

Influencia del relieve, la edad de las plantaciones y la densidad en los rendimientos del cacao.

Influence of relief, age and density plantations in cocoa yields.

Autores: Ing. Imer Enrique Mata-Pino¹, Dr. C. Manuel Conrado Riera-Nelson²

Organismo: Universidad Politécnica Argelia Laya, Venezuela¹. Universidad. Facultad Agroforestal de Montaña, Guantánamo, Cuba.

E-mail: imapi4@hotmail.mail, mriera@fam.cug.co.cu

Resumen.

El experimento se realizó en periodo entre julio 2010 a septiembre 2012, en el municipio Brión de la sub-región Barlovento del Estado Miranda. Para la ejecución de la investigación se seleccionaron 17 fincas entre los diferentes relieves predominantes en la región (factor A), edad (factor B) y la densidad de las plantaciones (factor C), El trabajo se condujo bajo un diseño completamente aleatorizado, con arreglo factorial. Se evaluaron las variables, luminosidad (Luz total, Luz en el interior del cacaotal y Luz retenida por el dosel) en la época de sequía y lluvia, cantidad de semillas por frutos, índice de semilla, cantidad de mazorcas y el rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Los resultados mostraron que los mayores valores de luminosidad se encontraron en el relieve de planicie, mientras el rendimiento y sus componentes demostraron mayores respuestas en el relieve de montaña, en edad inferior a 30 años y en la densidad de 3 x3 m.

Palabras clave: cacao; edad de la plantación; densidad de población.

Abstract.

The experiment was carried out in period among July 2010 to September 2012, in the municipality Brión of the sub-region of Barlovento of the State Miranda. For the execution of the investigation 17 properties were selected among the predominant different reliefs in the region (factor A), age (factor B) and the density of the plantations (factor C), the work behaved under a totally randomized design, with factorial arrangement. The variables were evaluated, brightness (Total light, Light inside the cocoa plants and light retained by the canopy) in the dry season and rain, quantity of seeds for fruits, seed index, quantity of ears and the yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): The results showed that the biggest values of brightness were in the plain relief, while the yield and their components demonstrated bigger answers in the mountain relief, in inferior age to 30 years and in the density of 3 x3 m.

Keywords: cocoa; Age of the plantation; population's density.

Introducción.

El cacao como especie vegetal originaria de América, ha estado vinculado al desarrollo de las sociedades precolombinas y desde la época colonial (también en África y Asia) constituye un rubro de plantación agrícola de importancia económica, social y ambiental, actualmente la mayor parte de la producción mundial está concentrada en África, el sudeste asiático (73,5 %) y en América (FAO, 2010).

Para el caso particular de Venezuela, en cuanto a la problemática que se ha descrito hasta ahora por Portillo *et al.*, (1995), y Delgado, (2008) dentro de las causas principales de los bajos rendimientos del cultivo, se encuentran el inadecuado manejo del cultivo, la baja calidad de las semillas utilizadas, el ataque de diferentes plagas y la inapropiada densidad de plantaciones. Por otra parte, Ramos *et al.* (1998), sustentan que la baja producción de cacao se debe a la genética del cultivo y Parra *et al.*, (2009) y Zambrano, (2011) hacen énfasis en los problemas de manejo como causal de pérdida de capacidades productivas en plantaciones de cacao.

Partiendo de la visión de conjunto del sector cacaotero mundial y la particularidades de cada país productor es posible precisar tres causas básicas en el bajo rendimiento en el cultivo: la edad de las plantaciones, el exceso de sombra y la densidad de población de árboles de cacao. Por tales razones se propone evaluar la influencia de la densidad de plantas, la edad de las plantaciones y el relieve en los rendimientos del cultivo en el municipio Brión.

Desarrollo.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el municipio Brión de la sub-región Barlovento del estado Miranda, la sub-región Barlovento se caracteriza por tener tres formas distintivas de relieve: (1) las montañas con alturas de 200 a 500 m.s.n.m. y pendientes de hasta 38 %; las colinas que van de 50 a 200 m.s.n.m. con pendientes de hasta 20 % y (3) la planicie con altura de 0 a 50 m.s.n.m. encontrando una pendiente de 2 a 6 %. El municipio Brión tiene la particularidad de presentar los tres tipos y se condujo el experimento considerando esta condición.

