de sus nutrimentos determinan la densidad de plantación (41). Bonaparte encontró en Trinidad que la competencia por la humedad del suelo y sus nutrimentos no tuvo importancia en la gradiente de rendimiento, la cual fue mayormente atribuida a la competencia por luz.

La luz es un factor determinante en la producción del cacao, de tal manera que según Vernan (72), a un nivel del 4 por ciento la producción es cero. Existe relación lineal entre rendimiento y luz cuando ésta anda desde el 30 al 60 por ciento. En experimentos conducidos en Tafo (18), para probar diferentes regímenes de sombra y fertilización no se encontró diferencias en temperatura media entre cacaos cultivados al sol, con 50 por ciento de sombra o densamente sombreado. En Camerú, Boyer (20), al realizar experimentos con diferentes densidades lumínicas, encontró que la brotación foliar se hallaba relacionada con la cantidad de radiación solar recibida por los árboles.

Cunningham y Burridge (24) señalan que las plantas jóvenes de cacao sólo pueden soportar alta intensidad lumínica si son provistas de alta cantidad de agua y nutrimentos. Según Guers (33), las hojas de las plantas que crecen al sol son más pequeñas y el punto de compensación y la capacidad fotosintética son más altos que los de las hojas de las plantas que crecen bajo sombra, aunque tienen menor contenido de clorofila, pero de acuerdo con Borchert (19), ninguno de los factores ambientales muestra relación con los ciclos de crecimiento del cacao.

2.3.5 Crecimiento de chupones

Según Greathouse y colaboradores (32), los factores que influyen en el crecimiento de los chupones son endógenos y sólo se manifiestan en buenas condiciones, pero al parecer los chupones crecen más en árboles que han sido podados. En experimentos realizados en Ibadan (14), el crecimiento de chupones sobre árboles podados fue tan prolífico que hubo

que removerlos cada 15 días en vez de hacerlo cada mes como es lo normal.

Bonaparte (17), al discutir cinco experimentos de poda en Ghana, en los cuales se observaba el crecimiento de chupones, encontró dos patrones de crecimiento: a) árboles no podados en los últimos días producen más que aquéllos en los que se eliminaron los chupones hasta la primera horqueta; b) los árboles en los que se eliminaron los chupones hasta la segunda horqueta dan rendimientos ligeramente mayores que los podados a la primera horqueta; en la opinión del autor, la eliminación de chupones a la segunda horqueta parece una práctica recomendable sobre todo combinada con juiciosas podas de las ramas de abanico.

Reed (56), menciona que, además de que los chupones crecen más en los árboles podados, la tasa de crecimiento del brote depende de la longitud final del árbol. Según Cook (21), existen tres períodos de poda para la vida del árbol, yendo el primero hasta que alcanza los 2,5 metros de altura, en el cual la poda de chupones debe ser al mínimo, el segundo período empieza a partir de los 2,5 metros de altura, en el cual se poda todo chupón y se dejan las ramas secundarias que nacen de las principales; el tercer período corresponde a árboles formados en los cuales todo chupón debe ser eliminado, excepto los que van a reemplazar ramas que se han perdido.

Hall (35), en experimentos de poda en Ghana, encontró que los árboles podados alcanzaron mayor diámetro por tener menos competencia y en tal condición tuvieron mayor producción.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento

Este trabajo fue desarrollado en la finca "La Lola", propiedad del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica.

La finca "La Lola" se encuentra ubicada en la Zona Atlántica de Costa Rica, a 40 msnm. La temperatura media anual se estima en 25°C y la precipitación promedio anual es de 3652 mm (promediados desde 1949 hasta 1977). Aunque la precipitación es más o menos continua durante el año, existen dos períodos en los cuales se nota una disminución; estos períodos se repiten casi siempre, el primero entre febrero y abril y el segundo entre agosto y setiembre. Un resumen de los datos climáticos se presenta en el Cuadro A5 del Apéndice.

En la finca "La Lola" la producción es continua, pero existen dos períodos en los cuales ésta experimenta alzas, siendo la más importante entre noviembre-diciembre y la secundaria entre abril-mayo.

3.2 Area experimental

El ensayo fue establecido en las secciones seis y ocho de la finca; estas secciones están pobladas por cuatro híbridos que fueron sembrados en el año 1968 a distancias de 2 x 2 y 2 x 3 m respectivamente. Con los cuatro híbridos se formó un bloque de cuatro hileras que se repitió en el mismo orden en cada una de las secciones.

Los bloques están orientados de Este a Oeste y los híbridos se originaron de cruces biclonales entre UF-613 x Catongo, IMC-67 x UF-676,

UF-29 x Catongo y UF-677 x Pound-7. Estos cacaoteros crecen bajo sombra de *Erythrina* sp. distribuida de manera uniforme. No se hizo una diferenciación de híbridos, por haber diferentes números de plantas de cada uno en cada tratamiento.

Antes de la aplicación de los tratamientos se hizo un levantamiento del estado de los árboles en cada sección, usando las categorías descritas por Mariano (46):

0. Arbol raquíptico, de conformación muy irregular o con copas muy pequeñas y descéntricas.
1. Arbol poco desarrollado, con las ramas dispuestas de manera irregular en la horqueta, muchas veces inclinada y con copas pequeñas.
2. Arbol poco vigoroso, tallo inclinado o torcido y con menos de tres o más de cuatro ramas a la horqueta.
3. Arbol vigoroso, bien erecto, con tres o cuatro ramas a la horqueta aproximadamente del mismo grosor y distribuidas en ángulos más o menos iguales.

Además de la escala establecida, para evitar subjetividad se usó el criterio del diámetro del tronco para lo cual se consideró como árboles débiles aquellos que tenían el diámetro del tronco menor al promedio y con las características de la categoría uno.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

- | | | |
|---|------|---|
| 1. Disposición Original (testigo) | (T1) | 2500 plantas/ha |
| 2. Dejar disposición de tresbolillo | (T2) | 1250 " " |
| 3. Eliminar el 50 por ciento de los árboles débiles | (T3) | { 1484 - 2031 pl/ha
989 - 1510 pl/ha |

- | | | |
|---|------|---|
| 4. Cortar hilera de por medio | (T4) | 1250 plantas/ha |
| 5. Eliminar el 100 por ciento de los
árboles débiles | (T5) | $\left\{ \begin{array}{l} 1250 - 1484 \text{ pl/ha} \\ 1041 - 1302 \text{ pl/ha} \end{array} \right.$ |

Estos tratamientos fueron arreglados en un diseño de Bloques al Azar con cuatro repeticiones, en cada una de las secciones. Las repeticiones se orientaron en el mismo sentido de las hileras de los híbridos y los tratamientos en forma perpendicular a éstas.

En la sección seis (distancia 2 x 2), cada parcela tuvo 240 m^2 y se consideró como parcela útil un área de 128 m^2 , constituídos por las cuatro hileras centrales de la parcela (8 m) y el espacio para ocho árboles sobre la hilera (16 m). En la sección ocho (distancia de 2 x 3), las parcelas tuvieron un área de 360 m^2 , considerándose como área útil 192 m^2 formados por las cuatro hileras centrales de la parcela (8 m) y el espacio para ocho árboles sobre la hilera (24 m); el menor número de árboles por área útil fue 10 y el mayor de 30. La razón del diferente número de árboles por parcela se debió a las fallas naturales y a la esencia de los tratamientos.

3.3 Recolección de datos

Una vez que se delimitaron las parcelas y se cortaron todos los árboles necesarios, se tomaron los siguientes datos:

Diámetro del tallo a 30 cm de altura desde el suelo, altura a la horqueta y número de mazorcas por árbol. El diámetro del tallo y la altura a la horqueta fueron medidos cada seis meses a partir del 15 de marzo de 1977, fecha de establecimiento del ensayo, hasta el 15 de marzo de 1978.

Durante el transcurso del experimento se registró en cada árbol el número y peso fresco de los chupones eliminados, el número de mazorcas y el peso fresco de las semillas por árbol, así como el peso fresco de las semillas por parcela. Los chupones fueron evaluados cada tres meses y los datos de producción de cacao se tomaron cada 15 días, pesando las semillas al momento de la cosecha.

Las medidas de diámetro del tallo fueron tomadas con un calibre de madera graduado hasta milímetros, cuidando de observar siempre la misma dirección relativa, orientándose de Norte a Sur. La altura a la horqueta fue medida con una regla de madera graduada en centímetros.

Se evaluó también el costo de la operación de raleo (extrapolando a hectárea), así como el número y costo de deshierbas por tratamiento; y la cantidad de iluminación recibida por los árboles de cada parcela.

Con el objeto de medir otros efectos de los tratamientos se evaluó al momento de la cosecha, el número de mazorcas afectadas por *Phytophthora palmivora*, pero cuyas semillas eran todavía aprovechables y el número de mazorcas desechadas a causa de este patógeno, así como la producción potencial, basada en las mazorcas aprovechadas y las pérdidas.

Todas las parcelas recibieron dos aplicaciones de fungicidas a base de Hidróxido de cobre (Kocide 101) a dosis de 50 g/3,7 litros de agua, 2 cc de Triton (adherente-dispersante) y 10 g de BHC; cuatro aplicaciones de fertilizante de fórmula 20-10-6-5 a dosis de 150 g por árbol en cada aplicación (120 g N - 60 g P_2O_5 , 36 g K_2O y 30 g SO_4 por planta/año.

3.4 Análisis de datos

Se efectuaron análisis de varianza en diseño de Bloques al Azar para los datos de producción y crecimiento vegetativo; la división de los grados de libertad fue la siguiente:

<u>Fuente de variación</u>	<u>Grados de libertad</u>
Repeticiones	3
Tratamientos	4
Error	12
<hr/>	<hr/>
Total	19
<hr/>	<hr/>

Para estudiar las relaciones entre las características, se hicieron análisis de correlación y regresión usando los datos individuales por árbol y en algunos casos con los promedios de las cuatro parcelas por tratamiento.

4. RESULTADOS

A. Sección seis (original 2 x 2 m)

4.1 Producción por planta y por hectárea

El número de mazorcas sanas cosechadas por árbol alcanzó el valor más alto en el tratamiento tres (50% de árboles débiles eliminados), el valor más bajo en el tratamiento uno (testigo) (Cuadro 1), pero los análisis de varianza de estos datos (Cuadro A1) no mostraron significación estadística; iguales resultados se encontraron al considerar la producción en gramos por planta, en donde el tratamiento tres supera al tratamiento uno en un 38 por ciento.

Al extrapolar la producción por planta a producción por hectárea en base al número de plantas por tratamiento, se encontró que el tratamiento uno produjo cantidades similares a los tratamientos tres y cinco y que la menor producción fue para el tratamiento cuatro (eliminación de hilera de por medio). Los análisis de varianza mostraron significación estadística al nivel del nueve por ciento de probabilidades. Los coeficientes de variación se observan en el Cuadro A1.

Los análisis de varianza para el número de mazorcas perdidas por *Phytophthora* (Cuadro A1) no mostraron significación; el mayor número de mazorcas perdidas se encontró en los tratamientos cuatro y cinco. El número de mazorcas infectadas pero aprovechadas careció de consideración y por tal razón no fue analizado estadísticamente.

4.2 Número de árboles por parcela, producción media por árbol y producción por parcela

En el Cuadro 2 se presentan el número de árboles por parcela así como la producción promedio por árbol y por parcela. Teóricamente el

Cuadro 1. Número de mazorcas cosechadas por árbol, rendimiento en gramos por planta, rendimiento potencial por planta y rendimiento en kg/ha de cacao húmedo.

Tratamiento	Mazorcas aprovechadas/ árbol	Mazorcas perdidas/ árbol	Producción g/árbol	Producción potencial g/árbol	Producción de cacao húmedo de árboles/ ha	Nc. real de árboles/ ha
1	4,24	0,94	594	726,32	1298,38	2168
2	5,27	1,04	920	1101,56	1060,80	1152
3	6,78	0,95	960	1109,33	1748,59	1797
4	5,07	1,68	790	1051,26	886,17	1113
5	5,31	1,08	798	960,31	1091,43	1367

Cuadro 2. Número de árboles y rendimiento en kg de cacao húmedo, promedio por árbol y por parcela de 128 m².

