

Influencia de la polinización manual en el rendimiento agrícola del clon UF-650 de cacao (*Theobroma cacao* L.)¹

Algimiro Nariño-Nariño* y Miguel Menéndez-Grenot*

Resumen

En áreas de la Estación Experimental Agro-Forestal de Baracoa, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF), se realizó el presente trabajo entre 2002 y 2005 con el propósito de evaluar la influencia de la polinización manual sobre diferentes componentes del rendimiento agrícola del clon UF-650 de cacao (*Theobroma cacao* Lin.), que resulta uno de los más propagados en el país por sus reconocidas características agro-productivas. Para cumplir tales objetivos se empleó como testigo la polinización generada de forma natural, escogiéndose 40 árboles para cada variante en un diseño completamente aleatorizado, procesándose los datos a través de un análisis de varianza clasificación doble. Los resultados mostraron que los mejores comportamientos del promedio de mazorcas, el peso de la mazorca, el índice de mazorcas, el número de semillas, el índice de semillas, el largo de las mazorcas, el largo de las semillas y el ancho de las semillas se alcanzaron cuando se emplearon polinizaciones manuales, con diferencias significativas respecto al testigo.

Palabras clave: polinización, semillas, rendimiento, mazorcas, cacao.

Introducción

El rendimiento agrícola de las especies cultivadas constituye uno de los principales propósitos al que se orienta la mayor parte de las investigaciones actuales, unido a la mejora de la calidad del producto final. Según Martínez y col. (2010), el incremento de los rendimientos es el primer objetivo de los programas de mejora de los cultivos. Gaitán y Lacki (1993) sugieren el tema para garantizar la autosuficiencia alimentaria de forma sostenible. En Cuba se han desarrollado diferentes estudios relacionados con el rendimiento agrícola del cultivo del cacao.

Abstract

In areas of the Estación Experimental Agro-Forestal de Baracoa, belonging to the Institute of Agriculture-forest Investigations (INAF), the present work between 2002 and 2005 was carried out, with the purpose of evaluating the influence of the manual pollination on different components of the agricultural yield of the clone UF-650 of cocoa (*Theobroma cacao* Lin.) that is one of those more spread in the country by their productive grateful characteristic agriculture. To complete such objectives it was used as witness the generated pollination in a natural way, being chosen 40 trees for each variant in a totally randomized design, being processed the data through an analysis of variance Double Classification. The results showed that the best behaviors in the average of ears, the weight of the ear, the index of ears, the number of seeds, the index of seeds, the long of the ears, the long of the seeds and the width of the seeds, they were reached when manual pollinations were used, with significant differences regarding the witness.

Key words: pollination, seeds, yield, ears, cocoa.

Algunos investigadores, entre ellos Mejía (2000), confirman que la producción de cacao está sujeta en un 70 % al componente ambiental y sus interacciones, y en un 30 % al componente genético, lo que demuestra la importancia que reviste el buen manejo de las plantaciones en los resultados productivos del cultivo.

Las causas intrínsecas por las que el cultivo del cacao no expresa su potencial productivo tienen que ver con la composición estructural de sus flores. Es conocido que una planta adulta de cacao en condiciones normales puede producir unas 100 000 flores al año, de las que

¹ Recibido: 20/7/2012.

Aprobado: 3/10/2012

* Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa. Guantánamo. eefbaracoa@forestales.co.cu

únicamente el 0,01 % llega a transformarse en frutos. Este porcentaje puede ser aún más bajo por la falta de insectos polinizadores voladores y problemas de incompatibilidad (Vera y Cabanilla, 1993).

Según Rondón (2000), en plantaciones heterogéneas la presencia de árboles con baja o ninguna producción reduce el potencial productivo. Una solución a este problema pudiera ser el empleo de prácticas de polinizaciones manuales, con las que, según Bastide y Sounigo (1993), se pueden obtener los resultados deseados. La polinización manual o artificial en cacao se realiza con diferentes propósitos, entre ellos incrementar el rendimiento en la producción (Arciniegas y Mora, 2008).