Para la ejecución de la investigación, se seleccionaron 17 fincas que presentaron las condiciones necesarias para el trabajo experimental (tabla 1).

Tabla 1. Distribución de fincas por tipo de relieve		
Relieve	Comunidad	N° fincas
Montañas	Birongo Arriba	7
Colinas	Curiepe	5
Planicie	Las Gorzález	5

El experimento se condujo bajo un diseño completamente aleatorizado, con arreglo factorial. Los factores en estudio se relacionan en la tabla 2 y las combinaciones de estos factores conformaron los tratamientos que aparecen en la tabla 3

Tabla 2. Factores en estudios y sus niveles correspondientes.

Factores	Niveles de cada factor
Factor A :Relieve	Montaña Colina Planicie
Factor B : Edad de plantación	7 – 12 Años 13 -30 años Más de 30 años
Factor C : Marco de plantación	3,0 x 3,0 m 3 x 3,5 m

Tabla 3. Relación de los tratamientos utilizados en el experimento.

T1	Relieve de montañas, edad 7 a 12 años, distancia de siembra 3,0x3,0 m
T2	Relieve de montañas, edad 7 a 12 años, distancia de siembra 3,5x3,5 m
T3	Relieve de montañas, edad 13 a 30 años, distancia de siembra 3,0x3,0
T4	Relieve de montañas, edad 13 a 30 años, distancia de siembra 3,5x3,5 m
T5	Relieve de montañas, edad más de 30 años, distancia de siembra 3,0x3,0 m
T6	Relieve de montañas, edad más de 30 años, distancia de siembra 3,5x3,5 m
T7	Relieve de colinas, edad 7 a 12 años, distancia de siembra de 3,0x3,0 m
T8	Relieve de colinas, edad 7 a 12 años, distancia de siembra de 3,5x3,5 m
T9	Relieve de colinas, edad 13 a 30 años, distancia de siembra de 3,0x3,0 m
T10	Relieve de colinas, edad 13 a 30 años, distancia de siembra de 3,5x3,5 m
T11	Relieve de colinas, edad más de 30 años, distancia de siembra de 3,0x3,0 m
T12	Relieve de colinas, edad más de 30 años, distancia de siembra de 3,5x3,5 m
T13	Relieve de planicie, edad 7 a 12 años, distancia de siembra de 3,0x3,0 m
T14	Relieve de planicie, edad 7 a 12 años, distancia de siembra de 3,5x3,5 m
T15	Relieve de planicie, edad 17 a 30 años, distancia de siembra de 3,0x3,0 m
T16	Relieve de planicie, edad 13 a 30 año, distancia de siembra de 3,5x3,5 m
T17	Relieve de planicie, edad más de 30 años, distancia de siembra de 3,0x3,0 m
T18	Relieve de planicie, edad más de 30 años, distancia de siembra de 3,5x3,5 m

Variables evaluadas

1. Luminosidad (Lux):
2. Cantidad de semillas por frutos
3. Índice de semilla
4. Cantidad de mazorcas por planta

5. Rendimiento (kg.ha⁻¹):

Resultados y discusión

Comportamiento de la luminosidad en plantaciones de cacao durante la temporada de sequía.

El comportamiento de la luminosidad en sus tres formas evaluadas tiene expresión equivalente en la sequía a la época lluviosa y las tres formas de relieve tanto en la estimación de grupos homogéneos (12 para cada tipo de luz) sin diferencias significativas entre tratamientos de cada grupo, pero con diferencias significativas entre los grupos.

La luminosidad medida a plena exposición solar (luz total) en sequía tiene entonces un comportamiento determinado también por la influencia del relieve, la nubosidad y otros elementos que condicionan este tipo de luminosidad en la época de lluvias.

La luminosidad bajo el cacaotal en sequía tiene en general similar manifestación que en lluvias. Los tratamientos que permiten mayor penetración de la luz corresponden a los de menor edad y mayor distancia de siembra.

