

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EFFECTO DE CUATRO SISTEMAS DE RALEO SOBRE LA PRODUCCION
EN PLANTACIONES DE CACAO (Theobroma cacao)
ESTABLECIDAS A 2 x 2 y 2 x 3.

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del
Programa Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y
Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro
Agronómico Tropical de investigación y enseñanza,
para optar al grado de:

Magister Scientiae

Por

Salvador Quirós Conejo

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA

Departamento de Producción Vegetal

Turrialba, Costa Rica

1988

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MIS HIJOS

AL AGRICULTOR

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su sincero agradecimiento al Programa de Cacao del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza por permitir su entrenamiento durante los dos años que duró la recopilación de los datos.

A los miembros del tribunal examinador, especialmente al Dr. Gustavo Enriquez Calderón, consejero principal, por la revisión del borrador y los oportunos consejos.

Al personal de los diferentes departamentos del C.A.T.I.E., especialmente Cómputo, Biblioteca, y La Lola por su apoyo desinteresado, sin el cual no hubiera podido realizar el presente trabajo.

Al Programa AID-515-T-032 y al Ministerio de Agricultura y Ganadería, que financiaron mi estancia por dos años en Turrialba.

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

BIOGRAFIA

El autor nació en Florencia de San Carlos, Alajuela, Costa Rica, el 17 de agosto de 1952. Realizó sus estudios primarios en las escuelas Juan Bautista Solís Rodríguez de Ciudad Quesada y Santa Clara de San Carlos. Cursó los estudios secundarios en el Colegio Agropecuario San Carlos y los superiores en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica.

Realizó trabajos como docente y coordinador del Departamento de Horticultura en la Escuela Técnica Agrícola, ahora Sede Regional del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en 1975. Laboró como asesor técnico de los agricultores afiliados a la Cámara de Productores de Caña de San Carlos en 1976.

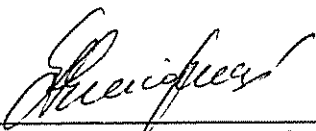
Desde 1977 ha laborado para el Ministerio de Agricultura y Ganadería, como Agente de Extensión Agrícola, como técnico en café y cacao, y como Director Regional de Centro Agrícola de la Zona Norte.

En 1984 ingresó al Sistema de Estudios de Posgrado UCR-CATIE. Realizó su investigación de tesis en el Programa de Cacao.

A partir de 1986 labora como Director del Proyecto de Cacao BID-BANCCOOP-COOPESANCARLOS que se desarrolla en la Zona Norte de Costa Rica como apoyo del Ministerio de Agricultura y Ganadería a este importante Proyecto.

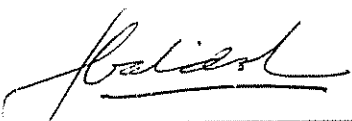
Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica para optar al grado de Magister Scientiae.

Comité Asesor:




Gustavo Enriquez C., Ph.D.

Profesor Consejero



José J. Galindo, Ph.D.

Miembro del Comité



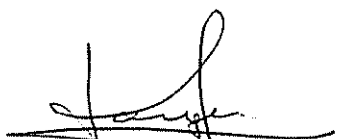
José Arze B., Mg.Sc.

Miembro del Comité



Enrique Villalobos, Ph.D.

Miembro del Comité



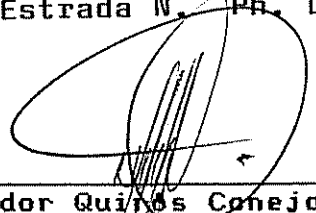
Ronald Vargas V. Ph. D.

Director del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales UCR-CATIE.



Luis Estrada N., Ph. D.

Decano del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica.



Salvador Quirós Conejo.

Candidato.

