

# **Capítulo VII-B. EVALUACION DE ALGUNOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN UNA PLANTACION DE HIBRIDOS DE CACAO DE 15 AÑOS DE EDAD EN LA REGION DE GUAMAL (META)**

*Germán Tovar*<sup>1</sup>, y *Pablo Iglesias*.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesor Titular.

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. A.A. 14490. Santa Fé de Bogotá, D.C.

## **RESUMEN**

**S**e determinaron los factores limitantes de la polinización natural de un cultivo de híbridos de cacao de 15 años de edad y se estimaron las variaciones en las condiciones de la polinización de acuerdo con la localidad, mediante la confrontación de los resultados obtenidos en este trabajo con aquellos encontrados para la región de Granada (Meta), en el mismo *piedemonte llanero* colombiano. La mayor diferencia entre las dos localidades fue la cantidad de polen aportado sobre los estilos, siendo el índice de rareza de polen (A) para Guamal de 0,7, lo cual sugiere unas condiciones de polinización intermedias en comparación con el hallado en Granada que fue de 1,07, y que explica el deficiente llenado de las mazorcas con granos. Las probabilidades de formación y produc-

ción de frutos de cacao fueron similares en las dos localidades según los valores encontrados para  $X_w$  y  $X_m$ . La fertilidad en condiciones de polinización natural para las dos localidades fue baja y la distribución de granos por mazorca confirmó las fallas en la polinización de las flores, siendo el problema de subpolinización más acentuado en Granada que en Guamal. Las condiciones de polinización variaron notablemente de una cosecha a la otra y también entre localidades, siendo una de las causas de la baja producción de cacao en la región.

## **INTRODUCCION**

Las fallas en la polinización natural del cacao han sido tratadas por varios investigadores desde hace varios años (Posnette, 1950; Soria, 1970). El cacao a pesar de producir una abundante floración tiene una

escasa producción de frutos, debido a que entre el 60 y 70% de las flores no recibe polen sobre los estilos, menos del 10% recibe alrededor de 15 granos y sólo el 1 % es provisto con un número elevado de granos de polen (Paulín, 1981 ; Mossu *et al.*, 1981).

La polinización del cacao es esencialmente entomófila y los insectos visitan las flores de una manera aleatoria, durante poco tiempo y con una baja probabilidad de ceder el polen, debido a que las piezas florales, principalmente los estaminoides y la cogulla, no facilitan el tránsito del insecto dentro de la flor. La mayor contribución en la polinización ha sido atribuida a los insectos del género *Forcipomyia* (Diptera : Ceratopogonidae) y se ha constatado que máximos en la población insectil se traducen en picos de cuajamiento de frutos de alta intensidad y poca duración a lo largo del año (Kaufmann, 1975; Lucas, 1981; Mossu *et al.*, 1983; Paulín *et al.*, 1983).

El viento se considera como un factor de poca importancia en la polinización (0,7%, debido, especialmente, a su baja concentración en el aire (Massaux *et al.*, 1976). La cantidad de polen producida por los estambres varía a través del tiempo y ha sido correlacionada negativamente con el porcentaje de flores vírgenes (Cilas, 1987; Mossu, 1980).

Para la formación y desarrollo de los frutos del cacao las flores deben tener un número mínimo de óvulos fecundados para que aquellos no se pierdan por subpolinización (marchitamiento diferencial). Con la polinización manual el marchitamiento diferencial se reduce a cero y la fertilidad se expresa plenamente, debido al aporte de polen a los estilos en cantidades superiores al número de óvulos presentes en el ovario. De esta manera, las pérdidas de flores polinizadas y de frutos se deben a otras

causas, principalmente al marchitamiento fisiológico (Mossu, 1980; Paulín, 1981 ; Ref-fye *et al.*, 1978).

El objetivo de este estudio fue el de determinar los limitantes de la polinización natural en un cultivo comercial de cacao de 15 años de edad y de evaluar las variaciones en las condiciones de la polinización de acuerdo con la localidad. Los resultados obtenidos han sido cotejados con aquellos analizados para la región de Granada en el capítulo anterior.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Situación del ensayo**

Las parcelas experimentales se localizaron en la finca "Los Alamos" en el municipio de Guamal, en el *pedemonte llanero* del Departamento del Meta. La zona corresponde en la clasificación de Holdrige a un bosque húmedo tropical con una precipitación promedio de 4000 mm anuales, temperatura promedio anual de 25° C y humedad relativa promedio anual de 80%.

La unidad o parcela experimental constó de 24 árboles híbridos tomados al azar en un lote comercial de 10 hectáreas con una edad de 15 años y espaciados 4 x 4 metros en cuadro.