Repetición	TRATAMIENTO					
	1	2	3	4	5	
1	No. de árboles	27	16	24	16	18
	Producción promedio por árbol	0,265	1,003	0,498	0,494	0,848
	Producción/parcela	7,155	16,000	11,952	7,904	15,264
2	No. de árboles	28	12	26	16	19
	Producción promedio por árbol	0,608	0,967	1,327	0,848	0,750
	Producción/parcela	17,024	11,664	34,502	13,568	14,250
3	No. de árboles	20	16	23	15	17
	Producción promedio por árbol	0,805	0,999	1,195	1,146	0,879
	Producción/parcela	24,150	15,948	27,485	17,190	14,943
4	No. de árboles	26	15	19	10	16
	Producción promedio por árbol	0,698	0,711	0,821	0,671	0,714
	Producción/parcela	18,148	10,665	15,594	6,710	11,424
	Bromedios	27,750	14,750	23,000	14,250	17,500
		0,594	0,920	0,960	0,790	0,798
		16,619 ^{ab}	13,572 ^b	22,838 ^a	11,343 ^b	13,970 ^{ab}

tratamiento uno debió tener 32 árboles, 16 el dos y el cuatro, el tres y el cinco un número variable de acuerdo a la cantidad de árboles débiles que hayan tenido.

Al hablar de producción por planta se observa que las parcelas con menor número de plantas producen los promedios más altos, pero la producción por parcela es mayor en aquéllas que poseen mayor cantidad de plantas. Sin embargo, el análisis de varianza para los datos de producción por parcela apenas fue significativo a un nivel del 10 por ciento de probabilidades.

En algunos de los datos analizados se encontró significación para los bloques, a veces hasta un nivel de probabilidades del 1 por ciento, lo cual indica que la orientación de los bloques fue adecuada para eliminar del error una buena parte de la variación ambiental.

4.3 Análisis económico

En el Cuadro 3 se observa un balance económico de los costos de producción por hectárea y los ingresos netos obtenidos con cada tratamiento, basados en la producción de un área de 128 m².

Los costos de materiales, especialmente fertilizantes, van en orden descendente de acuerdo al número de plantas por tratamiento, debido a que su aplicación es por planta; así los costos de materiales presentan el siguiente orden: más altos en el tratamiento uno seguido del tres, cinco, dos y finalmente el cuatro. Teóricamente los tratamientos dos y cuatro deberían tener costos iguales, ya que debían presentar el mismo número de plantas, pero en la realidad varían un poco debido a las fallas

Cuadro 3. Relaciones de costos y beneficios obtenidos con las producciones de cada tratamiento (Proyección a hectárea)*.

Detalle	T R A T A M I E N T O S				
	1	2	3	4	5
Costo de materiales	2449	1363	2052	1321	1593
Número de jornales	45,6	51	49	49,5	41
Costo de mano de obra	1686	1885	1825	1830	1522
Costos fijos**	550	550	550	550	550
Costos totales	4685	3798	4427	3701	3665
Valor total del producto	10712	8752	14428	7311	9004
Ingreso neto	6027	4954	10001	3610	5339
Número de árboles/ha	2168	1152	1797	1113	1367

* Todos los valores están dados en colones. 1 dólar = 3,54 colones.

** Se estimó en 500 colones el valor del alquiler de la tierra y en un 10 por ciento del valor del alquiler de la tierra, el valor de la depreciación de las herramientas. Estos valores fueron estimados debido a que no es costumbre en la región alquilar tierra para cultivar cacao.

naturales, aunque las diferencias entre ellos son mínimas.

En un ordenamiento de los tratamientos de mayor a menor, con base en el número de jornales, se observa que en primer lugar está el tratamiento dos, seguido del cuatro, luego vienen el tres, el uno y finalmente el cinco, debido a la mano de obra utilizada en el corte de árboles, propio de cada tratamiento, así como al tiempo de deschupona.

Los costos totales son mayores en el tratamiento uno o testigo, debido al uso de fertilizantes y al mayor número de árboles, le sigue el tratamiento tres, que es el que tiene también más árboles después del uno. El tratamiento cinco, o sea, el 100 por ciento de árboles débiles eliminados, es el que ocasionó menos gastos, debido a que hubo menos deschuponadas, puesto que había sido eliminado un mayor número de árboles que en el tres.

El ingreso bruto, o valor total del producto es mucho más alto en el tratamiento tres (50% de árboles débiles eliminados) ya que este tratamiento tuvo el más alto rendimiento; le sigue el tratamiento uno o testigo y el más bajo es el tratamiento cuatro, con una disposición de 2 x 4 m por haber eliminado una hilera de por medio.

En cuanto al ingreso neto se observa que el tratamiento tres supera al testigo en un 66 por ciento de ingreso neto por hectárea y al cinco en un 87 por ciento. De los tratamientos más espaciados, el cuatro es superado en un 37 por ciento por el tratamiento dos, ambos tienen la misma densidad pero diferente distribución.

4.4 Variabilidad en diámetros de tronco y en número y peso de chupones producidos en cada tratamiento

En el Cuadro 4 se presentan los promedios de los diámetros del tronco, medidos al iniciar el experimento, a los seis meses y a los 12 meses. Así mismo, se presentan los incrementos en diámetro obtenidos en cada tratamiento para cada período de tiempo y el número y peso de chupones podados de cada parcela.

Los promedios de las medidas iniciales fueron muy similares entre sí, correspondiendo los valores más altos a los tratamientos tres y cinco, pero esta diferencia no fue suficiente para alcanzar significación estadística (Cuadro A1).

Los incrementos de diámetro obtenidos en los primeros seis meses constituyeron un 15 por ciento del incremento anual. No se encontró significación estadística en los análisis de varianza practicados a los datos de estos incrementos (Cuadro A1). Los tratamientos dos y cuatro presentaron los incrementos más altos y el tres el más bajo, a pesar de haber tenido el promedio de diámetro original mayor que los otros dos tratamientos.

En el segundo semestre los árboles consiguieron cerca del 85 por ciento del incremento anual, pero los análisis de varianza mostraron que la significación estadística apenas alcanzó un valor del 6 por ciento ($P = 0,06$). Dada la proximidad de este valor con el nivel de significación comúnmente aceptado en las investigaciones agrícolas ($P = 0,05$), se practicó una prueba de Duncan (69) para determinar si algunas diferencias entre los promedios alcanzaban significación estadística. Los resultados

Cuadro 4. Promedios de los diámetros del tronco e incrementos semestrales, número y peso de chupones de cada tratamiento.

Característica	T R A T A M I E N T O S				
	1	2	3	4	5
Diámetro inicial (mm)	81,75	81,79	86,69	81,34	95,74
Diámetro a seis meses (mm)	82,16	82,80	88,06	82,55	96,23
Diámetro a 12 meses (mm)	83,95	87,09	90,39	85,80	99,00
Incremento de diámetro en 1 ^{er} semestre (mm)	0,41	0,34	0,37	0,71	0,49
" " " en 2 ^o " "	1,78 ^b	4,28 ^a	2,34 ^b	3,25 ^{ab}	2,77 ^{ab}
" " total de diámetro	2,20 ^b	5,12 ^a	2,71 ^b	3,97 ^{ab}	3,26 ^{ab}
Número de chupones por árbol	20,00 ^b	36,12 ^a	22,42 ^b	32,59 ^{ab}	20,93 ^b
Peso de chupones en húmedo (g)	690 ^b	1550 ^a	730 ^b	1480 ^a	810 ^b

Los promedios con igual letra no difieren estadísticamente.

indican que el tratamiento dos presentó el promedio cuya diferencia con los demás, eran significativas, ya que aunque el tratamiento mencionado no fue estadísticamente diferente de los promedios de los tratamientos cuatro y cinco, los promedios de estos dos tratamientos no fueron estadísticamente diferentes a las de los tratamientos uno y tres.

Los análisis de varianza realizados para los datos de los incrementos anuales de los diámetros de tallo, mostraron significación estadísticamente al nivel del 5 por ciento ($P = 0,05$) y la prueba de Duncan mostró resultados idénticos que para los datos del segundo semestre. El mayor incremento del diámetro del tronco en el año correspondió al tratamiento dos y alcanzó el valor promedio de 5,12 mm, el tratamiento uno (testigo) obtuvo el valor más bajo con 2,20 mm.

El análisis de varianza del número de chupones producidos en cada tratamiento fue significativo solo al nivel del 6 por ciento de probabilidades, pero como en el caso de los incrementos de diámetro, por considerarse que este valor está muy próximo al comúnmente usado del 5 por ciento, se estimó conveniente realizar la prueba de Duncan para ver si realmente había significación entre las diferencias de los promedios de los tratamientos. El tratamiento dos (tresbolillo) no se diferencia del tratamiento cuatro, y el promedio de éste no tiene diferencias estadísticamente significativas comparadas con las de los otros tratamientos.

Cuando se consideraron los datos de los pesos de chupones se encontró significación estadística ($P = 0,05$) en los análisis de varianza (Cuadro A1). La prueba de Duncan permitió hacer dos grupos de promedios

de tratamientos: los tratamientos dos y cuatro, cuyas diferencias no alcanzaron significación estadística y los tratamientos uno, tres y cinco cuyas diferencias con los promedios de los tratamientos dos y cuatro eran estadísticamente significativos.

4.5 Alturas a la horqueta e incrementos de altura

Los promedios iniciales de la altura a la horqueta eran bastante similares en todos los tratamientos (Cuadro 5), siendo el tratamiento uno el que presentó el valor más bajo y el cinco el más alto. Los análisis de varianza no mostraron significación. Respuestas similares fueron obtenidas en los análisis de varianza de los datos correspondientes al segundo semestre después del inicio del experimento, así como al incremento total anual.

El incremento en altura de horqueta en los primeros seis meses fue para la mayoría de los tratamientos aproximadamente un 15 por ciento del crecimiento anual, con excepción del tratamiento cuatro en el cual este incremento representó un 33 por ciento del incremento anual; el análisis de varianza para los datos de este incremento indica que había diferencias altamente significativas ($P = 0,01$). Cuando se hizo la prueba de Duncan se encontró que el tratamiento cuatro era el único con diferencias estadísticamente significativas con relación a los demás.

Los valores de incrementos anuales en altura de horqueta fueron más altos en el tratamiento dos, con un promedio de 1,31 cm y en el tratamiento cuatro con 1,20 cm, el valor más bajo se obtuvo en el tratamiento uno (testigo) con 0,69 cm. La altura promedio más alta correspondió al tratamiento cinco y la más baja al tratamiento uno, en forma similar

Cuadro 5. Promedios de las alturas a la horqueta en cm y los incrementos semestrales y totales en altura.

Característica	T R A T A M I E N T O S				
	1	2	3	4	5
Altura inicial de horqueta	105,60	106,94	109,52	107,89	123,76
Altura a los seis meses	105,69	107,15	109,66	108,29	123,83
Altura a los 12 meses	106,28	108,25	110,36	109,10	124,66
Incremento de altura en el 1 ^{er} semestre	0,09 ^b	0,22 ^b	0,14 ^b	0,40 ^a	0,08 ^b
" " " " 2 ^o	0,59	1,09	0,70	0,80	0,83
" total anual	0,69	1,31	0,84	1,20	0,91

Las diferencias entre los promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales.

a lo observado al inicio del experimento.

4.6 Correlaciones entre algunas de las características medidas

4.6.1 Correlaciones entre la producción por planta y las características vegetativas

Los coeficientes de correlación entre la producción por planta y los valores de diámetro del tallo, de cualquiera de las épocas en que éste se midió, fueron positivos y altamente significativos ($P = 0,01$) (Cuadro 6), con valores de r^2 próximos a 0,45.

De igual manera que con el diámetro del tallo, los coeficientes entre la producción por planta y la altura a la horqueta en cualquiera de las épocas medidas, son positivos y altamente significativos ($P = 0,01$); sin embargo, los valores de r^2 apenas alcanzan valores próximos al 0,06.