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xiv
SUMARY	xvi
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Relaciones entre el crecimiento y la producción en otras especies	3
2.2 Estudios realizados en cacao	4
2.2.1 Diámetro del tronco	5
2.2.2 Altura del verticilo	7
2.2.3 Densidad de siembra	8
2.2.3.1 Efecto de la densidad sobre el rendimiento	9
2.2.3.2 Efectos de la densidad sobre otros aspectos de la producción...	12
2.2.4 Raleo	13
2.2.5 Influencia de los factores ambientales ...	17
2.2.6 Efecto de la densidad sobre el microclima en el cacao	20
2.2.7 Incidencia de enfermedades	21
2.2.8 Producción de chupones	24
3. MATERIALES Y METODOS	26
3.1 Localización del experimento	26
3.2 Materiales utilizados	26
3.3 Metodología	31
3.4 Recolección de los datos	41
3.5 Análisis de los datos	42
4. RESULTADOS	45
4.1 Rendimiento de cacao seco por planta	45
4.1.1 Area sembrada a 2 x 2	45
4.1.2 Area sembrada a 2 x 3	47
4.2 Rendimiento de cacao seco por hectárea	49
4.2.1 Area sembrada a 2 x 2	49
4.2.2 Area sembrada a 2 x 3	50
4.3 Número total de frutos por hectárea	51
4.3.1 Area sembrada a 2 x 2	51

4.3.2	Area sembrada a 2 x 3	53
4.4	Número de frutos sanos por planta	54
4.4.1	Area sembrada a 2 x 2	54
4.4.2	Area sembrada a 2 x 3	56
4.5	Número total de frutos por planta	58
4.5.1	Area sembrada a 2 x 2	58
4.5.2	Area sembrada a 2 x 3	59
4.6	Porcentaje de frutos sanos por planta	61
4.6.1	Area sembrada a 2 x 2	61
4.6.2	Area sembrada a 2 x 3	62
4.7	Incidencia de Moniliasis	63
4.7.1	Area sembrada a 2 x 2	63
4.7.2	Area sembrada a 2 x 3	64
4.8	Incidencia de Mazorca Negra	65
4.8.1	Area sembrada a 2 x 2	65
4.8.2	Area sembrada a 2 x 3	66
4.9	Número de chupones por planta	67
4.10	Peso seco de chupones por planta	69
4.11	Diámetro final del tronco	70
4.12	Altura final del verticilo	71
4.13	Incremento en el diámetro del tronco	71
4.13.1	Area sembrada a 2 x 2	71
4.13.2	Area sembrada a 2 x 3	74
4.14	Incremento en la altura del verticilo	76
4.14.1	Area sembrada a 2 x 2	76
4.14.2	Area sembrada a 2 x 3	79
4.15	Correlaciones	81
4.16	Agrupación de los árboles según el número de frutos sanos producidos por año	84
4.17	Agrupación de los árboles según el número total de frutos producidos por año	86
4.18	Agrupación de los árboles según la medida final del diámetro del tronco	89
4.19	Agrupación de los árboles según la medida final de altura del verticilo	91
5.	DISCUSION	94
5.1	Número de frutos por planta	94
5.2	Rendimiento por planta	96
5.3	Rendimiento por hectárea	98
5.4	Incidencia de enfermedades	102
5.5	Producción de chupones	105
5.6	Diámetro del tronco	107
5.7	Altura del verticilo	109
5.8	Incremento en diámetro del tronco	110
5.9	Incremento en altura del verticilo	114
5.10	Correlaciones	115
5.11	Agrupación de los árboles	118