### **Distribución del número de granos de polen sobre los estilos**

Los granos de polen en los estilos se contaron con la ayuda de un microscopio (x 400), para lo cual fueron previamente teñidos con una solución de verde de malaquita al 1%.

### **Recuento del número de óvulos por ovario**

Se recolectaron 500 flores en la parcela experimental y se evaluó una muestra de

50 ovarios. Por medio de una tinción con Trypanblue al 1% en solución acuosa y bajo el microscopio se hizo el recuento del número de óvulos por ovario, previo aplastamiento de este último entre dos láminas.

### Fertilidad ovular

Para determinar la fertilidad ovular se realizaron polinizaciones manuales en condiciones de saturación de polen. Las flores fueron seleccionadas la víspera de su apertura y se polinizaron el día que abrieron, entre las 6 a.m. y las 10 a.m. con polen afín para evitar las pérdidas por incompatibilidad de los gametos.

### Recuento del número de granos por mazorca

Se registró el número de granos por mazorca provenientes de la parcela de polinización natural y de polinización manual con el propósito de relacionar este número con el valor obtenido en el recuento de granos de polen sobre los estilos.

## RESULTADOS

### Índice de rareza del polen (A)

El coeficiente (A) o índice de rareza del polen calculado para las condiciones de polinización natural fue de 0,7. El valor de  $X_0$ , que es el límite inicial de la curva de repartición estadística de granos de polen sobre los estilos y determinado según la proporción de flores con un solo grano de polen en el estilo, fue de 0,05, para un total de 2970 flores evaluadas. La cantidad de flores sin ningún grano de polen fue alta,  $f_0 = 0,75$ .

A partir de la curva de número de granos por mazorca se determinó gráficamente el punto de marchitamiento diferencial  $X_w = 14$  y el valor de  $X_m = 31$ , el cual corres-

ponde a la abscisa del mínimo de granos por mazorca a partir del cual se asegura un buen llenado de las mazorcas con granos.

### Número de óvulos por ovario (N)

El número promedio de óvulos por ovario fue de 52,7, con una desviación estándar de 4,2 y un coeficiente de variación de 8,04.

### Fertilidad ovular (P)

La fertilidad en condiciones de polinización natural fue baja y fluctuó entre 0,64 y 0,78, mientras que el valor hallado para la parcela de polinización manual fue alto, de 0,93, debido al aporte de polen compatible y en cantidades suficientes, por encima del punto de saturación.

### Distribución del número de granos por mazorca en condiciones de Polinización natural

La Figura 1 contiene la distribución de granos por mazorca para la parcela de polinización natural y en la Tabla 1 se resume la distribución porcentual de mazorcas para tres épocas de cosecha y según tres niveles, a saber : 1) por debajo del punto de marchitamiento diferencial ( $X_w$ ), 2) entre el punto de marchitamiento diferencial y el número mínimo de granos de polen necesario para obtener un buen llenado de la mazorca ( $X_m$ ), y 3) por encima de ( $X_m$ ).

Por debajo de  $X_m$  (15 granos de polen) las mazorcas se pierden por subpolinización (marchitamiento diferencial). A partir de  $X_m = 31$  las mazorcas contienen un adecuado número de granos, el cual se aproxima al número promedio de óvulos por ovario, donde se obtiene un máximo y una marcada agrupación alrededor de este punto.

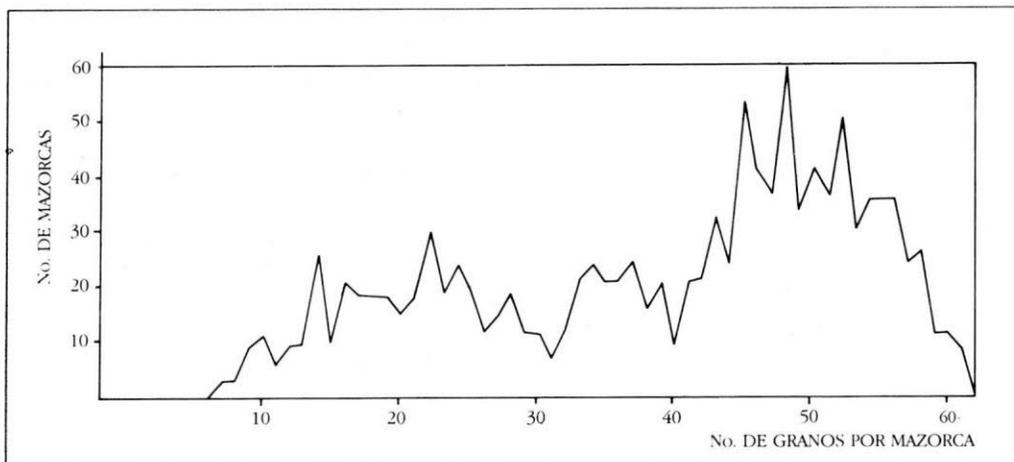


Fig. 1. Curva de frecuencia del número de granos por mazorca para la parcela de polinización natural y la cosecha principal de 1988 en Guamal (Meta).

