

## Avances de Investigación

# Fenología de cacao bajo árboles de sombra en Talamanca, Costa Rica<sup>1</sup>

Michael Boulay<sup>2</sup>, Eduardo Somarriba<sup>3</sup>, Alain Olivier<sup>4</sup>

**Palabras clave:** *Erythrina poeppigiana*, floración, *Gliricidia sepium*, *Inga edulis*, producción, rebrote foliar, *Theobroma cacao*.

### RESUMEN

Se estudió la fenología de seis cruces interclonales de cacao (*Theobroma cacao*) bajo sombra de *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* e *Inga edulis* en la zona Atlántica de Costa Rica, en 1992. Los patrones de sombra difirieron entre especies, pero se detectaron muy pocas diferencias significativas en el rebrote de hojas, la floración y la producción de cacao. Sin embargo, las diferencias en los niveles de sombra parecen afectar la intensidad del rebrote foliar, la floración y la producción del cultivo.

**Cocoa phenology under shade trees in Talamanca, Costa Rica.**

### ABSTRACT

A study of the phenology of six cacao (*Theobroma cacao*) interclonal crosses under the shade of *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* or *Inga edulis* was carried out in Atlantic region of Costa Rica in 1992. Although shade patterns differed between shade species, only a few significant differences were detected in cacao flushing, flowering and production patterns. However, differences in shade levels seemed to affect the intensity of flushing, flowering and production.

### INTRODUCCIÓN

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo sombra permanente de árboles es un sistema agroforestal tradicional en zonas tropicales. La sombra puede afectar la fenología del cultivo (Alvim 1977, Ampofo y Bonaparte 1981), ya que bajo esta condición, el rebrote foliar y la floración son menos intensos y menos frecuentes que en cacaotales sin sombra. Los rendimientos de cacao son menores bajo sombra densa que bajo sombra rala o a pleno sol. El objetivo del estudio fue evaluar el rebrote foliar, la floración y la producción de cacao seco de seis cruces interclonales de cacao bajo la sombra de *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* o *Inga edulis* en Costa Rica.

### METODOLOGÍA

El experimento se llevó a cabo en Talamanca, Costa Rica (9° 36' N; 82° 45' O), en un suelo Fluvaquentic Eutropept. Los árboles de sombra se plantaron en setiembre y las plantas de cacao en octubre de 1988. Se utilizaron los siguientes cruces interclonales: UF 676 x IMC 67, UF

613 x UF 29, UF 613 x IMC 67, UF 668 x Pound 7, UF 613 x Pound 12 y Catongo x Pound 12. El nivel de sombra se manejó mediante podas regulares y raleos selectivos. Los árboles de cacao fueron podados una vez, después de cada cosecha principal (normalmente entre febrero y marzo). El manejo y la producción del ensayo fueron descritos por Somarriba *et al.* (1997).

Las especies de sombra se plantaron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada parcela (1296 m<sup>2</sup>) tuvo 36 árboles de sombra y 100 de cacao. Los árboles de sombra se plantaron a 6 m x 6 m (278 árboles ha<sup>-1</sup>), el cacao, a 3 x 3 m (1111 árboles ha<sup>-1</sup>). Las mediciones se realizaron en las 36 plantas centrales de cada parcela (seis plantas por cruce interclonal).

Entre noviembre de 1991 y noviembre de 1992 se realizaron evaluaciones quincenales del rebrote foliar, la floración y la producción de cacao (peso seco). El rebrote foliar y la floración se midieron con una escala visual de