6.	CONCLUSIONES	119
7.	RECOMENDACIONES	121
8.	BIBLIOGRAFIA CITADA	122
9.	ANEXOS	130

LISTA DE CUADROS

Cuadro No.	Página
1. Resumen de los datos meteorológicos del año 1984. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	29
2. Resumen de los datos meteorológicos del año 1985 y enero-febrero de 1986. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	30
3. Algunas características de los clones utilizados como padres. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	32
4. Número de plantas por parcela útil y por hectárea, después de aplicar los tratamientos en 1977. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	35
5. Número de plantas eliminadas por parcela útil y por hectárea, en forma natural o artificial al aplicar los tratamientos de raleo, en 1977. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	36
6. Número de plantas perdidas por parcela útil y por hectárea debido a causas naturales, entre 1977 y 1986. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	37
7. Número de plantas por parcela útil y por hectárea. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	38
8. Rendimiento de cacao seco y número total de frutos por hectárea en el área establecida a 2x2m. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	46
9. Rendimiento de cacao seco y número total de frutos por hectárea en el área establecida a 2x3m. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	48
10. Número total de frutos y número de frutos sanos y enfermos producidos por árbol. Área sembrada a 2x2m. La Lola, Limón, Costa Rica.	

	Experimento de raleo, 1988.....	55
11.	Número total de frutos y número de frutos sanos y enfermos producidos por árbol. Área sembrada a 2x3m. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	57
12.	Número, peso seco de chupones y medidas finales de diámetro y altura del verticilo. Promedio por planta. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	68
13.	Incrementos en diámetro del tronco. Promedio por planta (cm). La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	72
14.	Incrementos en altura del verticilo. Promedio por planta (cm). La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	77
15.	Coefficientes de correlación entre algunas de las características evaluadas. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	82
16.	Agrupación de los árboles según el número de frutos sanos producidos por año. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	85
17.	Agrupación de los árboles según el número total de frutos producidos por año. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	87
18.	Agrupación de los árboles según la medida final de diámetro del tronco (cm). La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	90
19.	Agrupación de los árboles según la medida final de altura del verticilo (cm). La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	92

9. ANEXOS

1A. Cuadrados medios de los datos de rendimiento. Area sembrada a 2x2m. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	131
2A. Cuadrados medios de los contrastes practicados a las variables de rendimiento. Area sembrada a 2x2. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	132
3A. Cuadrados medios de los datos de rendimiento. Area sembrada a 2x3m. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	133
4A. Cuadrados medios de los contrastes practicados a las variables de rendimiento. Area sembrada a 2x3. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	134
5A. Cuadrados medios del número de frutos sanos y enfermos producidos por árbol. Area sembrada a 2x2m. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	135
6A. Cuadrados medios de los contrastes aplicados al número de frutos sanos y enfermos producidos por árbol. Area sembrada a 2x2. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	136
7A. Cuadrados medios obtenidos del número de frutos sanos y enfermos producidos por árbol. Area sembrada a 2x3m. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	137
8A. Cuadrados medios de los contrastes aplicados al número de frutos sanos y enfermos producidos por árbol. Area sembrada a 2x3. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.	138
9A. Cuadrados medios de la variables vegetativas evaluadas. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	139
10A. Cuadrados medios de los contrastes aplicados a las variables vegetativas. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	140
11A. Cuadrados medios de los incrementos en diámetro del tronco. La Lola, Limón, Costa Rica.	

Experimento de raleo, 1988.....	141
12A. Cuadrados medios de los contrastes aplicados a los incrementos en diámetro del tronco. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	142
13A. Cuadrados medios de los incrementos en la altura del verticilo. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	143
14A. Cuadrados medios de los contrastes aplicados a los incrementos en la altura del verticilo. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	144

LISTA DE FIGURAS

Figura No.	Página
1. Ubicación del experimento en la finca La Lola Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	27
2. Transcurso de las variables climáticas en la finca La Lola. Limón, Costa Rica. Promedio de 35 años de observación. Experimento de raleo, 1988.....	28
3. Forma en que se aplicaron los tratamientos de raleo sistemático. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	34
4. Distribución de los tratamientos en cada repetición y número y ubicación de las plantas en la parcela útil según el tratamiento. Sección 6, sembrada a 2 x 2 m. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	39
5. Distribución de los tratamientos en cada repetición y número y ubicación de las plantas en la parcela útil según el tratamiento. Sección 8, sembrada a 2x3m. La Lola, Limón, Costa Rica. Experimento de raleo, 1988.....	40

EFFECTOS DE CUATRO SISTEMAS DE RALEO SOBRE LA PRODUCCION
EN PLANTACIONES DE CACAO (Theobroma cacao)
ESTABLECIDAS A 2 x 2 y 2 x 3.

