

# Estudio de la efectividad de la polinización manual controlada en el cruzamiento UF-650 x Pound-12, de la especie *Theobroma cacao* Lin. en diferentes horas del día en Baracoa, Cuba<sup>1</sup>

Algimiro Nariño-Nariño,\* Miriam Rodríguez-Terrero,\* Miguel Menéndez-Grenot\* y Wilfredo Lambertt-Lobaina\*

---

## Resumen

Con el objetivo de evaluar la posibilidad de realizar polinizaciones efectivas en diferentes horas del día que contribuya a elevar la productividad del personal vinculado al Programa de Producción de Semillas Híbridas de Cacao, se llevó a cabo el presente trabajo en una plantación de cacao de la especie *Theobroma cacao* Lin. con doce años de edad, perteneciente a la Estación Experimental Agroforestal de Baracoa, plantada a una altura de 28 msnm sobre un suelo fluvisol y protegida con sombra de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt. Se evaluaron siete tratamientos, consistentes en diferentes horas de ejecución de las polinizaciones. Para el estudio se realizaron cruzamientos del clon UF-650 x Pound-12, efectuándose 20 polinizaciones manuales. Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado, en el que cada tratamiento estuvo representado por cuatro plantas. Las evaluaciones de las flores activas se realizaron a los quince días posteriores a las polinizaciones, y los datos se procesaron a través de la Distribución Chi-Cuadrado ( $X^2$ ). Se evaluó el comportamiento de los elementos climáticos –temperaturas máximas, mínima, media, precipitaciones y humedad relativa– que influyeron en el experimento. Como resultado se demostró que realizándose polinizaciones en horas superiores a las nueve de la mañana se puede lograr efectividad en el prendimiento de las flores cuando se realiza el cruzamiento del clon UF-650 con el progenitor masculino Pound-12.

Palabras clave: cacao, mejoramiento genético, rendimiento, híbridos.

## Abstract

With the objective of evaluating the possibility to carry out effective pollinations in different hours of the day that contributes to elevate the personnel's productivity linked to the Program of Production of Hybrid Seeds of Cocoa, out the present work was carried in a plantation of cocoa of the species *Theobroma cacao* Lin. with 12 years of age, belonging to the Estación Experimental Agroforestal de of Baracoa, planted to a height of 28 msnm on a Fluvisol soil and protected with shade of *Leucaena leucocephala* (Lam) of Witt. 7 treatments were evaluated, consistent in different hours of execution of the pollinations. For the study crosses were carried out of the clone UF-650 x Pound-12, being made 20 manual pollinations. A completely randomized design was used, in which each treatment was represented by 4 plants. The evaluations of the active flowers were carried out to the 15 later days to the pollinations, and the data were processed through the Chi-Squarer Distributions ( $X^2$ ). The behavior of the climatic elements was evaluated: maximum, minimum temperatures, mediates, precipitations and relative humidity that influenced in the experiment. As a result it was demonstrated that being carried out pollinations in hours superiors to the 9.00 am you can achieve effectiveness in the adhesion of the flowers when it carried out the crossing of the clone UF-650 with the masculine progenitor Pound-12.

Key words: cocoa, genetic improvement, yield, hybrid.

<sup>1</sup> Recibido: 29-8-2013

Aprobado: 27-3-2014

\*Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, Paso de Cuba, km 12, Baracoa, provincia Guantánamo, Cuba. eefbaracoa@forestales.co.cu

## Introducción

La polinización manual o artificial en cacao se realiza con diferentes propósitos, entre ellos incrementar el rendimiento en la producción y en programas de mejoramiento genético (Arciniegas y Mora, 2008).