En Baracoa, principal región de Cuba donde se cultiva el cacao, los rendimientos apenas rebasan los 300 kg de cacao seco por hectárea, lo que se atribuye principalmente a la aplicación de prácticas no adecuadas y al efecto de la variabilidad de los factores climáticos que inciden sobre el cultivo. Estos aspectos han sido reportados por Ramos y col. (1999) como determinantes en el proceso productivo.

Desde 1999 en plantaciones de cacao de Baracoa se han estado realizando ensayos para probar la efectividad de polinizaciones dirigidas en la producción de mazorcas, cuyos resultados, reportados por Nariño y col. (2001), demuestran que su aplicación es factible, lográndose duplicar su número; sin embargo, propiamente no se había estudiado la influencia de este método en el rendimiento agrícola. Con el presente trabajo se persigue comprobar cómo influye la polinización manual en diferentes componentes del rendimiento agrícola del clon UF-650, que resulta ser muy promisorio por sus características agro-productivas, y que además se encuentra mayoritariamente formando parte de las actuales plantaciones del cultivo del cacao en Baracoa, lo que servirá de base para futuras investigaciones relacionadas con el mejoramiento genético y las nuevas propuestas de estructuras varietales.

Materiales y métodos

En la Estación Experimental Agro-Forestal de Baracoa, provincia de Guantánamo, se desarrolló el presente trabajo entre 2002 y 2005, en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* Lin.), ubicada a 28 msnm, con 1,0 ha de superficie sobre un suelo Fluvisol (Hernández y col., 1999), con pendiente alomada y árboles sombreadores de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* Lam.) De Witt. Para el

estudio se tomaron 40 plantas de cacao del clon UF-650 para cada variante, con un diseño totalmente aleatorizado, para el que la polinización natural o espontánea resultó el testigo de comparación (V_1) y la polinización manual la nueva variante propuesta (V_2). Para este caso se utilizó el método descrito por Arciniegas y Mora (2008) y por Gómez y Ramos (2010), y el número de polinizaciones se correspondió con la cantidad de flores activas.

Como portadoras de polen se utilizaron mezclas de flores frescas colectadas en la misma plantación, y las polinizaciones se realizaron hasta la altura de 1,80 m en el tronco de los árboles, a cuya altura se realizaron también las evaluaciones en el testigo.

En cada variante se evaluaron las siguientes variables:

- Prendimiento de frutos.
- Marchitamiento prematuro de los chilillos.
- Promedio de mazorcas cosechadas.
- Peso de la mazorca.
- Índice de mazorcas (cantidad de mazorcas que es igual 1 kg de cacao seco).
- Índice de semillas (peso promedio en gramos de 1,0 g de cacao seco).
- Largo de la mazorca.
- Ancho de la mazorca
- Grosor de la cáscara.
- Número de semillas por mazorca.
- Largo de la semilla (sin mucílago).
- Ancho de la semilla (sin mucílago).

Las evaluaciones del prendimiento y el marchitamiento prematuro de los frutos se realizaron a los 15 días de efectuadas las polinizaciones según la metodología descrita por Ramos y col. (1999), y el resto de las evaluaciones al cabo de los 180 días, cuando los frutos alcanzaron su madurez fisiológica. Para estos casos se utilizó un análisis de varianza clasificación doble.

Los datos del comportamiento de las variables climáticas: temperaturas, humedad relativa y precipitaciones que imperaron durante la realización de la investigación se tomaron en la propia Estación Experimental.

Resultados y discusión

En las *Figs. 1* y *2* se muestra el comportamiento de la fructificación para las variantes en estudio, respectivamente.