PALABRAS CLAVE: RALEO, MONILIA, MAZORCA NEGRA, HIBRIDOS.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la finca "La Lola", ubicada en la Zona Atlántica de Costa Rica. El objetivo fue estudiar el efecto del raleo sobre el rendimiento y otras características relacionadas, en plantaciones de cacao (Theobroma cacao) de 9 años de edad sembradas a 2 x 2 m y 2 x 3 m.

La evaluación se realizó durante dos años, siete y ocho después de haberse aplicado los tratamientos de raleo. Se trabajó con dos lotes sembrados uno a 2 x 2 m y otro a 2 x 3 m, con cuatro cruces entre cultivares "UF" y amazónicos. Los datos de rendimiento fueron tomados semanalmente, los de producción de "chupones" cada tres meses y los de las características vegetativas cada seis meses. Los tratamientos evaluados fueron:

1. Testigo sin raleo, 2. Eliminación de plantas en forma alterna, 3. Eliminación de la mitad de los árboles débiles, 4. Eliminación de hileras en forma alterna, 5. Eliminación de todos los árboles débiles. Un árbol se considera débil cuando tiene un diámetro menor que el promedio del cruce al que pertenece.

En el lote sembrado a 2 x 2, se obtuvo el mayor rendimiento por área (545 kg/ha/año) y el mayor rendimiento por planta (409 g/planta/año) con la eliminación de la mitad de los árboles débiles. La menor incidencia de moniliasis (56%) resultó con la eliminación de plantas en forma alterna y la menor incidencia de mazorca negra (1,6%) se encontró con la eliminación de hileras en forma alterna. La menor producción de "chupones" (27,2 chupones/planta) se observó en el testigo y el menor peso de estos (344,4 g/planta) se determinó en el tratamiento en que se eliminó a todos los árboles débiles. Al final del experimento se observó el mayor diámetro del tronco (23,6 cm/planta) y el mayor incremento de este en dos años (2,53 cm/planta) con el tratamiento en que se eliminó a todos los árboles débiles. El mismo tratamiento dio la mayor altura del verticilo al final del experimento (135,8 cm/planta) y la eliminación de plantas en forma alterna dio el mayor incremento en esta medida en los dos años (5,3 cm/planta). La correlación entre el rendimiento por planta y el diámetro inicial fue de 0,29 y entre el rendimiento por planta y el diámetro final, de 0,25.

En el lote establecido a 2 x 3, el mejor rendimiento por área (433 kg/ha/año) se encontró con la eliminación de todos los árboles débiles. El mayor rendimiento por planta (470 g/planta/año) se observó en el tratamiento en que se eliminó plantas en forma alterna. La menor incidencia de moniliasis (56%) resultó con la eliminación de la mitad de los árboles débiles y la menor incidencia de mazorca negra (1,3%), con la eliminación de plantas en forma alterna. La menor producción de chupones (15,9 chupones/planta) y el menor peso seco de estos (205,0 g/planta) se mostró con la eliminación de todos los árboles débiles. Al final del experimento se observó el mayor diámetro del tronco (25,7 cm/planta) y el mayor incremento de este en dos años (2,6 cm/planta) con la eliminación de plantas en forma alterna. La mayor altura del verticilo (153,3 cm/planta) se observó con la eliminación de la mitad de los árboles débiles, pero el mayor incremento en altura durante los dos años (4,5 cm/planta) se encontró en el testigo. La correlación entre el rendimiento por planta y el diámetro inicial fue de 0,44 y entre el rendimiento por planta y el diámetro final del tronco fue de 0,45.