La diversidad de efectos de los tratamientos en cuanto a la expresión de la luminosidad en plantaciones cacaoteras en las áreas del ensayo, orienta a la valoración de la estructura del cacaotal, el dosel y la sombra ratifican los aportes de Alcuía (2010) quien describe la presencia de árboles de gran tamaño, troncos múltiples en los árboles de cacao por el desarrollo de rebrotes, y copas densas sin podar impiden la penetración de luz y en estas condiciones la plantación se mantiene en condiciones oscuras y húmedas durante la mayor parte del día.

Tabla 4. Comportamiento de la luminosidad el plantaciones de cacao durante la temporada de sequía.

Tratamientos	Luz total		Luz cacaotal		Luz retenida	
T1	82274,0	h	4884,33	ab	77389,3	g
T2	80140,0	i	4926,00	a	75214,0	i
T3	93120,7	c	4130,00	fgh	88991,0	c
T4	83817,0	fg	3657,33	jk	80159,3	ef
T5	83246,3	gh	3600,00	k	79646,3	f
T6	91175,7	d	4486,33	ce	86689,3	d
T7	84883,3	ef	4675,33	abc	80208,7	ef
T8	78099,3	kl	4588,00	bce	73511,7	kl
T9	97969,7	b	4305,67	efg	93664,0	b
T10	78530,7	jk	3826,00	ijk	74704,3	ijk
T11	99320,3	a	3587,33	k	95733,0	a

T12	80444,3	i	4452,00	cef	75992,0	h
T13	91824,3	d	3960,33	hij	87864,3	cd
T14	79628,3	ji	4025,00	ghi	75603,3	i
T15	83057,3	gh	3918,00	ijk	79139,3	f
T16	77038,3	i	4309,00	efg	72729,3	l
T17	85119,0	ef	3858,00	ijk	81260,7	e
T18	78274,3	kl	4261,67	efg	74013,0	jkl
E. E.	925,71		60,52		942,5	

Cuando se realizaron las mediciones en los tres tipos de luminosidad (figura 1) en los tres relieves, tuvieron un incremento absoluto desde 67419,70 lux a 82886,70 lux es decir un incremento relativo de 18,66 %.

Se corresponde ese resultado con las mediciones realizadas en la etapa final del periodo de lluvias lo cual va asociado a la disminución de la nubosidad, principal elemento que interfiere en el comportamiento de la luz total.

Las nubes pueden tener un impacto importante en la cantidad de radiación que recibe la superficie terrestre, generalmente las nubes densas bloquean más radiación que una nube delgada.

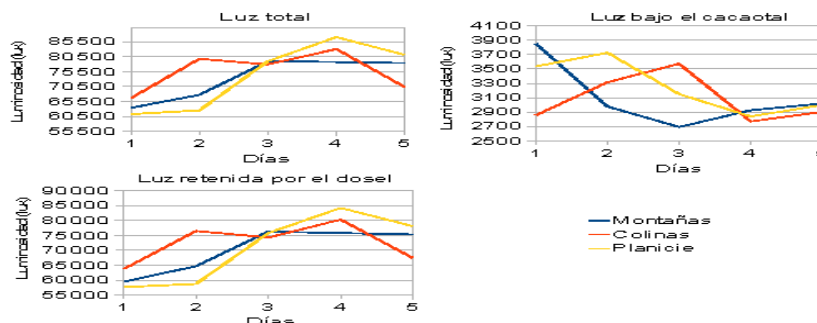


Figura 1. Comportamiento del tipo de luminosidad por forma de relieve en la temporada de lluvias.

Para la luminosidad bajo el cacaotal ocurre diferente, al transcurrir la temporada de lluvias hubo decrecimiento absoluto desde 3798,7 lux hasta 2766,0 lux, y relativo de 27,19 %.