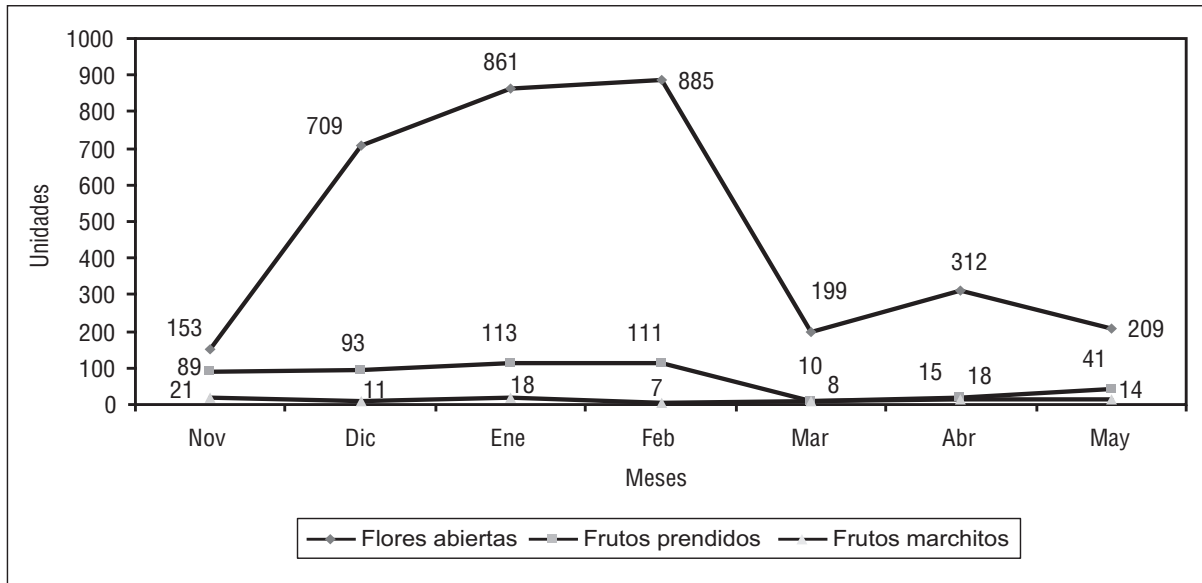


Fig. 1. Comportamiento de la relación floración-fluctuación en condiciones naturales (variante 1).

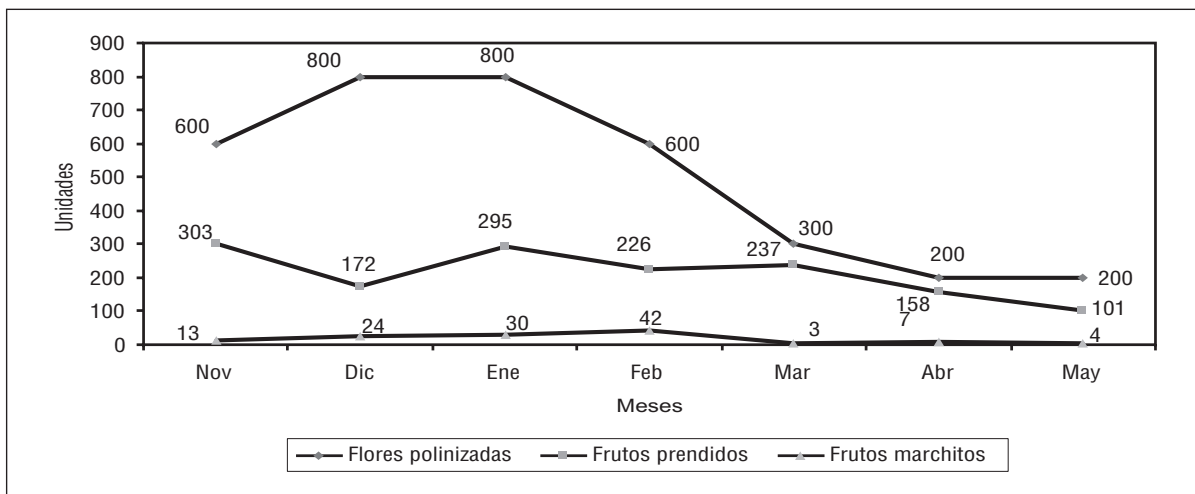


Fig. 2. Comportamiento de la relación polinización-fructificación mediante el empleo de polinizaciones manuales (variante 2).