Para las condiciones en que se llevó a cabo la presente investigación, el mejor sistema de raleo, en cuanto a rendimiento por área, consiste en eliminar las plantas más débiles, afectando aproximadamente la cuarta parte de las plantas sembradas originalmente. La correlación entre el rendimiento por planta y el diámetro del tronco fue menor que en las evaluaciones anteriores lo cual confirma que esta relación se pierde con el tiempo. Por esta razón se considera apropiado ralear cuando las plantas son más jóvenes. Aparentemente la densidad aumenta este efecto.

EFFECTS OF FOUR THINNING SYSTEMS ON PRODUCTION IN COCOA PLANTATIONS (Theobroma cacao) established at 2x2 and 2x3

Key words: Thinning, Monilia, Black Pod, Hybrids.

SUMMARY

This research was carried out at the "La Lola" farm located in the Atlantic Zone of Costa Rica. The objective was to study the effect of thinning on yield and other related characteristics in nine years old cocoa plantations (Theobroma cacao) planted at 2x2 m and 2x3 m.

The evaluation was done during two years, seven and eight years after the thinning treatments were applied. Work was done in two planted plots, one at 2x2 m and the other at 2x3 m with four crosses between the "UF" and Amazonic cultivars. Yield data was taken weekly, shoot production data, each three months, and those of vegetative characteristics were taken every six months. The treatments evaluated were:

1. Control without thinning,
2. Alternate elimination of plants,
3. Elimination of half of the weak trees,
4. Alternate elimination of rows,
5. Elimination of all of the weak trees.

A tree is considered weak when it has a diameter less than the average of the cross to which it belongs.

In the plot planted at 2x2, the greatest yield per area (545 kg/ha/year) and yield per plant (409 g/plant/year) were obtained with the elimination of half of the weak trees. The lowest incidence of Moniliasis (56%) resulted with the alternate elimination of plants, and the lowest incidence of

Black Pod (1.6%) was found with the alternate elimination of rows. The lowest shoot production (27.2 shoots/plant) was observed in the control, and the lowest weight of these (344.4 g/plant) was determined in the treatment where all of the weak trees were eliminated. The greatest trunk diameter (23.6 cm/plant) and the greatest increase of this in two years (2.53 cm/plant) with the treatment eliminating all of the weak trees was observed at the end of the experiment. The same treatment gave the greatest jorquette-height at the end of the experiment (135.8 cm/plant), and the alternate elimination of the plants gave the greatest increase in this measurement in two years (5.3 cm plant). The correlation between yield per plant and the initial diameter was 0.29, and between yield per plant and the final diameter was 0.25.

In the plot established at 2x3, the greatest yield per area (433 kg/ha/year) was found with the elimination of all the weak trees. The greatest yield per plant (470 g/plant/year) was observed in the alternate elimination of plants treatment. The lowest incidence of Moniliasis (56%) resulted with the elimination of half of the weak trees, and the lowest incidence of Black Pod (1.3%) with the alternate elimination of plant. The lowest shoot production (15.9 shoots/plant) and the lowest dry weight of these (205 g/plant) was shown with the elimination of all the weak trees. The greatest trunk diameter (25.7 cm/plant) and the greatest increase of this in two years (2.6 cm/plant) with the alternate elimination of the trees was observed at the end of the experiment. The greatest jorquette-height (153.3

cm/plant) was observed with the elimination of half of the weak trees, but the greatest increase in height during the two years (4.5 cm/plant) was found in the control. The correlation between the yield per plant and the initial diameter was 0.44, and between plant yield and final trunk diameter was 0.45.

For the conditions in which this research was carried out, the best thinning system, according to yield per area, consists of eliminating the weakest plants, affecting approximately one-fourth of the plants planted originally, with an increment of 25-30 %. The correlation between plant yield and trunk diameter was less than previous evaluations, which confirms that this relation is lost with time. For this reason, it is considered appropriate to thin when the plants are younger. Apparently the density increases this effect.