4.6.2 Correlaciones entre características vegetativas

Al comenzar el experimento, el diámetro del tallo y la altura a la horqueta presentaban coeficientes de correlación positivos y altamente significativos ($P = 0,01$), como puede verse en el Cuadro 6. Esta relación se mantuvo hasta el final del experimento (12 meses) ya que el coeficiente de correlación entre el diámetro y la altura a la horqueta finales es positivo y altamente significativo.

El incremento del diámetro de tallo al cabo de 12 meses presentó coeficiente de correlación positivo y altamente significativo ($P = 0,01$) con relación al diámetro final; sin embargo, en relación al diámetro inicial el coeficiente tuvo valor bajo y no significativo. 7

La ganancia total de altura a la horqueta y el diámetro del tronco que tenían los árboles al inicio del experimento presentan un coeficiente

Cuadro 6. Coeficientes de correlación entre algunas de las características evaluadas en el total de las observaciones (387 G.L.).

	Valor "r"
Rendimiento por árbol vs diámetro inicial	0,662**
" " " vs diámetro a seis meses	0,662**
" " " vs diámetro a 12 meses	0,651**
" " " vs altura de horqueta inicial	0,251**
" " " vs altura de horqueta a seis meses	0,250**
" " " vs altura de horqueta a 12 meses	0,248**
" " " vs número de mazorcas perdidas	0,251**
Diámetro inicial vs número de mazorcas aprovechadas	0,627**
" " vs número de chupones	0,084 N.S.
" " vs altura horqueta inicial	0,279**
" " vs peso de chupones (g)	0,190**
Diámetro final vs altura de horqueta final	0,273**
Incremento total de diámetro vs diámetro inicial	0,040 N.S.
" " " " vs diámetro final	0,137**
Incremento total de altura de horqueta vs diámetro inicial	-0,125*
" " " " " " vs diámetro final	-0,074 N.S.
" " " " " " vs incremento total de diámetro	0,515**

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

N.S. = No significativo

de correlación negativo y significativo a un nivel de probabilidades del 5 por ciento, pero el diámetro final y la ganancia total de altura a la horqueta no presentaron coeficiente de correlación significativo, aunque también es negativo. Los incrementos de altura a la horqueta y los incrementos de diámetro están estrechamente correlacionados ($P = 0,01$).

Para el total de las observaciones, el número de chupones podados no presentó relación con el diámetro que tenían los árboles al iniciar el experimento; sin embargo, el peso de los chupones presentó correlación positiva ($P = 0,01$) con el diámetro inicial.

4.7 Correlaciones entre la producción por parcela y las características vegetativas y productivas

La producción por parcela está estrechamente correlacionada con la producción por árbol, presentando coeficiente de correlación positivo y significativo hasta el nivel del 1 por ciento (Cuadro 7), pero la producción por parcela no presentó correlación significativa con el diámetro del tallo de los árboles en ninguna de las oportunidades en que éstos fueron medidos, aunque los coeficientes son positivos. Los coeficientes de correlación entre la producción por parcela y los incrementos de diámetro y de altura a la horqueta fueron negativos y no significativos.

4.8 Correlaciones entre características dentro de cada tratamiento

En todos los tratamientos, los coeficientes de correlación entre la producción por planta y el número de mazorcas cosechadas, así como con el diámetro del tallo en todas las épocas medidas fueron positivos y alcanzaron significación estadística hasta el nivel del 1 por ciento

Cuadro 7. Coeficientes de correlación entre la producción por parcela y los promedios por parcela de las características vegetativas y productivas (13 G.L.).

		Valor "r"
Producción en 128 m ²	vs producción promedio/árbol	0,737**
" " "	vs número prom. mazorcas/árbol	0,806**
" " "	vs diámetro inicial	0,365 N.S.
" " "	vs diámetro a seis meses	0,362 N.S.
" " "	vs diámetro a 12 meses	0,332 N.S.
" " "	vs incremento diámetro 1 ^{er} semestre	-0,169 N.S.
" " "	vs incremento de diámetro 2 ^o "	-0,116 N.S.
" " "	vs incremento total de diámetro	-,0138 N.S.
" " "	vs incremento altura horq. 1 ^{er} sem.	-,462*
" " "	vs incremento de alt. horq. 2 ^o sem.	-0,159 N.S.
" " "	vs incremento total de altura horqueta	-0,299 N.S.

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

N.S. = No significativo

(Cuadro 8). En el único tratamiento en el cual la producción por planta y el incremento en diámetro de tronco presentó coeficiente de correlación positivo y significativo fue en el cuatro. En los demás tratamientos, los coeficientes fueron bajos y en ningún caso alcanzaron significación estadística.

Los coeficientes de correlación entre la producción de cacao por planta y el número de chupones producido fueron, negativo y significativo

Cuadro 8. Coeficientes de correlación "r" entre producción por planta y algunas de las características medidas en cada tratamiento.

Características	T R A T A M I E N T O				
	1	2	3	4	5
	C.L. 109	57	90	55	68
Producción	0,974**	0,981**	0,949**	0,968**	0,963**
por					
promedio	0,663**	0,646**	0,674**	0,605**	0,542**
Mazorcas por árbol	0,663**	0,646**	0,669**	0,604**	0,545**
Diámetro inicial	0,652**	0,650**	0,673**	0,610**	0,533**
Diámetro a seis meses	-0,016	-0,040	-0,132	0,152	0,104
Diámetro a 12 meses	-0,054	0,137	0,190	0,219*	0,060
Primer incremento de diámetro	-0,054	0,130	0,150	0,301**	0,085
Segundo " "	-0,059	0,013	-0,235*	0,217*	-0,288*
Incremento total de diámetro	-0,016	0,167	-0,080	-0,050	-0,148
Número de chupones/árbol	0,513**	0,439**	0,534**	0,227	0,297**
Peso de chupones					
Mazorcas perdidas por <i>Phytophthora</i>					

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

para el tratamiento cuatro, en los demás tratamientos no alcanzaron significación. Los coeficientes de correlación entre la producción de cacao por planta y el peso de los chupones fueron negativos para todos los tratamientos, excepto para el tratamiento dos, pero en ningún caso fueron significativos.

La correlación entre la producción por planta y el número de mazorcas perdidas por *Phytophthora* fue positiva y significativa en todos los tratamientos, excepto en el cuatro.

4.8.1 Correlaciones entre alturas a la horqueta y entre altura a la horqueta y el número y peso de chupones

Los coeficientes de correlación entre la altura inicial a la horqueta y el número y peso de chupones producidos son negativos para todos los tratamientos, pero únicamente alcanzaron significación en los tratamientos tres y cinco (Cuadro 9).

Los coeficientes de correlación entre la altura inicial a la horqueta y el incremento de altura en el primer semestre, después de la aplicación de los tratamientos, fueron negativos y no significativos para los tratamientos uno y cuatro y de los positivos el único que alcanzó significación fue el del tratamiento tres; idénticos resultados fueron obtenidos en relación al incremento total de altura a la horqueta; sin embargo, en cuanto al incremento en altura conseguido en el segundo semestre, los coeficientes fueron positivos, pero en ningún tratamiento alcanzaron significación.

Cuadro 9. Coeficientes de correlación "r" entre algunas características vegetativas medidas en cada tratamiento.

Características	T R A T A M I E N T O				
	1	2	3	4	5
	G.L. 109	57	90	55	68
Altura	-0,083	-0,175	-0,266*	-0,163	-0,386**
inicial	-0,040	-0,187	-0,247*	-0,058	-0,326**
a la	-0,053	0,161	0,332**	-0,103	0,013
1 ^{er} incremento de alt.	0,013	0,051	0,090	0,193	0,119
2 ^o " " " "	-0,005	0,117	0,233*	0,086	0,116
horqueta vs Incremento total					
Diám. inicial vs Incremento diám 1 ^{er} sem.	-0,059	-0,075	0,026	0,255	-0,036
" " vs " " 2 ^o sem.	0,063	0,102	0,173	0,344**	0,187
" " vs " " total diámetro	0,038	0,084	0,170	0,375**	0,177
" " vs Mazorcas aprovechadas/árbol	0,629**	0,657**	0,604**	0,614**	0,489**
" " vs Número de chupones/árbol	0,085	0,248	-0,008	0,100	0,096
" " vs Peso de chupones en kg	0,191*	0,337**	0,017	0,183	0,255*

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

4.8.2 Correlaciones entre el diámetro inicial y los incrementos en diámetro, el número y peso de chupones y el número de mazorcas cosechadas en cada tratamiento

El incremento de diámetro alcanzado en los primeros seis meses no parece relacionado con el diámetro inicial ya que los coeficientes de correlación fueron no significativos y algunos de ellos negativos, como se observa en el Cuadro 9. Los coeficientes de correlación entre el diámetro inicial y el incremento en diámetro obtenido en el segundo semestre fueron positivos en todos los tratamientos, pero sólo en el tratamiento cuatro alcanzó significación. La misma respuesta se obtuvo en relación al incremento total del diámetro.

Todos los coeficientes de correlación entre el diámetro inicial y el número de mazorcas aprovechadas por árbol fueron positivos y significativos hasta un nivel del 1 por ciento. No se encontró relación entre el diámetro inicial y el número de chupones producidos por árbol, pero el peso de los chupones presentó coeficientes de correlación positivos en los tratamientos uno, dos y cinco.

4.9 Coeficientes de regresión de la producción sobre el número de mazorcas y el diámetro del tallo

En el Cuadro 10 se presentan los coeficientes de regresión de la producción por planta sobre el número de mazorcas aprovechadas y sobre el diámetro final de los árboles.

La producción de los tratamientos dos y cuatro presenta coeficientes más altos que los otros tratamientos en relación con el número de mazorcas aprovechadas, el valor más bajo se encontró en el tratamiento tres.

Cuadro 10. Coeficientes de regresión "b" de la producción por planta sobre el número de mazorcas aprovechadas y sobre el diámetro del tronco.

Coeficiente de regresión de producción sobre	T R A T A M I E N T O				
	1	2	3	4	5
No. de mazorcas aprovechadas	0,134	0,192	0,129	0,170	0,144
Diámetro a 12 meses	0,028	0,037	0,033	0,028	0,024

Los coeficientes de regresión de la producción sobre el diámetro del tronco a los 12 meses, no presentaron diferencias apreciables, encontrándose los valores más altos en los tratamientos dos y tres y el más bajo en el tratamiento cinco.

B. Sección ocho (original 2 x 3 m)

4.10 Producción por planta y por hectárea de cada tratamiento

En el Cuadro 11 se presentan los datos de producción real y potencial de cada tratamiento. El número de mazorcas aprovechadas por árbol alcanzó su cifra máxima en los tratamientos dos y cuatro y la menor en el tratamiento tres; sin embargo, los análisis de varianza correspondientes (Cuadro A2), no mostraron significación. Los respectivos coeficientes de variación se observan en el Cuadro A2.

En relación a las mazorcas perdidas por *Phytophthora*, las cantidades mayores correspondieron a los tratamientos dos y cuatro y la menor al tratamiento cinco, pero las diferencias entre los promedios fueron muy pequeñas y no presentaron significación estadística en los análisis de varianza. El número de mazorcas afectadas por *Phytophthora* pero cuyas semillas eran aprovechables, fue muy pequeño y no fue analizado.

La mayor producción de cacao húmedo en gramos por planta correspondió a los tratamientos dos y cuatro y la menor fue obtenida en el tratamiento tres, pero las diferencias fueron muy pequeñas y en los análisis de varianza se encontró que las diferencias entre todos los tratamientos no difieren estadísticamente entre sí.

Aunque no se encontró diferencias estadísticas entre las producciones por hectárea de cacao húmedo de los tratamientos, se puede notar que el tratamiento testigo (T1), es superior a cualquiera de los otros, superando al más próximo (T5) en un 11,5 por ciento y al más distante (T2) en 45 por ciento.

Al considerar la producción potencial por planta, a base de las mazorcas perdidas y las aprovechadas, encontramos que el tratamiento dos y cuatro son los mejores productores potenciales en cuanto a rendimiento

Cuadro 11. Número de mazorcas cosechadas por árbol, rendimiento en gramos por planta, rendimiento potencial por planta y rendimiento en kg/ha de cacao húmedo en cada tratamiento.