Haciendo un análisis comparativo, el cuajado de frutos fue superior cuando se emplearon polinizaciones manuales, representando el 43 % de prendimiento, mientras que en condiciones naturales este representó solo el 14 %. Este fenómeno fue reportado por Del Piñal y Acuña (1967) y Alvim y Rosario (1977), citados por Nariño y Cruz de Souza (1996), atribuyéndolos a la escasa participación de agentes polinizadores.

El marchitamiento prematuro de los pequeños frutos formados experimentó un comportamiento similar (3 %) para ambas variantes.

Según Arévalo y Soria (1975), citados por Nariño y Cruz de Souza (1996), la eficiencia de la polinización de flores individuales se debe a la suficiente cantidad de polen que se coloca de forma controlada en el pistilo de la flor receptora. Sersah y Padi (1991, comunicación personal) señalan que cuando la polinización se efectúa y se desarrolla de forma efectiva la fecundación, en la flor del cacao se desencadena simultáneamente un proceso de síntesis hormonal que fija más a las mazorcas al árbol, incidiendo en una mayor capacidad de retención y desarrollo fisiológico de los frutos, y a

la vez mayor acumulación de reservas y peso de las almendras.

En la *tabla 1* se muestran los resultados de los análisis realizados a los indicadores fisiológicos que intervienen en el rendimiento agrícola del cultivo del cacao.

Tabla 1. Comportamiento de los indicadores fisiológicos

Trat.	Ancho mazorcas	Largo mazorcas	Grosor cáscara	Largo semillas	Ancho semillas
V ₁	9,07	19,49	1,42	2,40	1,49
V ₂	9,06	22,02	1,37	2,66	1,58
E.S.	0,103	0,226	0,045	0,052	0,009
C.V.	3,750	3,615	10,809	6,868	1,976
P	N.S.	0,05	N.S.	0,05	0,05

Aunque para el ancho de las mazorcas no se muestra diferencia estadística, las dimensiones de estas son superiores cuando se emplean polinizaciones manuales al ser significativas para el largo de las bellotas. No hubo diferencia respecto al grosor de la cáscara del fruto. Por otra parte, los componentes largo y ancho de las semillas resultaron también significativamente superiores al testigo, a lo que se confiere una gran importancia, ya que como plantearan Eskes y col. (1998), las almendras constituyen el componente de mayor importancia industrial.

La *tabla 2* muestra los resultados del análisis estadístico realizado a las variables promedio de mazorcas, peso de la mazorca, índice de mazorcas, número de semillas e índice de semillas.

Tabla 2. Resultados del análisis estadístico realizado a los indicadores del rendimiento agrícola

Trat.	Promedio mazorcas	Peso mazorcas	Índice mazorcas	Promedio semillas	Índice semillas
V ₁	23	674,06	15	31	2,12
V ₂	31	873,54	10	39	2,52
E.S.	0,993	0,901	0,358	0,640	0,047
C.V.	11,911	4,898	9,320	6,126	6,722
P	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Como se aprecia, para todas las variables el tratamiento 2 supera significativamente al testigo, lo que infiere que las polinizaciones manuales son capaces de inducir un comportamiento relevante en el rendimiento agrícola del cultivo del cacao.

Según Arciniegas y Mora (2008), la eficiencia del proceso de polinización de la flor del cacao depende de las condiciones ambientales apropiadas para que se desarrolle el proceso.

Durante la realización de la investigación las temperaturas estuvieron en el rango de lo planteado por Gómez y Ramos (2010) para el buen desarrollo productivo del cultivo del cacao. La humedad relativa también presentó un comportamiento favorable, así como las precipitaciones, que fueron superiores a los 100 mm como promedio mínimo mensual reportados por los referidos autores.