La producción de híbridos de cacao constituye una vía empleada en la actualidad para mejorar las características productivas, de rusticidad y calidad de los clones que se emplean en los programas de desarrollo del cultivo en Cuba. Ello demanda la realización de estudios que permitan ampliar la productividad del personal que ejecuta la actividad, para lo cual deberán tenerse en cuenta las peculiaridades florales que presenta la especie *Theobroma cacao* Lin., sin las cuales no podrán alcanzarse los éxitos deseados en las hibridaciones. Una de las vías que pudieran permitir el incremento diario de los niveles de producción de híbridos lo constituye la extensión del horario de realización de las polinizaciones manuales, ya que se ha demostrado por Córdoba y col. (2013) que la efectividad de las polinizaciones de las flores de cacao está sujeta al manejo que se da a las plantaciones, la cantidad de polen que se deposita en el estigma de la flor receptora y el comportamiento de las condiciones climáticas, correspondiéndose esto con lo señalado por Enríquez (1983), que las lluvias acompañadas de temperaturas bajas o un aguacero después de un período seco influyen negativamente en la germinación de los granos de polen, y que la temperatura óptima para este proceso es de alrededor de 25 °C, puesto que temperaturas más altas o más bajas influyen negativamente, coincidiendo además con Nosti (1962), Braudeau (1970) y Hernández (1978).

En Ecuador, Vera y Mogrovejo (1979) proponen como método aconsejable para elevar las producciones de cacao el adecuado manejo de los árboles y la utilización de técnicas de polinización, sencillas y de bajo costo para suplir el déficit productivo. Los primeros estudios llevados a cabo en Cuba para probar técnicas convencionales de polinización en función de los rendimientos en el cultivo del cacao se efectuaron a partir de 1993, y posteriormente trabajos llevados a cabo por Nariño y Cruz de Souza en 1996 en Baracoa demostraron que la producción de mazorcas es, en este caso, significativamente superior, comprobado también posteriormente por Nariño y col. (2002). Todo esto sirve de base para emprender nuevas investigaciones en el campo del mejoramiento genético

cuando sea el propósito producir híbridos necesarios para programas de desarrollo del cultivo.

En la producción del árbol del cacao incide la cantidad de polen que se deposita en el pistilo de la flor, cuestión esta que no aseguran los agentes polinizadores, los cuales solo la visitan en las primeras horas de la mañana, preferiblemente de siete a nueve de la mañana, por lo que con la acción del hombre a través de polinizaciones manuales controladas pueden lograrse resultados superiores, demostrado en trabajos realizados por Nariño y col. (2001).

En la actualidad las polinizaciones manuales en el cultivo del cacao para la producción de semillas híbridas se realizan entre las siete y las nueve de la mañana, como aconsejan Sánchez y col. (2006), por lo que constituye el objetivo del presente trabajo realizar polinizaciones manuales controladas en horarios superiores para probar su efectividad, y con ello incrementar los niveles productivos de híbridos, para lo que se empleó el cruzamiento del clon UF-650 con el Pound-12, que resulta uno de los más extendidos en las actuales plantaciones.

## Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en áreas de la Estación Experimental Agroforestal de Baracoa, en la provincia de Guantánamo, en una plantación de cacao con doce años de edad, sobre un suelo fluvisol (Hernández, 1999), ubicado a 28 msnm, y sombra de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt. Se utilizaron siete tratamientos que aparecen descritos en la *tabla 1*. Para el estudio se utilizaron cuatro plantas del progenitor femenino UF-650 por cada tratamiento, entre las que se efectuaron 20 polinizaciones manuales con polen del clon Pound-12, según el método descrito por Arciniegas y Mora (2008) y por Gómez y Ramos (2010). Para ello se colectaron flores frescas del progenitor masculino Pound-12 antes de las siete de la mañana, las que fueron emasculadas, así como las 20 flores escogidas del progenitor femenino UF-650, procediéndose posteriormente a ejecutar las polinizaciones frotándose suavemente sobre la superficie de los estigmas cada una de las anteras del clon Pound-12, con una proporción de una flor padre para tres flores madres. Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado.

Las flores frescas del clon Pound-12 se trasladaron en un envase de cristal para conservar su vitalidad.