Tratamiento	Mazorcas aprovechadas/ árbol	Mazorcas perdidas/ árbol	Producción g/árbol	Producción potencial g/planta	Producción kg/ha de cacao húmedo	No. real de plantas/ha
1	9,43	1,91	1227	1475,52	1678,31	1367
2	10,94	2,74	1376	1720,63	931,90	677
3	8,78	1,66	1101	1309,16	1362,11	1237
4	10,50	2,01	1388	1653,70	1048,05	755
5	9,36	1,54	1267	1475,46	1485,16	1172

por planta; sin embargo, su superioridad sobre los otros no alcanza significación estadística, ya que todos los tratamientos presentan cifras similares.

4.11 Número de árboles por parcela, producción media por árbol y producción por parcela en cada tratamiento

En ninguno de los tratamientos se pudo obtener el número teórico de árboles por parcela, aunque no había un número definido para los tratamientos tres y cinco, pero en los restantes se encontró que había un 20 por ciento de fallas naturales en el uno, 23 por ciento en el dos y el 10 por ciento en el tratamiento cuatro (Cuadro 12).

La producción de cacao húmedo por planta fue muy similar en todos los tratamientos y en los análisis de varianza no se encontró diferencias significativas (Cuadro A2); sin embargo, se encontraron diferencias a un nivel del 10 por ciento de probabilidades, comportándose mejor los tratamientos dos y cuatro a ese nivel de probabilidad. Los coeficientes de variación de estos análisis se presentan en el Cuadro A2 también.

La producción por parcela muestra que el valor más alto corresponde al tratamiento uno (testigo), la más baja al tratamiento dos y los tratamientos tres y cinco fueron muy similares al testigo. Es notorio que el tratamiento uno, en las condiciones de esta sección, superó al tratamiento dos en un 44 por ciento en relación a la producción por parcela; sin embargo, la significación de los análisis de varianza apenas alcanzó el nivel del 8 por ciento de probabilidades.

En varios de los análisis de varianza correspondientes a los datos de algunas de las variables medidas en esta sección, se encontró

Cuadro 12. Número de árboles por tratamientos y rendimiento en kg de cacao húmedo, promedio por árbol y por parcela de 192 m².

Repetición	T R A T A M I E N T O S					
	1	2	3	4	5	
1	Número de árboles	24	14	26	16	24
	Producción promedio por árbol	0,882	1,416	0,762	1,288	1,231
	Producción/parcela	21,170	19,820	19,810	20,610	29,540
2	Número de árboles	29	14	29	12	20
	Producción promedio por árbol	1,234	1,203	1,148	1,658	1,118
	Producción/parcela	35,790	16,840	33,290	19,900	22,360
3	Número de árboles	28	11	21	14	25
	Producción promedio por árbol	1,761	1,315	1,585	2,343	1,391
	Producción/parcela	49,310	14,470	33,290	32,800	34,80
4	Número de árboles	24	13	19	16	21
	Producción promedio por árbol	0,942	1,572	0,959	0,449	1,304
	Producción/parcela	22,610	20,440	18,220	7,180	27,380
	Promedios	26,250	13,000	23,750	14,500	22,500
		1,205	1,376	1,113	1,435	1,261
		32,220	17,893	26,153	20,123	28,515

diferencia significativa entre bloques, a veces a niveles del 1 por ciento, lo cual indica que la orientación de los bloques fue adecuada para eliminar del error una buena parte de la variación ambiental.

4.12 Análisis económico

Con los datos de la producción por hectárea, basada en la producción de una parcela útil de 192 m², repetida cuatro veces (Cuadro 13), se hizo un análisis de los costos y beneficios de la producción.

El número de jornales es más alto en el tratamiento dos, seguido del cuatro, a continuación están el cinco, tres y uno. El tiempo utilizado en la eliminación de los árboles necesarios fue el factor determinante de la cantidad de jornales utilizados en la producción de cada tratamiento.

El costo de los materiales es más alto en los tratamientos con mayor número de árboles, dado que su aplicación es localizada en cada árbol. Así, los costos de materiales son mayores en el tratamiento uno o testigo, le sigue el tres (50% de árboles débiles eliminados), el cinco (100% de árboles débiles eliminados), luego el cuatro y finalmente el dos.

En cuanto a los costos totales, el tratamiento tres es el más costoso, seguido del cinco, uno, cuatro y dos. En este rubro influye mucho la cantidad de fertilizante aplicada, el tiempo utilizado en la corta de árboles y en la deschuponada.

El valor total del producto o ingreso bruto es superior en el tratamiento uno, debido a su mayor productividad; le siguen el cinco, el tres que son los que tenían más árboles, después del uno, luego están el cuatro y el dos.

Cuadro 13. Relación de costos y beneficios obtenidos con las producciones de cada tratamiento (Proyección a hectárea)*.

Detalle	T R A T A M I E N T O S				
	1	2	3	4	5
Número de jornales	30,5	46	38	45,5	39
Costo de mano de obra	1129	1697	1410	1683	1453
Costo de materiales	1593	854	1453	938	1384
Costos fijos**	550	550	550	550	550
Costos totales	3272	3101	3413	3171	3387
Valor total de produc.	13841	7688	11237	8646	12253
Ingreso neto	10569	4587	7824	5475	8066
Número de plantas/ha	1367	677	1237	755	1172

* Los valores están dados en colones. Un dólar = 8,54 colones.

** Calculados estimando el valor del alquiler de la tierra en 500 colones por ha, ya que no es costumbre en la zona alquilar tierra para plantar cacao. Se estimó en un 10 por ciento del valor del alquiler de la tierra, el valor de la depreciación de las herramientas.

En cuanto a los ingresos netos, se encuentra que el tratamiento uno o testigo produjo un ingreso neto que supera en un 19 por ciento al tratamiento cinco, que fue el que más se le aproximó y en 130 por ciento al tratamiento dos, que fue el que menos ingresos netos produjo. De los tratamientos con la misma densidad de plantas, el cuatro (hilera de por medio eliminada) supera en un 19 por ciento el ingreso neto producido por el tratamiento dos.

En comparación de las producciones de las dos secciones (seis y ocho), se observa que los promedios de producción por hectárea y por año, a partir del tercer año después de la siembra, son muy similares en las dos secciones, pero superiores en la sección seis hasta el segundo año de producción comercial, a los cinco años de edad, Cuadro A4. Los promedios de los siete años de producción son muy similares, pero dado el nivel de tecnología empleado en la finca, los ingresos netos promedio muestran superioridad en la sección ocho.

4.13 Promedios de diámetro del tronco y sus incrementos

Al iniciar el experimento, el tratamiento con mayor promedio de diámetro del tronco fue el cinco; sin embargo, su diferencia con los otros fue insuficiente para encontrar significación en los análisis estadísticos (Cuadro 14). En los datos obtenidos en la segunda y tercera medición se encontró una situación similar.

Al analizar los incrementos correspondientes al primer semestre, posterior a la aplicación de los tratamientos, se encontraron diferencias significativas ($P = 0,05$) entre las diferencias de los promedios de los tratamientos y mediante la prueba de Duncan se pudo determinar que las diferencias del tratamiento dos eran significativas con respecto al resto de tratamientos y que a su vez las del tratamiento cuatro eran significativas con las diferencias de los otros tres.

En el segundo semestre, las diferencias entre los incrementos conseguidos por los tratamientos dos y cuatro, no fueron estadísticamente significativas, pero lo fueron respecto a los otros tres, los cuales no se

Cuadro 14. Promedios de los diámetros de tronco e incrementos semestrales, número y peso de chupones de cada tratamiento.

Características	T R A T A M I E N T O S				
	1	2	3	4	5
Diámetro inicial (mm)	100,91	102,35	104,96	98,25	106,76
Diámetro a seis meses "	101,31	103,19	105,13	99,01	107,71
Diámetro a 12 meses "	104,09	106,66	106,63	103,19	109,59
Incremento diámetro 1 ^{er} semestre "	0,40 ^c	0,85 ^a	0,27 ^c	0,80 ^b	0,33 ^c
Incremento diámetro 2 ^o semestre "	2,78 ^b	3,46 ^a	1,50 ^b	4,14 ^a	2,50 ^b
Incremento total de diámetro "	3,18 ^b	4,31 ^a	1,77 ^b	4,94 ^c	2,83 ^b
Número de chupones eliminados/árbol	13,37	24,65	21,53	16,40	16,50
Peso fresco de chupones (g)	708	973	783	879	724

Las diferencias entre promedios con igual letra no son estadísticamente significativas.

diferenciaron estadísticamente entre sí; los incrementos totales presentaron los mismos resultados del segundo semestre.

El número de chupones producidos fue similar y ninguno tuvo diferencias significativas habiendo sido los más pesados los de los tratamientos dos y cuatro.

4.14 Alturas a la horqueta y sus incrementos en cada tratamiento

En el Cuadro 15 se presentan los promedios por tratamiento de las alturas a la horqueta, medidos al inicio del experimento, a los seis y a los doce meses posteriores; también se presentan los incrementos conseguidos en los dos períodos semestrales así como el incremento total anual.

Los análisis de varianza de los datos de altura a la horqueta, de cualquiera de las tres mediciones, no mostraron significación a ningún nivel aceptable de probabilidades (Cuadro A2).

Al considerar los incrementos en altura a la horqueta, encontramos significación en los análisis estadísticos y mediante la prueba de Duncan se pudo determinar que las diferencias de los promedios de los tratamientos dos y cuatro eran significativas, siendo superiores los otros tres. Iguales resultados fueron obtenidos con los datos correspondientes a los incrementos en altura obtenidos en el segundo semestre. Sin embargo, al considerar el incremento total anual encontramos que las diferencias del tratamiento uno no fueron estadísticamente significativas de los tratamientos dos y cuatro, aunque al mismo tiempo el tratamiento uno no fue diferente del tres y el cinco. Las cifras más altas fueron obtenidas en los tratamientos dos y cuatro. En general, en los primeros seis meses,

Cuadro 15. Promedios de las alturas a la horqueta e incrementos semestrales y totales en cada tratamiento.

Características	T R A T A M I E N T O S				
	1	2	3	4	5
Altura inicial de la horqueta (cm)	128,57	116,99	129,93	120,24	128,83
Altura a los seis meses	128,84	117,48	130,12	120,62	129,08
Altura a los 12 meses	129,72	118,63	130,63	121,79	129,56
Incremento altura primer semestre	0,28 ^b	0,49 ^a	0,19 ^b	0,38 ^a	0,25 ^b
Incremento altura segundo semestre	0,88 ^b	1,15 ^a	0,52 ^b	1,18 ^a	0,49 ^b
Incremento altura anual	1,16 ^{ab}	1,64 ^a	0,71 ^b	1,56 ^a	0,74 ^b

Las diferencias entre los promedios con igual letra no son estadísticamente significativas.

los incrementos en altura a la horqueta significaron un 30 por ciento del total anual.

4.15 Correlaciones entre algunas características, incluyendo todas las observaciones

4.15.1 Correlaciones entre la producción por planta y las características vegetativas

Los coeficientes de correlación entre la producción media por planta y el diámetro del tallo, de cualquiera de las épocas medidas, fueron positivos y significativos al nivel del 1 por ciento de probabilidades. Los valores de r^2 alcanzaron el valor máximo de 0,28.

Aunque los coeficientes de correlación entre la altura a la horqueta de cualquiera de las mediciones y la producción por planta fueron altamente significativos ($P = 0,01$), los valores de r^2 apenas llegan al valor de 0,06 (Cuadro 16).

4.15.2 Correlaciones entre características vegetativas

En los inicios del experimento, el diámetro del tallo y la altura a la horqueta presentaban un coeficiente de correlación positivo y altamente significativo ($P = 0,01$), esta misma relación se encontró al final del año de observación (Cuadro 16).

El incremento total del diámetro del tronco no estuvo correlacionado con el diámetro inicial, pero sí con el diámetro presentado por los árboles al cabo de 12 meses de observación. No se encontró correlación entre el diámetro inicial del tronco y la ganancia total en altura a la horqueta, pero sí entra éste y el diámetro presentado por los árboles al

Cuadro 16. Coeficientes de correlación entre algunas de las características evaluadas en el total de las observaciones (398 G.L.).