**Tabla 1. Distribución porcentual de mazorcas de cacao para tres épocas de cosecha y según tres niveles, a saber: 1) por debajo del punto de marchitamiento diferencial ( $X_w$ ), 2) entre el punto de marchitamiento diferencial y el número mínimo de granos de polen necesario para obtener un buen llenado de la mazorca ( $X_m$ ) y 3) por encima de  $X_m$  Guamal (Meta)**

% de mazorcas según 3 niveles	COSECHA		
	Principal 1988	Principal 1987	Mitaca 1988
% $X_w$	6,48	10,72	10,82
$X_w$ % $X_m$	25,75	28,56	28,66
% $X_m$	66,77	60,72	60,52

#### Distribución del número de granos por mazorca en condiciones de polinización artificial

La Figura 2 contiene la distribución de granos por mazorca para la parcela de polinización artificial. La curva tiene asimetría negativa con una marcada agrupación cerca de  $N_xP$  (Número de óvulos por ovario por fertilidad), debido a que teóricamente los estilos están saturados con granos de polen

y, por consiguiente, no hay pérdida de frutos por subpolinización.

#### DISCUSION

El índice de rareza del polen obtenido ( $A = 0,7$ ) sugiere unas condiciones intermedias de polinización para el cultivo de híbridos bajo estudio, en contraste con el índice registrado en el cultivo de híbridos de 5 años de edad en la región de Granada que fue de 1,07, el cual es bastante alto y que condujo a un llenado deficiente de las mazorcas con granos.

El valor  $X_o = 0,05$  hallado para la población de 15 años comparado con el de la población de 5 años,  $X_o = 0,13$ , indica que existen variaciones importantes en el aporte de polen en las dos localidades. Por consiguiente, se puede suponer que la población de híbridos en la localidad de Granada tuvo una menor visita de insectos polinizadores.

Las probabilidades de formación y producción de frutos tanto en Guamal como en Granada son prácticamente iguales si se tienen en cuenta los valores encontrados para  $X_w$  y  $X_m$ , siendo de 14 y 35 para Gua-

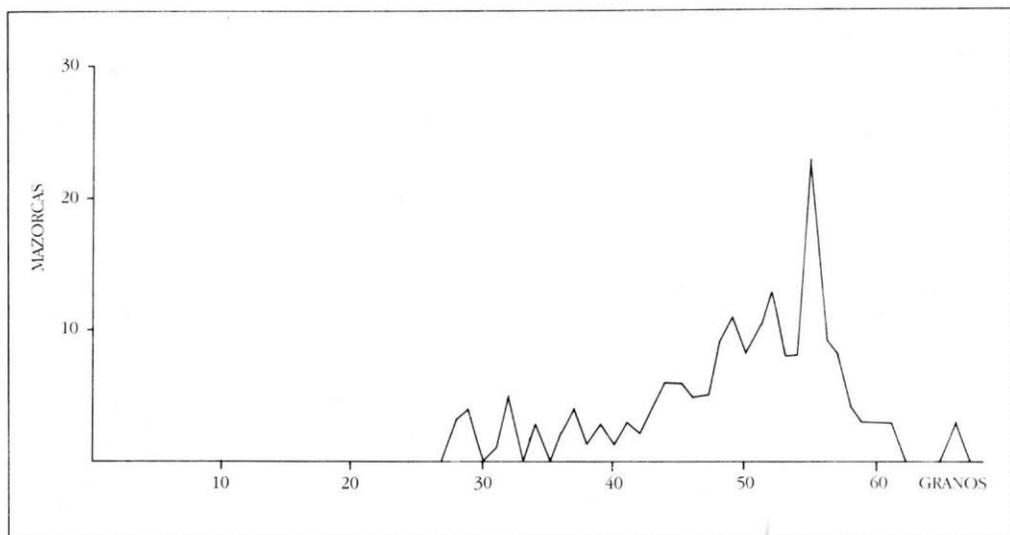


Fig. 2. Curva de frecuencia del número de granos por mazorca para la parcela de polinización artificial y la cosecha principal de 1988 en Guamal (Meta).

mal y de 15 y 31 para Granada, respectivamente.