Para los ecólogos y forestales el análisis de la estructural del dosel de los cacaotales en cuanto a dimensiones (diámetro del tallo y altura total) y atributos de la copa (altura, forma, dimensiones, opacidad y patrón fenológico y, especialmente, la intensidad y cronología de la caída de las hojas) (Somarriba, 2005), que pueden explicar el fenómeno de la disminución de la luminosidad en el cacaotal contrario al incremento a pleno sol; como consecuencia de la formación y desarrollo de las hojas en gran parte de los árboles de sombra del dosel que son caducifolios en la temporada de sequía.

Ormeño (2008) y Dehuevels (2010) recomiendan 50-60% de sombra en los primeros dos años de edad del cacaotal y luego reducirla paulatinamente a medida que el cacao desarrolla su copa,

hasta un rango del 20-40% en plantaciones adultas de más de ocho años de edad, la revisión de los resultados del experimento presenta valores de retención de la luminosidad que demuestran como el dosel retiene entre 94 % y 96 % de la luz total y por tanto solo permite que pase el dosel entre 6 % y 4 %.

Esto configura una condición de irregularidad en los cacaotales que debieran al menos, permitir el paso de 10 % de luminosidad a nivel del suelo (Farfan, 2007).

En todas las representaciones se observa que en diferentes momentos de la evaluación de los tres tipos de la luminosidad su comportamiento difiere respecto a las tres formas del relieve, por ejemplo la forma como se comporta la luminosidad bajo el cacaotal, en un primer trayecto de la evaluación los valores se presentaron ordenados en forma decreciente de colinas a montañas a planicie, en oposición, en un segundo tramo el orden registrado fue de planicie a colinas a montañas.

Análisis de la cantidad de semillas, índice de semillas, cantidad de mazorcas y el rendimiento.

En el análisis trifactorial realizado a los datos del experimento relacionado con el rendimiento y algunos de sus componentes, se detectó que no hubo interacción entre los factores estudiados para las variables Cantidad de semillas por frutos, índice de semillas, cantidad de mazorcas por plantas y rendimiento en kg. ha^{-1} , obligaron a realizar el análisis por factores independientes como se muestra en la tabla 4.

La variable cantidad de semillas mostró diferencias significativas en los dos primeros factores (Relieve y edad de las plantaciones), donde se destacan para esa variable las condiciones de montaña y las colinas, mientras en la edad de las plantaciones se alcanzó mayor valor en los cacaotales de 7-12 y de 13-30 años, con diferencias de 2-3 semillas por mazorcas con los cacaotales mayores de 30 años.

Los valores alcanzados en la cantidad de semillas no se pueden considerar como buenos, al respecto Arciniegas (2005) encontró que 35 semillas por fruto es un buen indicador para alcanzar rendimientos favorables.

El índice de semillas alcanzó los valores más altos en los relieves de montañas y planicies mientras los cacaotales más viejos y con la menor densidad de plantas mostraron valores por debajo de 0,90. El índice de semillas tiene gran importancia comercial por ser utilizado para fijar el precio en el mercado, el cual será más alto cuanto mayor sea el índice de semilla, el índice para el cacao venezolano es de 1,14 g, muy cercano al de Ghana, considerado el referente mundial para la calidad en el mejor de los casos llega a 1,15 g (Amores, 2009)

En cuanto a la cantidad de mazorcas, solo se encontró diferencias significativas entre los rangos de edades. El mayor valor fue logrado por cacaotales comprendidos entre 7 y 12 años. La poca variabilidad observada en la cantidad de mazorcas por planta en diferentes sitios de una misma región, se corresponde con lo descrito por Alcudia (2010), el cual señaló que la cantidad y peso de mazorcas en árboles de cacao no variaba de manera significativa entre plantaciones de cacao en municipios diferentes.

El rendimiento mostró diferencias significativas en cada factor evaluado. Con el mayor valor de $515,33 \text{ kg. ha}^{-1}$ en las montañas, que se encuentran por encima del promedio de producción

nacional (235 kg.ha⁻¹.año⁻¹) reportado por el Ministerio de Agricultura y Tierras (2006) y el menor valor 233,46 kg.ha⁻¹ en los cacaotales que se desarrollan en las planicies.