Características	Valor "r"
Rendimiento por árbol vs diámetro inicial	0,524**
" " " vs diámetro a seis meses	0,525**
" " " vs diámetro a 12 meses	0,530**
" " " vs altura inicial a horqueta	0,243**
" " " vs altura de horqueta a seis meses	0,244**
" " " vs altura de horqueta a 12 meses	0,247**
" " " vs número de mazorcas perdidas	0,303**
" " " vs incremento total de diámetro	0,123*
Diámetro inicial vs número mazorcas aprovechadas/árbol	0,512**
" " vs número de chupones/árbol	0,067
" " vs peso de chupones	0,050
" " vs altura inicial a horqueta	0,345**
Diámetro final vs altura final a horqueta	0,340**
Incremento total diámetro vs diámetro inicial	0,090
" " " vs diámetro final	0,216**
Incremento total altura a horqueta vs diámetro inicial	0,046
" " " " " vs diámetro final	0,121*
" " " " " vs incremento total diámetro	0,597**

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

cabo de 12 meses, al nivel del 5 por ciento de probabilidades. También hubo estrecha correlación al 1 por ciento entre el incremento total de altura a la horqueta y el incremento total del diámetro del tallo.

En esta sección no hubo significación en las correlaciones entre el diámetro del tallo y el número y peso de los chupones.

4.16 Correlaciones entre la producción por parcela y las características vegetativas y productivas

Se encontró correlación significativa ($P = 0,05$) entre la producción individual y la producción por parcela (Cuadro 17). La producción por parcela presentó correlación positiva y significativa ($P = 0,05$) con el diámetro presentado por los tallos al inicio del experimento y a los seis meses posteriores, pero el coeficiente, aunque positivo, no alcanzó significación entre la producción por parcela y el diámetro presentado a los 12 meses después de la aplicación de los tratamientos.

Los coeficientes de correlación entre la producción por parcela y los incrementos de diámetro de tronco y de altura a la horqueta, fueron negativos, pero sólo alcanzaron significación ($P = 0,05$) con el segundo incremento en diámetro y con el incremento anual del diámetro del tronco. La mayoría de los coeficientes estuvieron cerca del valor de significación.

4.17 Correlaciones entre características dentro de cada tratamiento

En todos los tratamientos hubo correlación positiva y altamente significativa ($P = 0,01$) entre la producción por planta y el diámetro del tallo de cualquiera de las épocas en que se midió (Cuadro 18). Nótese que las correlaciones de los tratamientos tres y cinco son en general más bajas, las del cuatro son las más altas.

Cuadro 17. Coeficientes de correlación entre la producción por parcela y los promedios por parcela de las características vegetativas y productivas (18 G.L.).

Características		Valor "r"
Producción en 192 m ² vs.	Producción promedio por árbol	0,556*
	Número promedio de mazorcas/árbol	0,539*
	Diámetro inicial	0,467*
	Diámetro a seis meses	0,450*
	Diámetro a 12 meses	0,366 N.S.
	Incremento de diámetro en 1 ^{er} semestre	-0,438 N.S.
	Incremento de diámetro en 2 ^o semestre	-0,550*
	Incremento total de diámetro	-0,559*
	Incremento altura a horqueta 1 ^{er} semestre	-0,421 N.S.
	Incremento altura a horqueta 2 ^o semestre	-0,378 N.S.
	Incremento total de altura a horqueta	-0,417 N.S.

* Significativo al 5%

N.S. = No significativo

En lo que a incrementos de diámetro se refiere, se encontraron las siguientes situaciones: En el primer incremento, el tratamiento cuatro presentó coeficiente de correlación positivo y significativo ($P = 0,05$), todos los demás presentaron coeficientes negativos y no significativos. Con el incremento en diámetro del segundo semestre, el tratamiento uno presentó coeficiente de correlación positivo y significativo ($P = 0,05$),

Cuadro 18. Coeficientes de correlación "r" entre la producción por planta y algunas de las características medidas en cada tratamiento.

Características	T R A T A M I E N T O S				
	1	2	3	4	5
G.L.	103	50	93	56	88
Producción	0,972**	0,969**	0,880**	0,956**	0,964**
Mazorcas aprovechadas/árbol					
promedio	0,504**	0,635**	0,466**	0,663**	0,483**
Diámetro inicial					
por	0,503**	0,630**	0,466**	0,670**	0,478**
Diámetro a seis meses					
por	0,510**	0,615**	0,462**	0,679**	0,481**
Diámetro a 12 meses					
Incremento diámetro 1 ^{er} semestre	-0,061	-0,090	-0,003	0,274*	-0,134
" " 2 ^o "	0,231*	-0,012	-0,043	0,116	0,061
" " total de diámetro	0,200*	-0,047	0,039	0,175	0,023
Número de chupones/árbol	-0,065	-0,076	-0,161	0,005	-0,038
Peso de chupones	0,095	-0,062	-0,099	0,047	0,023
Mazorcas perdidas por <i>Phytophthora</i>	0,296**	0,329*	0,335**	0,193	0,379**
Altura a horqueta final	0,182	0,305*	0,257*	0,385**	0,246*

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

los demás presentaron, coeficientes positivos unos y negativos otros, pero no significativos. En el incremento total del diámetro el tratamiento uno presentó coeficiente positivo y significativo ($P = 0,05$), el tratamiento dos presentó coeficiente negativo pero muy bajo y positivos todos los demás, pero ninguno significativo.

Los coeficientes de correlación entre la producción por planta y el número y peso de chupones no alcanzaron significación estadística en ninguno de los tratamientos, y algunos fueron positivos y otros negativos.

La producción por planta y el número de mazorcas perdidas por *Phytophthora* presentó coeficiente de correlación positivo y significativo en todos los tratamientos, excepto en el tratamiento cuatro, que aunque positivo no fue significativo.

La altura a la horqueta y la producción por planta presentaron coeficientes de correlación positivos y significativos en todos los tratamientos, excepto en el uno, que aunque positivo, no alcanzó significación.

4.17.1 Correlaciones entre alturas a la horqueta y entre altura a la horqueta y número y peso de chupones

El número de chupones producidos por los árboles y la altura inicial a la horqueta, presentó coeficientes de correlación negativos en todos los tratamientos, pero sólo fue significativo en el tratamiento cinco. Con el peso de los chupones, la altura inicial a la horqueta presentó coeficiente de correlación negativo, en todos los tratamientos, excepto en el uno que es positivo pero muy bajo y en ninguno de los casos alcanzó significación (Cuadro 19).

Cuadro.19. Coeficientes de correlación "r" entre algunas características vegetativas medidas en cada tratamiento.

Características	T R A T A M I E N T O S				
	1	2	3	4	5
G.L.	103	50	93	56	88
Altura					
número de chupones/árbol	-0,108	-0,262	-0,094	-0,251	-0,224*
peso de chupones	0,006	-0,242	-0,105	-0,212	-0,146
a la					
incremento de altura horq. 1 ^{er} sem.	0,200*	0,043	0,069	-0,201	-0,029
horqueta vs					
" " 2 ^o "	-0,041	-0,072	-0,065	-0,120	0,196
" " total de alt. horq.	0,049	-0,043	±0,021	-0,179	0,134
Diámetro inicial vs incremento de diámetro					
primer semestre	-0,050	-0,011	-0,054	0,136	-0,099
Diámetro inicial vs incremento de diámetro					
segundo semestre	0,269**	0,145	0,140	-0,001	0,053
Diámetro inicial vs incremento total de diám.	0,238*	0,133	0,128	0,032	0,025
" " vs mazorcas aprovechadas/árbol	0,498**	0,587**	0,482**	0,628**	0,465**
" " vs número de chupones/árbol	0,031	0,137	-0,004	0,080	0,139
" " vs peso de chupones	0,089	-0,053	0,020	0,093	0,172

* Significativo al 5%

** No significativo al 1%

El incremento de altura a la horqueta conseguido en el primer semestre después de la aplicación de los tratamientos, fue significativo ($P = 0,05$) únicamente en el tratamiento uno, en los demás tratamientos no parece haber relación entre la altura inicial a la horqueta y el incremento conseguido en los primeros seis meses, ya que los coeficientes fueron muy bajos y a veces negativos. El incremento total y la altura inicial a la horqueta presenta el mismo comportamiento que el incremento de del segundo semestre y esa altura.

4.17.2 Correlaciones entre el diámetro inicial y los incrementos en diámetro, el número y peso de chupones y el número de mazorcas cosechadas en cada tratamiento

Los incrementos de diámetro de los primeros seis meses no presentaron relación con el diámetro inicial, ya que los coeficientes son negativos excepto en el tratamiento cuatro y en general son muy pequeños. El incremento en diámetro alcanzado en el segundo semestre posterior a la aplicación de los tratamientos, presentó asociación positiva y significativa con el diámetro inicial únicamente en el tratamiento uno. El incremento total de diámetro presentó la misma respuesta que el incremento del segundo semestre, cuando se le relacionó con el diámetro inicial.

Los coeficientes de correlación entre el diámetro inicial y el número de mazorcas aprovechadas por árbol, fue altamente significativo en todos los tratamientos y los valores de r^2 fueron desde 0,21 en el tratamiento cinco hasta 0,39 en el tratamiento cuatro.

El diámetro inicial no presentó relación con el peso y número de

chupones producidos, en ninguno de los tratamientos; los coeficientes de correlación fueron negativos en algunos casos y los positivos fueron muy pequeños.

4.18 Coeficiente de regresión de la producción por planta sobre el número de mazorcas y el diámetro del tronco.

En el Cuadro 20, se presentan los coeficientes de regresión de la producción por planta sobre el número de mazorcas aprovechadas, así como sobre el diámetro final de los árboles. En esta sección, en el primer caso, el coeficiente más alto se observa en el tratamiento cinco, los coeficientes de los tratamientos uno y cuatro son casi iguales y un poco mayores que el de los tratamientos dos y tres.

En relación al coeficiente de regresión de la producción sobre el diámetro a los 12 meses, se observa que los tratamientos uno y cinco presentan cifras iguales y ligeramente superiores al del tratamiento tres, que presenta el valor más bajo; el coeficiente más alto se presenta en el tratamiento cuatro.

Cuadro 20. Coeficientes de regresión "b" de la producción por planta sobre el número de mazorcas aprovechadas y sobre el diámetro final.

Coeficiente de regresión de producción sobre	T R A T A M I E N T O				
	1	2	3	4	5
Mazorcas aprovechadas	0,121	0,117	0,105	0,120	0,126
Diámetro a 12 meses	0,023	0,028	0,022	0,037	0,023

5. DISCUSION

En las explotaciones de cultivos perennes, es más importante la producción por unidad de área que la producción por planta, por esa razón es que constantemente se trata de encontrar las distancias y patrones de distribución de las plantas que aseguren los mayores rendimientos por área.

En este experimento se encontró que determinadas distancias producían mayores rendimientos por árbol y/o por área. En el caso de la sección seis, con árboles plantados a 2 x 2 m originalmente, los mayores rendimientos fueron obtenidos con el tratamiento tres. Posiblemente este alto rendimiento se deba al hecho de que al eliminar la mitad de los árboles débiles, poco productivos, hubo en general un aumento en el espacio radical que benefició a los árboles más vigorosos, ocasionando un aumento en su producción individual, a la vez que sirvió para que los restantes árboles débiles mejoraran en su estado físico y en su capacidad productiva. Esto fue suficiente para que en esta sección este tratamiento superara a los restantes en la producción por planta y por área.

El hecho de que la producción por área del tratamiento uno o testigo, haya sido superada por el tratamiento tres, se puede deber a que la competencia por luz principalmente, estuvo en un estado crítico en ese momento, lo que hizo que la parcela en la cual se entresacó la mitad de los árboles que no contribuían a la productividad, incrementara la cantidad de cacao producido por área. Estos resultados difieren de los reportados de Venezuela por Reyes y colaboradores (59), quienes después de trece años continúan obteniendo los más altos rendimientos por hectárea con

parcelas sembradas a 2 x 2 m. Tampoco se asemejan a los reportados por Alvim (5, 7), Smith (64) y De Miranda y colaboradores (48).