**Tabla 1. Descripción de los tratamientos**

Tratamiento	Horas de polinización
I	9:00 a.m.-10:00 a.m.
II	10:00 a.m.-11:00 a.m.
III	11:00 a.m.-12:00 m.
IV	12:00 m.-1:00 p.m.
V	1:00 p.m.-2:00 p.m.
VI	2:00 p.m.-3:00 p.m.
VII	3:00 p.m.-4:00 p.m.

El éxito de las polinizaciones se evaluó a los tres, siete y quince días posteriores a su ejecución a partir del número de flores prendidas, al hacerse evidente la formación, desarrollo y permanencia de los pequeños frutos formados en los árboles.

$$X^2 = \sum \frac{(X1-C1)}{C1} + \frac{(X2-C2)}{C2} \frac{(X1-10)}{10} + \frac{(X2-10)}{10} = 3,84 \frac{(X-10)}{10} = \frac{3,84}{2} X = 5,62 \approx 6.$$

Con una frecuencia esperada de 1:1 se determinó un número de seis polinizaciones exitosas que representan el 30 % de prendimiento.

Se tuvo en consideración el comportamiento de los elementos climáticos –temperaturas máximas, mínimas y media, precipitaciones y humedad relativa– durante la ejecución del experimento.

## Resultados y discusión

La *tabla 2* muestra los resultados del prendimiento de los pequeños frutos hasta los quince días posteriores a las polinizaciones.

**Tabla 2. Resultado de las polinizaciones**

Tratamiento	Flores prendidas a los			Porcentaje de prendimiento a los 15 días
	3 días	7 días	15 días	
I	9	9	9	45
II	15	11	11	55
III	11	9	8	40
IV	14	9	8	40
V	14	14	12	60
VI	12	10	9	45
VII	12	11	9	45

Como se aprecia, las polinizaciones fueron efectivas para todos los tratamientos al superar el 30 % de prendimiento al cabo de los quince días posteriores a

El número mínimo de polinizaciones exitosas para considerar la efectividad del cruce se determinó utilizando el percentil de la distribución de Chi-cuadrado ( $X^2$ ), el cual, con un grado de libertad y un nivel de significación del 5 %, es igual a 3,84.

Se empleó la fórmula propuesta por Terreros y Ocampo (1983):

$$X^2 = \frac{(\text{observados } j - \text{esperados } j)^2}{\text{esperados } j}$$

Las observaciones finales del prendimiento de los frutos se realizaron a los 15 días posteriores a las polinizaciones. Con una frecuencia esperada de 1:1 se determinaron seis polinizaciones exitosas, que representan el 30 % de prendimiento.

las polinizaciones. Estos resultados demuestran que es posible realizar polinizaciones en horas superiores a las nueve de la mañana hasta por la tarde, obteniéndose buen prendimiento de los frutos formados, lo que se corrobora con estudios realizados por Cerda (2008), quien planteó que hasta las tres y las cinco de la tarde pueden conseguirse éxitos en las polinizaciones, refutándose lo referido por Hardy (1961) y Vera y Mogrovejo (1979), que reportaron que solamente se podría polinizar en las primeras horas de la mañana.

Los resultados pudieron estar dados a que al realizarse las polinizaciones de manera controlada, generalmente es mayor el suministro de polen que se receptiona en el estigma del clon UF-650, lo que asegura que sea más efectivo también el proceso de fecundación de la flor –y con él la retención de frutos– que cuando se acompaña de condiciones climáticas favorables. Cualquier hora del día pudiera resultar conveniente para efectuar polinizaciones sin el riesgo de no ser exitosas.

Según Nariño (2012), 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, por lo que el éxito no depende de las horas escogidas para ejecutarla.

Durante todo el período del experimento los elementos climáticos tuvieron un comportamiento en el rango de las exigencias del cultivo para un buen desarrollo reproductivo del cultivo, lo que según Del Piñal y Acuña (1976), citados por Nariño y Cruz de Souza (1996), por Arciniegas y Mora (2008) y por Gómez y Ramos (2010), favorece la receptibilidad de los estigmas en las flores.