Los valores de rendimiento para el factor densidad muestran diferencias significativas, donde los cacaotales de menor edad alcanzaron los mejores resultados, pero ambos superan a los valores mínimos de los otros dos factores, esto demuestra que la densidad no es el único factor que influye en los rendimientos de cacao. La baja densidad de siembra establecida en la zona, obedece a las indicaciones que se manejaron en la época que FONCACAO en determinaba el patrón tecnológicos pero en plantaciones más jóvenes con densidades de 1100 plantas.ha⁻¹, se corresponde con indicaciones técnicas más actualizadas (Zambrano *et al.*, 2011).

Tabla 5. Comportamiento del rendimiento y algunos de sus componentes por factores.

Factores	Cantidad de semillas/f	de índice semillas	Cantidad de mazorcas/p	de Rendimiento kg.ha⁻¹
Montaña	29,66	a 1,15 a	18,67	515,33 a
A. Relieve Colinas	30,5	a 0,53 b	19,11	233,46 c
Planicie	27,87	b 1,06 a	19,39	418,42 b
E S	0,62 *	0,03*	0,88 ns	29,4921
7 -12	30,11	a 0,95 a	21,11 a	500,29 a
B. Edad 12 -30	29,83	a 0,91 a	19,00 b	400,52 b
+ de 30	27,50	b 0,88 b	17,06 b	266,41 c
E S	0,62 *	0,03*	0,88*	29,4921
C. Densidad 3 x 3	29,37	0,95 a	18,56	460,21 a
3,5 x 3,5	28,92	0,88 b	19,56	317,94 b
E S	0,5 ns	0,02*	0,71ns	24,08*

Conclusiones.

Los mayores valores de luminosidad se encontraron en el relieve de planicie, mientras el rendimiento y sus componentes demostraron mayores respuestas en el relieve de montaña, en edad inferior a 30 años y en la densidad de 3 x3 m.

Bibliografía.

- Alcudia A, A. et al. (2010) *Densidad de plantación, luz, manejo y productividad de cacaotales en Comalcalco*, Tabasco.
- Amores, F. et al. (2009). Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nororiente de la provincia de Esmeraldas. Instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias. Estación experimental tropical pichilingue. *Boletín técnico*, (135), 120. Quevedo-Los Ríos. Ecuador.
- Arciniegas L., Adriana M. (2005) Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis

sometida a consideración para optar al grado de Magíster Scientiae. Escuela de Postgrado, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Disponible en <http://www.worldcocoafoundation.org/scientific-research/research-library/documents/Arcinegas2005.pdf>

- Delgado C, A (2008). Los productores de cacao en Venezuela de la esclavitud al cooperativismo. *Observatorio laboral*, 1 (1), 125. Universidad de Carabobo.
- Farfan V., F.; Arias H., J. J.; Riaño H., N. M. (2003) Desarrollo de una metodología para medir sombrío en sistemas agroforestales con café. *Cenicafe*, 54(1), 24-34.
- Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras. (2008). VII Censo Agrícola Nacional.
- Ormeño D, M A, Ovalle, A. Y Garnica, J. C. (2008). Recuperación de plantaciones improductivas de cacao con prácticas orgánicas en el Occidente del país. *Agronomía de la producción INIA Divulga* 11.
- Parra, et al. (2005). Rendimiento de una plantación comercial de cacao ante diferentes dosis de fertilización con NPK en el sureste del estado Táchira, *Venezuela Bioagro*, 17(2), 119-122.
- Portillo, E. (1995). Diagnóstico Técnico-Agronómico para el Cultivo Cacao (*Theobroma cacao L.*) en el sur del lago de Maracaibo. *Fac. Agron.*, 12, 151- 166.
- Somarriba, E. (2005). ¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales? *Agroforestería en las Américas*, 41-42.
- Zambrano P, F. Y Segovia L, E. (2011). La competitividad del sistema de producción de cacao en la zona norte del estado Táchira. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía, División de Estudios para Graduados. Programa de Gerencia de Agrosistemas. *Fac. Agron. (LUZ)*, 28, 566-595.

Fecha de recibido: 17 jul. 2013

Fecha de aprobado: 18 sep. 2013