En la sección ocho, en donde los árboles fueron sembrados inicialmente a 2 x 3 m, parece que la densidad es aún adecuada, pues los árboles del tratamiento testigo siguen produciendo los más altos rendimientos por unidad de área. La producción promedio por árbol es mayor en las parcelas en las que el raleo fue más acentuado, debido a que al quedar menos árboles éstos utilizan mejor el espacio radical y las cantidades de luz recibidas, pero los aumentos ocasionados en la producción por planta aún no son suficientes para compensar la producción del mayor número de árboles. Estos resultados son similares a los reportados de Brasil por Mariano y colaboradores (47), pero difieren de los encontrados en Ghana por Benstead (14, 15), quien no encontró diferencias reales entre la producción por área de cacao seco con poblaciones que iban desde 477 hasta 5612 árboles por hectárea, aunque el mayor número de mazorcas fue colectado de las parcelas con menor densidad.

Con base en la producción obtenida en cada parcela, en el número real de plantas obtenido en cada tratamiento y en los costos de producción del momento, se hizo un análisis de los costos de producción y los beneficios obtenidos. En la sección seis, el tratamiento tres permite obtener ingresos netos más altos, debido seguramente a un mejor aprovechamiento de los insumos por parte de los árboles vigorosos y a una posible recuperación en los árboles débiles que no fueron eliminados. Debido al estado general de la plantación en esta sección, el tratamiento sin árboles débiles, en el primer año de observación no supera ni la producción física ni la economía de la parcela testigo, resultados que no difieren de los

encontrados por Benstead y Smith (16), Mariano y colaboradores (47) y Russell (59), quienes encontraron siempre las mayores producciones en lotes plantados a 2 x 2 m.

En la sección ocho, el tratamiento testigo además de mayor producción, dio los ingresos netos más altos, debido a que los árboles desde su condición inicial aún no están en estado crítico de competencia y prácticamente cada árbol es todavía productivo; por eso cuando se ralea se disminuye la capacidad de producción por área y el aumento conseguido en la producción individual, con el raleo, no compensa la producción de los árboles eliminados.

Es necesario continuar observando la sección seis, ya que en este momento los árboles posiblemente no han reflejado todos los efectos del raleo, sobre todo para el tratamiento dos o en tresbolillo, en el cual el número de plantas por parcela que quedó después del raleo, así como la distribución conseguida, permiten una buena iluminación y aireación, esperándose que cuando los árboles débiles que han quedado se superen, la producción por planta y por área aumente significativamente.

Al analizar los efectos de los tratamientos sobre la parte vegetativa, se observó que después de los seis meses de aplicados, el aumento en diámetro de tronco, tanto en la sección seis como en la ocho, fue en la mayoría de los casos, aproximadamente un 15 por ciento del incremento conseguido por los árboles en el año de observación. Es posible que la respuesta tan pequeña haya sido efecto de un período de acomodación a las nuevas condiciones de luminosidad (Cuadro A3) y que debido a este período de "endurecimiento" no hayan manifestado su capacidad de crecimiento. Evidentemente existe la posibilidad de que este período,

si realmente existe, dure menos de seis meses, pero esta investigación no contempla este tipo de respuesta.

En la sección seis, con 2 x 2 m de distancia inicial, el máximo incremento promedio de diámetro del tronco por tratamiento fue de 5,12 mm/año, mientras que en la ocho fue de 4,94 mm/año. Estas cifras superaron en un 30 por ciento a los datos reportados por Alvim (2), quien en La Lola encontró un incremento promedio de diámetro máximo de 3,81 mm/año por planta en árboles adultos. Sin embargo, los datos de ambos trabajos son considerablemente menores a los obtenidos en Nigeria por Are y colaboradores (9), quienes reportaron que en un lote de cacao sembrado a 1,5 x 1,5 m (5 x 5 pies) y raleado a los seis años de edad a distancias de 2,1 x 2,1 m en tresbolillo, 1,5 x 3 m en forma rectangular e incluyendo una parcela testigo, encontraron un aumento de diámetro del tronco de 1,6 cm/año en las parcelas con menor densidad de árboles.

El hecho de que el incremento en diámetro de la sección seis haya sido mayor que en la ocho, para el tratamiento dos, o sea, en tresbolillo, es debido a que por la distancia original de siembra, en promedio eran más delgadas en la seis, pero con el aumento de luz ocasionado por el raleo, debe haber habido más actividad fotosintética en el mismo tiempo, lo que les permitió un mayor desarrollo. El tratamiento cuatro, siendo similares en distribución y número de plantas en las dos secciones, tuvo menor crecimiento de diámetro en la sección seis, posiblemente se deba a que la distancia entre las plantas no sea la más adecuada para este tratamiento en la sección seis.

En la sección ocho, los tratamientos uno, tres y cinco fueron superiores en crecimiento que sus similares de la sección seis, lo que

indica que en esta sección, las condiciones de competencia para las poblaciones iniciales han colocado en evidente desventaja a los árboles y son menos eficientes que para las poblaciones de la sección ocho, lo cual se refleja en el crecimiento vegetativo y en la producción de cacao, como puede verse en los Cuadros 1, 11 y 4, 14.

En ambas secciones las plantas son similares en cuanto a la altura a la horqueta, pero los promedios de la sección ocho son más altos, lo cual nos da una idea de la mejor conformación que en nueve años han adquirido los árboles debido al espaciamiento de siembra. Sin embargo, de los datos de los cuadros 5 y 15, se puede ver que la tendencia de los árboles de la sección seis no es a aumentar en altura al disminuir la densidad, puesto que los incrementos de altura son mayores en la sección ocho.

En general, en la sección seis, el incremento en altura de horqueta en los primeros seis meses significó un 15 por ciento del total, excepto para el tratamiento cuatro que fue de un 33 por ciento del total, como se señaló en los resultados. Posiblemente esto se deba a que en la repetición cuatro este tratamiento tuvo aproximadamente un 30 por ciento de fallas naturales y debido a las condiciones previas de iluminación, cuando se disminuyó la densidad, no hubo período de endurecimiento y los árboles crecieron más rápido que los de los otros tratamientos. En la sección ocho los crecimientos fueron más o menos uniformes para todos los tratamientos, pero los tratamientos dos y cuatro, los más espaciados, mostraron los promedios más altos, como se esperaba.

Aunque los análisis estadísticos para el número de chupones producidos sólo alcanzaron significación a un nivel de probabilidad del 6 por ciento en la sección seis, los tratamientos dos y cuatro parecen ser

superiores a los otros. En la sección ocho no se presentaron diferencias estadísticas ni en el número ni en el peso de los chupones, pero los promedios más altos fueron observados igualmente en los tratamientos dos y cuatro. Estos resultados están de acuerdo con lo esperado, ya que se supuso que una de las respuestas al aumento de la iluminación debería ser un aumento de la producción vegetativa.

Al considerar las relaciones entre algunas de las características medidas en el total de las observaciones de cada sección se observó que, tanto en la sección seis como en la ocho, la producción por planta estaba fuertemente correlacionada ($P = 0,01$), tanto con el diámetro del tronco como con la altura a la horqueta, en cualquiera de las oportunidades medidas. Sin embargo, aunque los coeficientes de la sección seis son más altos, éstos tienen tendencia a disminuir con el tiempo, mientras que en la sección ocho van aumentando. Igual situación se observó en las alturas a la horqueta, se supone que se debe a la uniformidad de los árboles en la sección ocho. El incremento total de altura a la horqueta estuvo más correlacionado con el incremento total de diámetro en la sección ocho, lo que demuestra que a la edad de nueve años, la recuperación con el raleo, de los árboles sembrados a 2×2 m no es en crecimiento vertical sino lateral, o sea, en grosor.

Al considerar los coeficientes de regresión de la producción sobre el número de mazorcas aprovechadas y sobre el diámetro a los 12 meses se encuentran resultados similares que los mostrados por los análisis de correlación, con excepción del tratamiento cuatro de la sección ocho en el cual el coeficiente de regresión de la producción sobre el diámetro es mayor que el coeficiente de dicho tratamiento en la sección seis.

Los coeficientes de regresión de la producción por planta sobre el diámetro del tronco, reportados por De Miranda y Do Prado (49), són intermedios comparados con los de la sección seis que son mayores y los de la ocho que son menores. Es muy posible que las diferencias sean debidas al menor tiempo de observación usado en este trabajo (un año), ya que los datos de los autores mencionados son de 25 años.

La producción por parcela y el diámetro del tronco presentan coeficiente de correlación positivo y significativo únicamente en la sección ocho y los coeficientes de correlación con los incrementos de diámetro del segundo semestre y total son negativos y significativos, se supone que se deba a que en realidad en la sección ocho, con la densidad original, todos los árboles son productivos y al ralearlos han dejado de producir para crecer vegetativamente; posiblemente no debieron ralearse aún. En la sección seis, aunque los coeficientes entre la producción y los incrementos en diámetro son negativos, tienen valores muy bajos, pero es evidente que con el aumento en crecimiento han dejado de producir durante este primer año.

Los resultados obtenidos en cuanto se considera el diámetro del tronco, son similares a los obtenidos por Mariano (46), pero difieren al considerar la altura a la horqueta, posiblemente se deba a que en su estudio, los árboles eran de menor edad.

Los coeficientes negativos y significativos encontrados en la sección ocho, cuando se considera la producción por parcela, parecen concordar con los que encontró Partridge (52) en manzanos de 10 años de edad, en Delaware, en donde según el autor, si el incremento en crecimiento es mayor en un año dado que en el anterior, el rendimiento será

menor que en aquél año. Esta comparación se basa en la suposición de que en el año de observación (1977-78) los árboles crecieron más que en el año anterior (1976-77). También parece haber similitud entre los datos encontrados en este trabajo y los reportados por Crans (23) para duraznos.

Al considerar las relaciones dentro de cada tratamiento se observa en la sección seis, que la relación entre el diámetro del tronco y la producción es más estrecha en el tratamiento testigo; sin embargo, va disminuyendo cronológicamente, mientras que en los tratamientos más espaciados va aumentando, debido a que cada día se agrava más la competencia entre las plantas de la población original. En la sección ocho la situación es contraria ya que en general los coeficientes son más altos en las parcelas más espaciadas; sin embargo, van en descenso, mientras que en las parcelas con mayor número de plantas van aumentando o se mantienen. El hecho de que en el tratamiento cuatro de la sección ocho se presentara coeficiente de correlación positivo y significativo entre la producción por planta y el incremento en diámetro de los primeros seis meses puede ser que sea un efecto de la producción formada antes del raleo, ya que los coeficientes descendieron considerablemente en los últimos seis meses. En la parcela testigo de esta sección el coeficiente entre la producción por planta y el incremento en diámetro de los últimos seis meses, así como el incremento total son positivos y significativos, posiblemente es debido a que la competencia existente es aún tan buena para el crecimiento como para la producción, cosa que no sucede en los otros tratamientos. Se supone que el hecho de que sólo el tratamiento cuatro de la sección

seis presenta coeficiente de correlación positivo y significativo, indica que en esa sección es necesario hacer un raleo, aunque todavía es muy pronto para decir que la eliminación de una hilera de por medio sea lo más aconsejable.

El número de mazorcas perdidas por *Phytophthora*, sólo en el tratamiento cuatro de ambas secciones no mostró coeficiente de correlación positivo y significativo con la producción por planta, es posible que como este tratamiento era el que presentaba más exposición al sol, se haya retardado el avance de la enfermedad y haya bajado entonces la relación entre la cosecha y las mazorcas perdidas.

En las dos secciones, las correlaciones entre la altura inicial a la horqueta y la ganancia en altura van disminuyendo con el tiempo y únicamente se encontró significancia en el tratamiento tres de la sección seis, pero también va en descenso cronológicamente. La relación entre el diámetro inicial y el incremento de diámetro, aumentó en el segundo semestre, pero el incremento total fue significativo sólo en el tratamiento cuatro de la sección seis, debido a que el raleo parece que fue más drástico en ese tratamiento, como lo demuestran las cantidades de luz que se observaron (Cuadro A3). En la sección ocho el incremento total de diámetro y el diámetro inicial, presentaron coeficiente de correlación positivo en todos los tratamientos, pero sólo fue significativo en el tratamiento uno, lo que demuestra que el ritmo de crecimiento de los árboles de esta sección, es tan bueno o mejor en las condiciones naturales que cuando se altera mediante el raleo.