<sup>1</sup>Basado en Boulay, M. 1999. Étude de la phénologie des différents hybrides de cacaoyer associés à six espèces d'arbres d'ombrage. Thesis M.Sc., Université Laval, Québec, Canada. Traducido al español por L. Meléndez, Editor, CATIE. <sup>2</sup>M.Sc. in Agroforestry, Université de Laval, Sainte-Foy (Québec), 1999, Canada. <sup>3</sup>Profesor Investigador, CATIE. Tel: (506)558-2593. Fax: (506)556-1576. Email: esomarri@catie.ac.cr <sup>4</sup>Département de Phytologie, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval. Email: alain.olivier@plg.ulaval.ca

cinco clases (0-4). Para rebrote: 0 = sin rebrote, 1 = rebrote de <25% de superficie de la copa, 2 = rebrote de  $\geq 25$  a <50% de superficie de la copa, 3 = rebrote de  $\geq 50$  a <75% de superficie de la copa y 4 = rebrote de  $\geq 75\%$  de superficie de la copa. Para floración: 0 = sin floración, 1 = poca floración, 2 = floración de poca a media, 3 = floración de media a mucha y 4 = mucha floración. Para cada clase visual, se contaron las flores a lo largo del tronco principal y en los 75 cm proximales de todas las ramas primarias de 12 árboles de cacao por parcela y se ajustó una regresión lineal de los datos. La correlación entre las clases visuales y el número de flores fue de  $r = 0.82$  (Luján 1992).



La selección de las especies de sombra en cacao tiene que basarse en aspectos prácticos (por ej. disponibilidad de semillas, facilidad de propagación y poda) y criterios financieros (Foto: F. Solano).

El rebrote foliar, la floración y la producción de cacao se analizaron utilizando un diseño de parcelas subdivididas con las especies de sombra como parcelas principales, los cruces interclonales de cacao como subparcela y las fechas de medición como sub-subparcelas. Para comparar los promedios se utilizó la Diferencia Mínima Significativa (DMS).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Rebrote foliar.** No se encontraron diferencias significativas entre las especies de sombra. Se detectaron diferencias significativas entre fechas de medición ( $p < 0.0001$ ) y para la interacción entre las especies de sombra y las fechas de medición ( $p < 0.0001$ ). El cacao rebrotó cada 6-8 semanas (Figura 1). La intensidad del rebro-

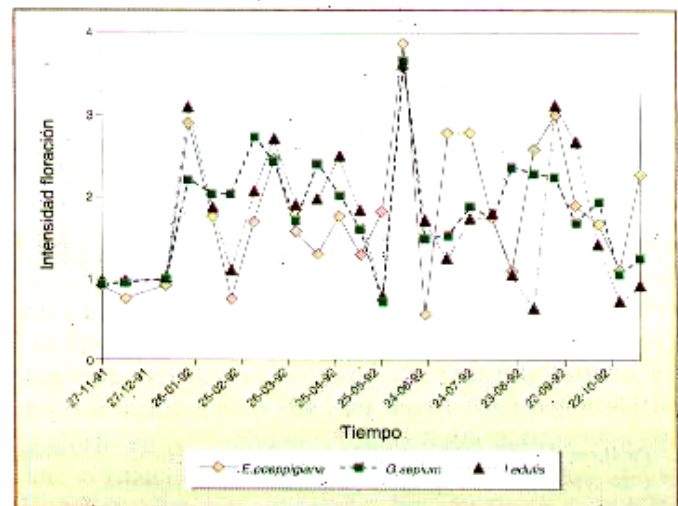


Figura 1. Rebrote foliar de cacao bajo sombra de *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* o *Inga edulis*.

Escala: 0 = sin rebrote, 1 = rebrote de <25% de superficie de la copa, 2 = rebrote de  $\geq 25$  a <50% de superficie de la copa, 3 = rebrote de  $\geq 50$  a <75% de superficie de la copa y 4 = rebrote de  $\geq 75\%$  de superficie de la copa