Los híbridos de la plantación de Guamal tienen un potencial de llenado de las mazorcas ligeramente mayor si se considera el número promedio de óvulos por ovario que fue de 52,7, en relación con el obtenido en Granada, de 45,2. Sin embargo, esta diferencia no es lo suficientemente importante para explicar la mayor producción del cultivo en Guamal, la cual se sitúa alrededor de los 700 Kg/ha, siendo la más alta de la región, en comparación con la producción del cultivo en Granada que al cabo del sexto año fue de aproximadamente, 500 Kg. Para Mossu (1980) el valor del número de óvulos por ovario se mantiene constante en el tiempo, lo cual parece demostrar que la estabilidad de este parámetro es de origen genético.

La fertilidad en condiciones de polinización natural es baja (0,64- 0,78), debido a la variación y escaso aporte de polen a los estilos y a la incompatibilidad de los gametos en el cacao, lo cual repercute en la

formación de mazorcas con pocas almen-dras.

La distribución de granos por mazorca en condiciones de polinización natural confirma las fallas en la polinización de las flores. El 10% de las mazorcas se pierden por subpolinización (marchitamiento diferencial) y el 28% contenía menos de 35 granos, lo que explica de una manera importante los bajos rendimientos. Las condiciones de polinización en Granada fueron aún menos favorables que en Guamal, con casi un 50% de mazorcas con menos de 31 granos. Este fenómeno se encuentra directamente relacionado con una polinización entomófila poco eficaz.

De esta manera se puede concluir que las condiciones de la polinización pueden variar notablemente de una cosecha a otra y entre localidades como lo demuestran los estudios realizados en dos zonas del *pedemonte llanero* colombiano. La baja producción promedia se debe, en parte, a los efectos detrimentales de la subpolinización y, por consiguiente, se hace completa-

mente necesario el mejoramiento de las condiciones de dicha polinización y la selección de clones de alta producción.

## BIBLIOGRAFIA

- Cilas, C. 1987. Etude de la pollinisation naturelle du cacaoyer au Togo et ses implications sur la production. *Actes 10<sup>e</sup> Conférence Internationale sur la Recherche Cacaoyère*. Santo Domingo, Rep. Dominicana, 17-23 Mai, pp. 283- 288.
- Kaufmann, T. 1975. Cocoa pollination by males of *Forcipomyia squamipennis* (Diptera : Ceratopogonidae) in Ghana. *Tropical Agriculture, Trinidad*, 52 (1): 71-74.
- Lucas, P. 1981. Etude des conditions de pollinisation du cacaoyer au Togo. *Café Cacao Thé (Francia)*, 25 (2) : 113-120.
- Martin, E.J. 1981. Efectos de la polinización controlada en cacao. *Actas de la 8a. Conferencia Internacional Investigación en cacao*. Cartagena, Colombia, Pp. 57-60.
- Massaux, F. Tchiendji S.; Mise, C., et Decazy, B. 1976. Etude du transport du pollen de cacaoyer par marquage au 32P. *Café Cacao Thé (Francia)*, 20 (3) : 163-172.
- Mossu, G. 1980. Comportement de quelques clones en pollinisation manuelle. Fertilité ovulaire et chute précoce des fleurs pollinisées. *Café Cacao Thé (Francia)*, 24 (2) : 113- 120.
- Mossu, G.; Paulín, D. et Reffye, Ph de. 1981. Influence de la floraison et de la pollinisation sur les rendements du cacaoyer. Liasons mathématiques entre les données expérimentales. Equation du rendement. *Café Cacao Thé (Francia)*, 25 (3): 155-168.
- Paulín, D. 1981. Contribution à l' étude de la biologie florale du cacaoyer: Bilan des pollinisations artificielles. *Café Cacao Thé (Francia)*, 25 (2): 105-112.
- Paulín, D.; Decazy, B. et Coulibaly, H. 1983. Etude de variations saisonnières des conditions de pollinisations et de fructifications dans une cacaoyère. *Café Cacao Thé (Francia)*, 27 (3): 165-176.
- Posnette, A.F. 1950. The pollination in cocoa in the Gold Coast. *Journal of Horticulture Science (Londres)*, 25: 155- 163.
- Reffye, Ph. de; Parvais, J. P.; Mossu, G. et Lucas, P. 1978. Influences des aléas de la pollinisation sur les rendements du cacaoyer. Modèle mathématique et simulation. *Café Cacao Thé (Francia)* 22 (4): 251-274.
- Soria, S de J. 1970. Studies on *Forcipomyia* spp. (Diptera. Ceratopogonidae) related to the pollination of *Theobroma cacao* L. *Thesis University of Wisconsin*, 129 p.