Parece que el tratamiento dos es más efectivo en la producción de chupones en la sección seis, tanto en número como en peso, es posible que

la diferencia con el tratamiento cuatro se deba a la distribución de las plantas y no a la densidad, aunque las diferencias entre los dos tratamientos no son tan grandes. En la sección ocho, se presenta la misma situación, pero las diferencias entre los dos tratamientos son mayores que en la sección seis, lo que hace pensar que la diferencia se debe a la distribución de las plantas y no a la densidad, ya que, en las dos secciones los dos tratamientos tenían aproximadamente el mismo número de plantas.

6. CONCLUSIONES

Con base en los análisis de los datos obtenidos en un año de observación, podemos hacer las siguientes conclusiones:

1. En híbridos de cacao de nueve años de edad, es posible estimar la producción para diferenciar los árboles, a través de la medida del diámetro del tronco, no importando si fueron sembrados a 2 x 2 ó a 2 x 3 metros.
2. En la sección ocho (sembrada inicialmente a 2 x 3 m) no se obtuvo beneficios con el raleo.
3. Es aconsejable ralear las plantas sembradas a 2 x 2 metros, pero se sugiere observar por más tiempo a las parcelas para definir cuál es el mejor tratamiento que debe aplicarse.
4. En una explotación comercial tecnificada, como la de La Lola, no es conveniente sembrar a 2 x 2 m y luego ralear, es más beneficioso sembrar a 2 x 3 m desde el inicio.
5. El costo de los materiales (insumos) es el factor que más influye en la disminución de los ingresos netos de las parcelas más densamente pobladas, ya sea en la sección seis o en la ocho.
6. Se sugiere continuar las observaciones en la sección seis para determinar el verdadero efecto de los tratamientos sobre la disminución del número de mazorcas perdidas por *Phytophthora*, así como sobre la producción de cacao y el crecimiento de las malezas.

7. RESUMEN

En trabajo llevado a cabo en la finca La Lola, propiedad del CATIE, se estudió el efecto de diferentes tratamientos de raleo sobre poblaciones de cacao de nueve años de edad. Las poblaciones están formadas por cuatro híbridos entre clones UF por amazónicos, sembrados originalmente a 2 x 2 y a 2 x 3 m, en las secciones seis y ocho de la finca respectivamente.

Los datos de producción fueron tomados cada 15 días y las medidas vegetativas fueron hechas cada seis meses; la producción de chupones se evaluó cada tres meses y se hizo una medición de las cantidades de luz existentes entre las hileras y debajo del tronco de los árboles de cada parcela.

Todas las parcelas recibieron los tratamientos de fertilización y fungicidas que se acostumbra para los lotes comerciales de la finca.

Se estudiaron las correlaciones entre la producción por planta y por área y las características vegetativas, así como las relaciones entre características vegetativas.

En la sección seis no se encontró diferencias estadísticas entre la producción de cacao por área del testigo y la de cualquier otro tratamiento, pero los análisis económicos, proyectados a producción por hectárea, indican que con el nivel de tecnología empleado en la finca la población de 2500 plantas/ha no produce los rendimientos más rentables, estos son obtenidos con el tratamiento de eliminación de la mitad de los árboles débiles, llegando a obtener 1300 árboles/ha.

En la sección ocho encontramos que con la población original se obtienen rendimientos física y económicamente superiores a los de cualquier otro tratamiento. En ambas secciones, la mayor producción por árbol

se obtiene en las parcelas con menor densidad de plantas.

Tanto en la sección seis como en la ocho, se encontraron correlaciones positivas y significativas entre la producción por planta y el diámetro del tallo, así como entre aquélla y la altura a la horqueta. La producción por área, aunque presentó coeficientes positivos en relación al diámetro del tronco, en la sección seis fueron no significativos en todas las épocas medidas y en la ocho fueron significativos en el primer semestre únicamente.

La mayor producción vegetativa, así como los mayores crecimientos, fueron obtenidos en las parcelas con menor población de plantas.

En el primer año de observación no se encontró efecto evidente de la disminución de la densidad y el aumento de luz, sobre el crecimiento de las malezas y el número de mazorcas perdidas por *P. palmivora*.

Comparando la producción real por hectárea y por año, así como el promedio de la producción de siete años, se observa que la sección ocho ha producido los ingresos netos más altos.

En una explotación sin uso de fertilizantes, la sección seis produce mayores ingresos que la ocho hasta el quinto año de edad, en las condiciones de La Lola, ya que las producciones de la sección seis son numéricamente mayores en ese período de tiempo.

7a. SUMMARY

This research was carried out in "La Lola" farm, in order to study the effect of distinct thinning treatments on populations of cacao nine years old. The plantations are of four hybrids between UF and amazonic clones, planted originally at 2×2 and 2×3 m in sections six and eight respectively.

All plots received the same treatments of fertilizations and fungicides used in commercial plots on the farm.

Correlations between production by plant and area and vegetative characteristics, as well as the relations between those, were calculated.

The production data was made every 15 days and the vegetative variables each six months, the shoot production was valued each three months. The quantities of light between rows and under canopies were valued in each plot.

In section six, there are not any statistical differences between production by control area and any of the other treatments, but economical analysis of hectare production estimates suggests that with the technology used on the farm, the density of 2,500 plants/ha (2×2 m) does not have the highest net incomes. On the other hand, the one with the treatment eliminating 50 per cent of weak trees does have the highest net income.

In section eight (2×3 m) we find that the largest production and the plus net income is maintained with the control plot.

In both sections, the largest production per plant is obtained

in the plot with the less plants per unit area.

In both sections there are significant positive correlations between stem girth and production per unit, as well as between production per unit and height of the branching. The production by area notwithstanding, presented positive correlation with the stem girth in section eight in the first semester only.

The largest vegetative production, as well as the longest vegetative increase was obtained in the plots with the smallest density.

There was no effect found of the quantities of light on the weed increase nor on the number of pod losses caused by *P. palmarivora*.

Confronting average production of seven years, we find that section eight produced more net income than section six. Without the use of fertilizers, section six produced more net income up until five years of age.

8. LITERATURA CITADA

1. ALVIM, P. de T. Correlação entre chuva, temperatura e produção do cacau. In Conferencia Interamericana de Cacau, 6a., Salvador, Brasil, 1956. Salvador, Instituto de Cacau da Bahía, 1957. pp. 133-136.
2. _____. Estudos sobre o crescimento do tronco do cacau. In Conferencia Interamericana de Cacau, 6a., Salvador, Brasil, 1956. Salvador, Instituto de Cacau da Bahía; 1957. pp. 83-87.
3. _____. Fatores que controlam os lançamentos do cacau. In Conferencia Interamericana de Cacau, 6a., Salvador, Brasil, 1956. Salvador, Instituto de Cacau da Bahía, 1957. pp. 117-125.
4. _____. Las necesidades de agua del cacao. Turrialba (Costa Rica) 10(1):6-16. 1960.
5. _____. Estudos sobre o espaçamento de cacau na Africa. Cacau Atualidades (Brasil) 1(2):4-6. 1964.
6. _____. Factors affecting flowering of the cocoa tree. Cocoa Growers Bulletin 7:15-19. 1966.
7. _____ y PEREIRA, C. P. Sombra e espaçamento nas plantações de cacau da Bahía. Cacau Atualidades (Brasil) 9(3):2-3. 1972.
8. _____, MACHADO, A. D. y VELLO, F. Physiological responses of cacao to environmental factors. Revista Theobroma (Brasil) 4(4):3-25. 1974.
9. ARE, L. A. y OGUNKUA, I. O. Age of thinning trial. In Cocoa Research Institute of Nigeria. Annual report 1965-1966. Ibadan, 1967. p. 99.
10. ASCENSO, J. C. y BARTLEY, B. G. D. Varietal relationship of growth factors of young cacao seedlings. Euphytica 15:211-223. 1966.
11. ATANDA, O. A. Correlations studies in *Theobroma cacao* L. Turrialba (Costa Rica) 22(1):81-89. 1972.
12. BARTLEY, B. G. D. Annual yield correlation in cacao and their significance in selection. In Proceedings of the American Society for Horticultural Science 12:257-266. 1968.
13. BEAUMONT, J. H. An analysis of growth and yield relationship of coffee trees in the Kona district, Hawaii. Journal of Agricultural Research 59(3):223-235. 1939.

14. BENSTEAD, R. J. Experiment in establishment and maintenance. In West African Cocoa Research Institute. Annual report 1955-1956. Ibadan, 1957. pp. 59-60.
15. _____. Spacing trials. In West African Cocoa Research Institute. Annual report 1956-1957. Tafo, 1958. pp. 48-49.
16. _____ y SMITH, R. W. Establishment and maintenance trials. In West African Cocoa Research Institute. Annual report 1957-1958. Ibadan, 1959. pp. 46-47.
17. BONAPARTE, E. E. N. A. Pruning studies on Amazon and amelonado cocoa in Ghana. Tropical Agriculture (Trinidad) 43(1):25-34. 1966.
18. _____ y AMPOFO, S. T. The cocoa microclimate. In International Cocoa Research Conference, 5a., Ibadan, 1975. 10 p.
19. BORCHERT, R. Unusual shoot growth pattern in a tropical tree. American Journal of Botany 56(9):1033-1041. 1969.
20. BOYER, J. Etude ecophysiologique du developpement de cacaoyers cultivés au Camerun. Café, Cacao y The 18(1):3-30. 1974.
21. COOK, V. A. Pruning cocoa. Cocoa Growers Bulletin 7:20-22. 1966.
22. COUPPIE, Fr. Etude de certains aspects de l'eco-physiologie du cacaoyer liés a sa productivité au Ouganda. Café, Cacao y The 16(1):31-43. 1972.
23. CRANE, H. L. Correlation studies in peach tree response. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 21:20-28. 1924.
24. CUNNINGHAM, R. K. y BURRIDGE, J. The growth of cacao (*Theobroma cacao* L.) with and without shade. Annals of Botany n.s. 24:458-462. 1960.
25. DAKWA, J. T. Macro and micro-climate in relation to black pod disease in Ghana. In International Cocoa Research Conference, 5a., Ibadan, Nigeria. 1975. 12 p.
26. DANCER, J. The measurement of growth in coffee. II. The relationship between components of the shoot and stem diameter at the base of the shoot. East African Agriculture and Forestry Journal 30(1):21-25. 1964.
27. ENRIQUEZ C., G. et al. Observaciones preliminares de la variabilidad de algunas características en la progenie híbrida de cruces interclonales de cacao. Proceedings of the American Society for Horticultural Science. Caribbean Region 6:60-66. 1962.

28. GLENDINNING, D. R. Relationship of growth to yield. In West African Cocoa Research Institute. Annual report 1959-1960. Ibadan, 1960. pp. 50-51.
29. _____ y VERNON, A. J. Intervarietal competition in cocoa trials. Journal of the Horticultural Science 40:317-319. 1965.
30. _____. Further observations on the relationship between growth and yield in cocoa varieties. Euphytica 15:116-127. 1966.
31. GOODCHILD, N. A. Growth of the shoots following pruning. Annals of Botany (n.s.) 32(127):567-572. 1968.
32. GREATHOUSE, D. C., LAETSCH, W. M. y PHINNEY, B. O. The shoot growth rhythm of a tropical tree, *Theobroma cacao*. American Journal of Botany 18(4):281-286. 1971.
33. GUERS, J. Influence des conditions d'eclaircissement et de temperature sur la teneur en chlorophylles et l'activité photosynthetique des feuilles de cacaoyer. Café, Cacao y The 18(3):157-166. 1974.
34. GUISCAFRE-ARRILLAGA, J. y GOMEZ, L. A. Effect of solar radiation intensity on the vegetative growth and yield of coffee. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 26(4):73-90. 1942.
35. HALL, T. R. A note on the pruning of Amazon cocoa in Ghana. Tropical Agriculture (Trinidad) 38(4):333-337. 1961.
36. _____. Spacing trials. In West African Cocoa Research Institute. Annual report 1959-1960. Tafo, 1961. pp. 47-48.
37. HAVORD, G., MALIPHANT, G. K. y COPE, F. W. Manurial and cultural experiments on cocoa. III. River State and Central Experiment Station, Centeno, Trinidad. In Imperial College of Tropical Agriculture. A report on cacao research 1953. Trinidad, 1954. pp. 80-83.
38. JONES, T. A. y MALIPHANT, G. K. High yields in cacao field experiments and their significance in future cacao research. Tropical Agriculture (Trinidad) 35:272-275. 1958.
39. _____ y MALIPHANT, G. K. Yield variations in tree crop experiments with specific reference to cacao. Nature 182:1613-1614. 1958.
40. KOWAL, J. M. L. The effect of spacing on the environment and performance of cacao under Nigeria conditions. I. Agronomy. Empire Journal of Experimental Agriculture 27(105):27-34. 1959.