## Conclusiones

- Resulta efectivo realizar polinizaciones manuales controladas de la flor del cacao en horas superiores a las nueve de la mañana hasta por la tarde, cuando se utiliza el cruzamiento del clon UF-650 con el progenitor masculino Pound-12, por lo que es posible incrementar la productividad del personal que labora en el Programa de Producción de Semillas Híbridas de Cacao, que se desarrolla en Baracoa, Cuba.

## Bibliografía

- Arciniegas, A. y Mora, A.: Polinización controlada en cacao (*Theobroma cacao* L.). CATIE, Agosto 2008.
- Braudeau, J.: El Cacao. Barcelona: Blume, 250 pp., 1970.
- Cerda, R.: Polinizadores del cacao. Curso Internacional de Cacao. CATIE. 2008.
- Córdoba, C.; Cerda, R.; Deheuvels, O.; Hidalgo, E. y F. Declerck: Polinizadores, polinización y producción potencial de cacao en sistemas agroforestales de Bocas del Toro, Panamá. *Agroforestería en las Américas*. No. 49, 2013.
- Enríquez, G.: El cultivo del cacao. CATIE.--Turrialba, Costa Rica. pp.131-137, 1983.
- Gómez, A. y G. Ramos: Polinización dirigida en cacao. FONACIT. INIA, Mérida. Venezuela, 2010.
- Hardy, F.: Manual de cacao. Turrialba: Lehmann, pp. 370-372, 1961.
- Hernández, J.: Fitotecnia del cacao. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 228 p., 1978.
- Hernández, A. J.: Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana. Ministerio de la Agricultura. 23 p. 1999.
- Nariño, A. y F. Cruz de Souza: La Polinización Natural Inducida: Nueva opción para áreas cacaoteras improductivas. Tesis de Grado. Estación de Investigaciones de Cacao Baracoa, Cuba, 1996.
- Nariño, A.; Menéndez, M.; Lambertt, W.; Columbié, A.; Matos, G.; Oliveros, A.; Selva, F. y E. Sánchez: Determinación de la compatibilidad genética en 23 genotipos de *Th. cacao* Lin. *Café Cacao* 2(2): 15 - 20, 2001.
- Nariño, A.; Menéndez, M.; Lambertt, W.; Columbié, A.; Matos, G.; Oliveros, A.; Selva, F. y E. Sánchez: Producción intensiva del cacao a bajo costo. *Café Cacao* 3(1): 74-76, 2002.
- Nariño, A. y M. Menéndez: Influencia de la polinización manual en el rendimiento agrícola del clon UF-650 de cacao (*Theobroma cacao* Lin.). *Café Cacao* 11 (2), 2012.
- Nosti, J.: *Café y Cacao*. La Habana: Revolucionaria, pp. 229-300, 1962.
- Terreros, J. R. y A. Ocampo: Determinación de los genotipos de incompatibilidad o compatibilidad en varios cultivares de cacao (*Theobroma cacao* Lin.). *El Cacaotero Colombiano* 24: 27-30, 1983.
- Sánchez, P.; Girón, C.; Morrillo, F.; Valera, A.; González, R.; Muñoz, W. y P. García: Bondades de la polinización manual en la producción de cacao. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Cacagua, Venezuela, junio 2006.
- Terreros, J. R. y A. Ocampo: Determinación de los Genotipos de Incompatibilidad o Compatibilidad en varios cultivares de Cacao (*Theobroma cacao* Lin.). *El Cacaotero Colombiano*. 24, 27-30, 1983.
- Vera, J. y L. Mogrovejo: Aumente la producción de sus cacaotales haciendo polinización manual suplementaria. *Boletín Técnico* No. 36. INIAP, Ecuador pp. 1-8, 1979..