Conclusiones

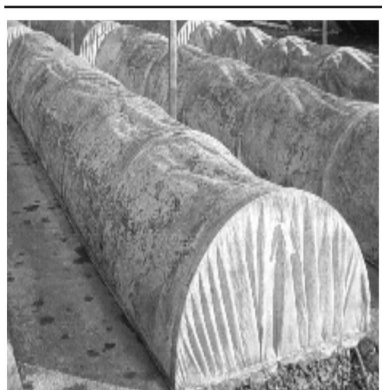
- Cuando se emplean polinizaciones manuales en el clon UF-650 de cacao (*Theobroma cacao* Lin.) se obtienen mejores resultados en los componentes del rendimiento agrícola: promedio de mazorcas, peso de la mazorca, índice de mazorcas, número de semillas, índice de semillas, largo de las mazorcas, largo de las semillas y el ancho de las semillas con diferencias significativas respecto a las polinizaciones espontáneas.

Bibliografía

- Arciniegas, A. y A. Mora: Polinización controlada en cacao (*Theobroma cacao* L.). CATIE, Agosto 2008.
- Bastide, P. h. y O. Sounigo: Producción de Semillas Híbridas de Cacao en Costa de Marfil. Resultados de diferentes polinizaciones manuales. *Café Cacao Thé*, 37:121-128. 1993.
- Eskes, A., Engels, J. y R. Lass: Evaluación del vigor, producción y caracteres de la mazorca y la semilla. En: *Procedimiento para la evaluación y selección de germoplasma de cacao*. IPGRI. Montpellier, Francia, p. 78. 1998.
- Gaitán, J. y P. Lacki: Alternativas tecnológicas para el establecimiento de la GIA. En: *La modernización de la agricultura: Los pequeños también pueden*, FAO. Santiago, Chile, p. 34. 1993.
- Gómez, A. y G. Ramos: Polinización dirigida en cacao. FONACIT. INIA, Mérida. Venezuela, 2010.
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D. y L. Rivero: Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Institu-

- to de Suelos. MINAG P. 46. La Habana: Instituto de Investigaciones de Suelo, Departamento de Geodesia. 1999.
- Martínez, F.; Menéndez, M.; Moya, C. y otros: Heterosis para algunos componentes del rendimiento en cruza híbridas de cacao (*Theobroma cacao* Lin.). *Café Cacao*, 9(1): 16-20, 2010.
- Mejía, A.: Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao. Corpoica, Bucaramanga, Colombia, p. 26, 2000.
- Nariño, A. y F. Cruz de Souza: "La Polinización Natural Inducida: Nueva opción para áreas cacaoteras improductivas" [inédito], tesis de candidatura. Estación de Investigaciones de Cacao Baracoa, Cuba, 1996.
- Nariño, A., M. Menéndez, G. Matos y otros. Determinación de la compatibilidad genética en 23 genotipos de *Theobroma cacao*, L. *Café Cacao*, 2 (2): 15-19, 2001.
- Ramos, G., Ramos, P. y A. Azócar: Manual del productor de cacao. FONAIAP-CONICIT, Mérida, Venezuela, pp. 1-66, 1999.
- Rondón, J.: Mejoramiento Genético del Cacao (*Theobroma cacao* L.). En: *Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao*. Corpoica. Regional Siete. Bucaramanga, p. 39, 2000.
- Vera, J. e I. Cabanilla: Rehabilitación del Cacao. En: *Manual del Cultivo del Cacao*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Pichilingue, Ecuador, pp.122-124, 1993.

La Estación Experimental Agro-Forestal de Tercer Frente cuenta con un Centro de Propagación Vegetativa por Estaca de Café (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) var. Robusta y el Velasco 5 con experiencias acumuladas por más de veinte años, mediante el cual se obtienen estacas enraizadas o posturas de café a partir de clones élitos seleccionados.



Estas plántulas garantizan el establecimiento de plantaciones con características similares a las plantas madres y producciones superiores a las propagadas por semillas botánicas.

Se comercializan con las empresas y productores con vistas a cumplimentar los planes de siembra.