41. KOWAL, J. M. L. The effect of spacing on the environment and performance of cacao under Nigeria conditions. II. Ecological factors. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 27(106): 138-149. 1959.
42. LOCKWOOD, G. A comparison of the growth and yield during a 20 years period of amelondado and upper Amazon hybrid cocoa in Ghana. *Euphytica* 25(3):647-658. 1976.
43. LONGWORTH, J. F. y FREEMAN, G. H. The use of trunk girth as a calibrating variate for field experiments on cocoa trees. *Journal of the Horticultural Science* 38:61-67. 1963.
44. LOTODE, R. Possibilités d'amélioration de l'expérimentation sur cacaoyers. *Café, Cacao y Thé* 15(2):91-104. 1971.
45. MALIPHANT, G. K. The cocoa tree size-yield correlation. In Imperial College of Tropical Agriculture. A report on cacao research 1957-1958. Trinidad, 1959. p. 80.
46. MARIANO, A. H. Relaciones entre algunas medidas de vigor y producción en cacao. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1966. 41 p.
47. _____, GARCIA, J. R. y VELLO, F. Produção de cacaueiros híbridos em função das densidades de plantio e condições ecológicas. In Conferencia Internacional sobre Investigación en Cacao, 6a., Caracas, 1977. Caracas, 1977. 8 p.
48. MIRANDA, C. T., DESSIMONI P., C. M. y ALVIM, P. de T. Competição de espaçamentos em cacaueiros. In CEPEC. Informe técnico 1968-1969. Itabuna, Brasil, s.f. pp. 53-54.
49. MIRANDA, E. R. de y PRADO, E. P. DO. Correlação entre circunferencia de tronco e produção de cacaueiro. In CEPEC. Relatório anual 1964. Itabuna, Brasil, 1965. p. 48.
50. MOORE, C. S. Inter-relations of growth and cropping in apple trees studied by the method of component analysis. *Journal of the Horticultural Science* 40:133-139. 1965.
51. OVERHOLSER, E. L., OVERLEY, F. I. y BARNHIL, L. M. Correlations of trunk circumference increase and length of terminal growth with yield of apples. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 35:263-268. 1938.
52. PARTRIDGE, N. L. Growth and yield of apple trees. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 16:104-109. 1919.

53. PEARCE, S. C. y BROWN, A. H. F. Improving fruit tree experiments by a preliminary study of the trees. *Journal of the Horticultural Science* 35:65. 1960.
54. _____ y MOORE, C. S. A study of sources of variations in apple tree experiments. *Journal of the Horticultural Science* 37: 175-189. 1962.
55. PROEBSTING JUNIOR, E. L. A quantitative evaluation of the effect of fruiting on growth of Elberta peach trees. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 71:103-109. 1958.
56. REED, H. S. Slow and rapid growth. *American Journal of Botany* 7:327-332. 1920.
57. _____. Correlations between growth and fruit production of apricots. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 25:247-249. 1929.
58. REYES E., H. et al. El uso de nuevas distancias para híbridos de cacao. *In Conferencia Internacional de Investigaciones en Cacao, 6a., Caracas, 1977. Caracas, 1977. 8 p.*
59. RUSSELL, T. A. The spacing of Nigeria cacao. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 21(81):145-153. 1953.
60. _____. The vigor of some cacao hybrids. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 29(1-8):102-106. 1953.
61. SANDERSON, A. R. y SUTCLIEFE, H. Vegetative characters and yield of hevea. *Journal of the Rubber Institute of Malaya* 1(1-2): 75-90. 1929.
62. SIMOES LOPES NETO, A. y AGUIRRE, J. A. Análisis económico de los costos de replantación en cacao. IICA. Publicación miscelánea no. 38. 1971. 24 p.
63. SKIDMORE, C. L. Indications of existing correlation between the rainfall and the number of pod harvested at Aburi and Asuans. Gold Coast. Department of Agriculture. *Bulletin no. 16:114-120.* 1929.
64. SMITH, R. W. Amelonado spacing trial. *In West African Cocoa Research Institute. Annual report 1958-1959. Tafo, 1960. pp. 39-40.*
65. _____. The spacing of West African amelonado cocoa in Ghana. *Journal of the Horticultural Science* 35(3):176-184. 1960.

66. SORIA V., J. y ESQUIVEL, O. Estudio preliminar sobre el período mínimo y confiable de producción en cacao para su uso en evaluación de cultivares. *Cacao (Costa Rica)* 12(4):9-14. 1967.
67. _____ y ESQUIVEL, O. Algunos resultados del programa de mejoramiento genético de cacao en el IICA, Turrialba. *Cacao (Costa Rica)* 8(2):1-9. 1968.
68. STEEL, R. G. D. y TORRIE, H. J. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 481 p.
69. SUDDS, R. W. y ANTHONY, R. D. The correlation of trunk measurements with tree performance in apples. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 25:244-246. 1929.
70. TIDBURY, G. E. Stem-girth as a criterion in field trials with young clove trees. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 11(41):32-37. 1943.
71. URQUHART, D. H. Cacao. Trad. por Juvenal Valerio. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1963. 322 p.
72. VERNAN, A. J. Yield and light relationship in cacao. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 44(3):223-228. 1967.
73. WARING, J. H. The probable value of trunk circumference as an adjunct to fruit yield in interpreting apple orchard experiments. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 17:179-185. 1920.
74. _____. Fruiting and growth in the Lombard plum: some effects of thinning. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 25:280-284. 1928.
75. WHITBY, G. S. Variation in *Hevea brasiliensis*. *Annals of Botany* 33:313-321. 1919.
76. YEAGER, A. F. y LATIMER, L. P. Tree girth and yield as indicator of subsequent apple tree productivity. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 37:101-105. 1940.

9. A P E N D I C E

Cuadro A1. Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza de las variables medidas en la sección seis.

F. V.	G.L.	Mazorca aprovechadas	Rend./plant. kg	Rend./128 m ² kg	Mazorcas perdidas	Producción , en kg/ha
Tratam.	4	3,227	0,082	71,992	0,383	439033,218
Error	12	2,078	0,038	27,369	0,290	166769,870
C.V. %		27,10	23,84	33,59	47,42	33,55

Tratam.	G.L.	Diámetro inicial (mm)	Diámetro a 6 meses	Diámetro a 12 meses	Incremento 1er sem. (mm)	Incremento 2o sem. (mm)	Incremento Total de Diám. (mm)
Tratam.	4	149,109	145,035	140,958	0,162	3,625	5,223*
Error	12	63,195	62,577	66,821	0,101	1,141	1,448
C.V. %		9,27	9,16	9,16	56,28	37,03	34,67

Tratam.	G.L.	Alt. inic. horq. (cm)	Alt. horq. 6 meses	Alt. horq. 12 meses	Incremento 1er sem. (cm)	Incremento 2o sem. altura (cm)	Incremento total altura (cm)
Tratam.	4	219,877	216,694	217,798	0,070**	0,140	0,273
Error	12	129,713	128,215	129,533	0,014	0,161	0,209
C.V. %		10,28	10,21	10,19	63,83	49,97	46,21

Tratam.	G.L.	Número chupones	Peso de chupones (kg)	Tiempo deschupona min.
Tratam.	4	219,342	0,731*	8,925
Error	12	70,423	0,186	2,858
C.V. %		31,77	41,09	28,63

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

Cuadro A2. Cuadros medios obtenidos en los análisis de varianza de los datos de las variables medidas en la sección ocho.

F. V.	G.L.	Mazorcas aprovechadas	Rend./plant. kg	Rend./192 m ² kg	Mazorcas perdidas	Producción kg/ha
Tratam.	4	3,854	0,067	140,117	0,887	385018,579
Error	12	11,097	0,136	52,435	1,378	139295,406
C.V. %		33,90	28,83	28,99	59,59	28,63

Tratam.		Diámetro inicial (mm)	Diámetro a 6 meses (mm)	Diámetro a 12 meses (mm)	Incremento 1 ^{er} sem. (mm)	Incremento 2 ^o sem. (mm)	Incremento total de diám. (mm)
4		44,256	39,625	25,283	0,301*	3,973**	6,227**
12		30,835	31,399	29,544	0,064	0,652	0,843
C.V. %		5,41	5,43	5,13	47,91	28,07	26,96

32

Tratam.		Alt. inic. a horq. (cm)	Alt. horq. 6 meses (cm)	Alt. horq. 12 meses (cm)	Incremento 1 ^{er} sem. (cm)	Incremento 2 ^o sem. (cm)	Incremento total alt. horq. (cm)
4		138,430	133,094	120,069	0,056	0,439**	0,765**
12		289,860	288,346	286,205	0,017	0,064	0,115
C.V. %		13,63	13,56	13,42	41,33	30,14	29,27

Tratam.		Número de chupones	Peso de chupones (kg)	Tiempo desçhupona (min.)
4		81,711	0,050	17,050
12		45,762	0,123	15,283
C.V. %		36,59	43,18	48,56

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

Cuadro A3. Promedios de las cantidades de luz medidas en cada tratamiento en unidades luz, en la sección seis. Marzo 15, de 1978.

Lugar de observación**	T R A T A M I E N T O				
	1	2	3	4	5
Al pie de los troncos de los árboles	1983,5	4159,5	1808,5	3471	2100,25
En el centro de las hileras	3237,75	41499,75	3125	58566,70	3933,50

* El instrumento usado fue el Lunasix-3.

** La luz exterior a las 12 meridiano fue de 109166 lux.

Cuadro A4. Producción de cada sección a través de los años.

Año	Distancia Sección	Producción de cacao húmedo kg/ha.	
		2 x 2 m seis	2 x 3 m ocho
1971		913	667
1972		630	496
1973		1232	1223
1974		2887	3579
1975		3876	2960
1976		3068	2623
1977		1298	1678
Promedio		1996,29	1889,43

Cuadro A5. Condiciones climáticas del período 1-10-76 a 30-3-78.

Mes	Temperatura °C		Humedad relativa X Min. diario %	Precipitación (mm)		Días con lluvia
	X Max.	X Min.		Total	P. diario	
1976						
Octubre	30,1	20,2	60,4	149,2	4,8	17
Noviembre	29,9	19,8	64,1	499,6	16,6	19
Diciembre	30,3	19,2	56,0	395,5	12,8	14
1977						
Enero	29,5	18,6	60,1	177,8	6,4	21
Febrero	30,3	19,0	53,1	53,9	1,9	18
Marzo	29,4	20,1	61,4	273,3	7,7	21
Abril	30,4	20,7	54,5	93,7	3,1	19
Mayo	31,8	21,4	51,8	206,7	6,7	17
Junio	30,6	21,2	62,8	503,5	16,8	22
Julio	29,8	21,2	66,9	925,2	29,8	25
Agosto	30,5	20,6	60,6	361,3	11,7	25
1978						
Septiembre	30,0	20,9	63,9	391,9	13,1	21
Octubre	30,1	21,1	60,1	280,90	9,1	20
Noviembre	30,8	20,5	60,9	325,1	10,8	17
Diciembre	30,1	20,3	55,7	163,6	5,3	21
1978						
Enero	29,6	18,8	54,3	106,3	3,4	15
Febrero	28,9	19,5	61,4	475,3	17,0	19
Marzo	30,3	20,4	52,1	170,2	5,5	18