te difirió entre las especies de sombra en cuatro de los seis picos de rebrote. El promedio fue 1.8, que equivale a casi el 50% de la copa de árbol de cacao en estado de rebrote. A pesar que se observaron grandes diferencias en los niveles de sombra entre las especies para una fecha dada (Luján 1992), los patrones de rebrote foliar no fueron afectados por la variabilidad de la sombra. Los resultados concuerdan con lo reportado por Ampofó y Bonaparte (1981), quienes indican que el rebrote de cacao bajo sombra puede empezar después y puede ser de mayor duración que en árboles a pleno sol, pero que la presencia o ausencia de sombra tiene efectos significativos solamente en la intensidad del rebrote. Taylor y Hadley (1988) observaron que la concentración de auxinas fue más alta en los extremos de las hojas y tallos emergentes de cacao, al inicio de cada período de rebrote foliar. Al parecer, en este estudio el rebrote de cacao también estuvo bajo un control endógeno.

**Floración.** Se encontraron diferencias significativas por efecto de las especies de sombra ( $p < 0.0169$ ), las fechas de medición ( $p < 0.0001$ ) y la interacción ( $p < 0.0001$ ), entre especies de sombra y fechas. La floración ocurrió durante todo el año, con los niveles más bajos después de la cosecha principal del cacao (Figura 2). Aunque los patrones de floración fueron similares bajo las tres especies de sombra, la floración bajo *G. sepium* fue consistentemente más alta que bajo las otras. El promedio de floración fue 1.5, es decir, entre bajo y medio. Las principales diferencias entre tratamientos fueron detectadas

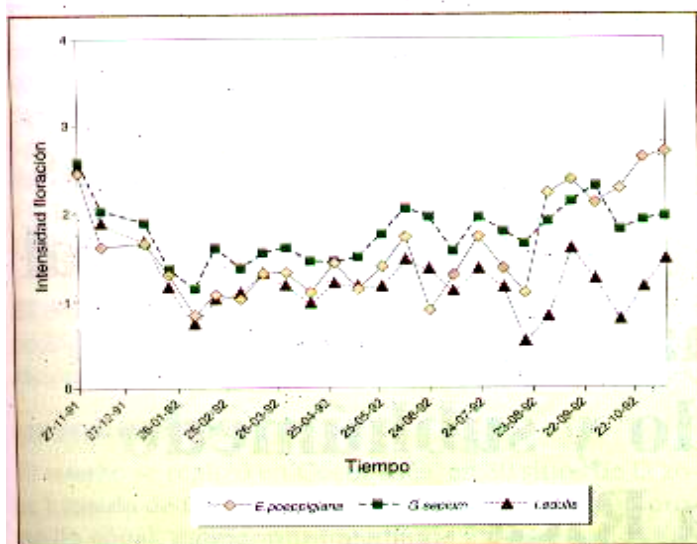


Figura 2. Floración de cacao bajo sombra de *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* o *Inga edulis*.

Escala: 0 = sin floración, 1 = poca floración, 2 = floración de poca a media, 3 = floración de media a mucha y 4 = mucha floración

en términos de intensidad de la floración durante los picos de floración. Alvim (1977) menciona que la floración es influenciada por mecanismos endógenos tales como la acción de fitohormonas y la competencia entre frutos y flores por los productos de la fotosíntesis. Los resultados obtenidos en este estudio permiten suponer que el mecanismo que controla la floración es endógeno.

**Producción de cacao.** La producción no difirió entre las especies de sombra (Figura 3). Se encontraron diferencias significativas entre fechas de medición ( $p < 0.001$ ) y la interacción entre las especies de sombra y las fechas ( $p < 0.0001$ ). El rendimiento promedio del cacao seco ( $700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) fue excelente si se compara con los  $300$  a  $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  obtenidos en cacaotales bajo sombra, pero bajo, comparado con los  $1500$  a  $2000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  obtenidos en plantaciones de cacao a pleno sol. El menor rendimiento del cacao bajo sombra podría deberse al aumento de mazorcas abortadas debido a la competencia entre mazorcas jóvenes, tallos y hojas nuevas por los productos de la fotosíntesis (Alvim 1977).

### CONCLUSIONES

Los patrones de rebrote foliar, floración y producción del cacao no fueron afectados por las especies de sombra. Los patrones de brote y floración probablemente estuvieron influidos por mecanismos endógenos. Sin embargo, las diferencias en los niveles de sombra parecen afectar la intensidad del brote, la floración y la producción durante sus respectivos picos.

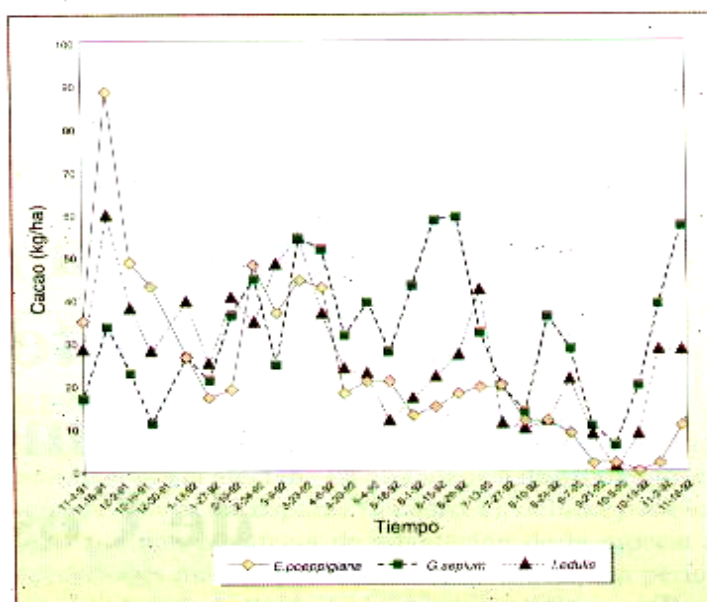


Figura 3. Producción de cacao bajo sombra de *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* o *Inga edulis*

La poda diferenciada (frecuencia e intensidad) de las especies de sombra no afectó el rendimiento del cacao. La selección de las especies de sombra tiene que basarse en aspectos prácticos (por ej. disponibilidad de semillas, facilidad de propagación y poda) y criterios financieros.

**Agradecimientos:** Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), el Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ y el Centro de Investigación de Desarrollo Internacional (IDRC), que proporcionaron el apoyo financiero para la realización del estudio. A Onías Rodríguez, dueño de la finca, y a los asistentes de campo que apoyaron la investigación.

### LITERATURA CITADA

- Alvim, PT. 1977. Environmental effects on growth and flowering. In: Alvim, PT; Kozlowski, TT, eds. *Ecophysiology of Tropical Crops*. London, GB. Academic Press. p. 299-313.
- Ampofo, ST; Bonaparte, ENA. 1981. Flushing, flowering and pod-setting of hybrid cocoa in a cocoa shade/spacing/cultivar experiment. In *Alliance des pays producteurs de cacao. VII Conférence Internationale sur la Recherche Cacaoyère*. Douala, CM. p. 103-108.
- Luján, R. 1992. Dinámica de doses de tres especies de leguminosas de sombra y efectos sobre la fenología de seis cruces interclonales de cacao. Tesis M.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 100 p.
- Somarrriba, E; Meléndez, L; Campos, W; Lucas, C; Luján, R. 1997. Cacao bajo sombra de leguminosas en Talamanca, Costa Rica: manejo, fenología, sombra y producción de cacao. CATIE-Serie Técnica, Informe Técnico no. 289, Turrialba, Costa Rica. 59 p.
- Taylor, SJ; Hadley, P. 1988. Studies on growth periodicity and its control in mature cocoa (*Theobroma cacao* L.) grown in controlled environmental conditions: the physiological role of auxins. In *Alliance des pays producteurs de cacao. X Conférence Internationale sur la Recherche Cacaoyère*. Santo Domingo, DR. p. 169-175.