

## Genética y mejoramiento

# Prueba de combinaciones recíprocas en cuatro composiciones híbridas de cacao (*Theobroma cacao* Lin.)

Algimiro Nariño-Nariño,\* Miguel Menéndez-Grenot,\* Wilfredo Lambertt-Lobaina,\* Fernando Selva-Hernández \* y Gelasio Matos-Alonso\*

### Resumen

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agroforestal de Baracoa, en la provincia de Guantánamo, de marzo de 2008 a diciembre de 2010, con el objetivo de probar el comportamiento de las combinaciones recíprocas entre los componentes de cuatro composiciones híbridas de cacao (*Theobroma cacao*, Lin.): CH1 (UF-650 x Pound-12, UF-654 x Matina, UF-650), CH5 (UF-654 x Pound-12, UF-654 x Matina, UF-650), CH8 (UF-654 x Matina, UF-677 x IMC-67, UF-650) y CH9 (UF-654 x Matina, UF-677 x UF-29, UF-650), para su posterior recomendación e introducción a la práctica productiva. Estas composiciones híbridas han sido diseñadas a partir del estudio previo de las características agroproductivas de sus componentes y de las experiencias acumuladas en el mejoramiento genético del cultivo del cacao en Cuba a través de la hibridación. Por cada cruzamiento, tanto directo como recíproco, se realizaron 20 polinizaciones manuales mediante el método de Polinización Aislada-Controlada, evaluándose la efectividad de la fecundación a los 15 días posteriores por la retención de frutos. Los datos se procesaron a través del percentil de la Distribución Chi-Cuadrado (X<sup>2</sup>), determinándose como mínimo seis polinizaciones exitosas para cada combinación. Como resultado se obtuvo que en cada composición hubo un 67 % de combinaciones con éxito, que coincide con aquellas en las que participó el clon UF-650, resultando la mejor la del (UF-654 x Matina) x UF-650 en el cruce directo y recíproco, con el 65 % y el 55 % de retención de frutos, respectivamente. Palabras clave: polinización, combinaciones recíprocas, cacao, híbridos.

### Introducción

La producción del cacao (*Theobroma cacao* L.) está determinada por algunos factores que son de natura-

### Abstract

The present work was carried out in the Estación Experimental Agro-Forestal of Baracoa, in Guantánamo province, of March of 2008 to December of 2010, with the objective of proving the behavior of the reciprocal combinations among the components of 4 hybrid compositions of cocoa (*Theobroma cacao* Lin.): CH1 (UF-650 x Pound-12, UF-654 x Matina, UF-650), CH5 (UF-654 x Pound-12, UF-654 x Matina, UF-650), CH8 (UF-654 x Matina, UF-677 x IMC-67, UF-650) and CH9 (UF-654 x Matina, UF-677 x UF-29, UF-650), for its later recommendation and introduction to the productive practice. These hybrid compositions have been designed starting from the previous study of the agro-productive characteristics of their components and of the accumulated experiences in the genetic improvement of the cocoa cultivation in Cuba through the hybridization. For each crossing, so much direct as reciprocal were carried out 20 manual pollinations by means of Isolated-Controlled Pollination method, being evaluated the effectiveness from the fecundation at the 15 later days for the retention of fruits. Data were processed through the percentile of the Distribución Chi-Squared (X<sup>2</sup>), determining as minimum 6 successful pollinations for each combination. As a result it was obtained that in each composition there was 67 % of combinations with success that coincides with those in which were participated the clone UF-650, being the best that of the (UF-654 x Matina) x UF-650 in the direct and reciprocal crossing, with 65 % and 55 % of retention of fruits, respectively. Key words: pollination, reciprocal combinations, cocoa, hybrid.

leza ecológica (clima, suelo), genética (productividad, calidad y precocidad), agronómica y de manejo. La productividad está asociada al potencial genético y al ca-

Recibido: 19/12/2012

Aprobado: 23/1/2013

\*Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa. Paso de Cuba Km 12, Baracoa, Guantánamo, Cuba, eeafbaracoa@forestales.co.cu

rácter de compatibilidad que tienen los materiales (Arciniegas y Mora, 2008).

El incremento de los rendimientos es el primer objetivo de los programas de mejora de los cultivos (Martínez, 2010). Según Hitomi (2010), los recursos genéticos constituyen la base fundamental para el mejoramiento, con el fin de detectar e incorporar genes para mejorar la productividad, la resistencia a plagas y la calidad organoléptica del cacao.

Los métodos de mejora por cruzamientos se introducen en etapas superiores de la hibridación comercial cuando se quieren perfeccionar individuos de una combinación híbrida acreditada como buena y elevar con ello el valor de los híbridos, por lo que constituye un problema de la mejora la selección de aquellos individuos que dan lugar, mediante un cruzamiento recíproco, a los híbridos más productivos, y por tanto muestran la mayor capacidad combinatoria (Rodríguez *et al.*, 1981).

Según Arciniegas y Mora (2008), la polinización manual o artificial en cacao se realiza con diferentes propósitos: incrementar el rendimiento en la producción, aumentar el número de frutos para estudios genéticos, obtener el vigor híbrido, lograr descendencias que combinen características deseables de los padres, producción de semilla híbrida y/o certificada, y realizar estudios de compatibilidad que permitan definir y construir la matriz de compatibilidad e intercompatibilidad sexual de los materiales para poder proponer diseños y modelos de siembra que aumenten el rendimiento.

Una metodología para estimar la relación genética entre clones de cacao lo constituye el estudio de incompatibilidad (Macoto *et al.*, 2010).

Las cruza múltiples tienen la ventaja de reunir de forma rápida combinaciones de genes de los distintos progenitores. Existen muchas posibilidades de combinaciones, ya que cada semilla producida después de la cruce inicial es esencialmente un nuevo híbrido. Una desventaja de este sistema es que se pueden provocar muchas combinaciones indeseables al involucrarse un grupo numeroso de variedades progenitoras (Nosti, 1970). Este constituye un asunto que requiere de gran interés en el mejoramiento del cultivo del cacao, por lo que de la composición de las estructuras de híbridos que se establezcan para las nuevas plantaciones, depende la productividad de estas, expresada en la manifestación de su vigor híbrido o heterosis, razones por las que en las actuales mezclas de híbridos se recomienda la inclusión del clon UF-650, el que

además de facilitar el cruce posee buenas características productivas, probadas por Oliveros y Nariño (2001) y por Martínez y otros (2010), quienes demostraron que este clon induce gran heterosis en diferentes componentes del rendimiento agrícola, como el peso total de las mazorcas, el peso del cacao pulpa y el índice de semillas.

Constituye el propósito del presente trabajo probar el comportamiento de las combinaciones recíprocas en cuatro composiciones híbridas de cacao, para su posible introducción a la práctica productiva a través de su inclusión en la política varietal aprobada para el cultivo.

### Materiales y métodos

La investigación se desarrolló de marzo de 2008 a diciembre de 2010 en áreas experimentales pertenecientes a la Estación Experimental Agroforestal Baracoa, en la provincia de Guantánamo, ubicadas a una altura de 28 msnm sobre un suelo Fluvisol (Hernández y col., 1999), con pendiente llana. Se realizaron 20 cruza directas y 20 cruza recíprocas entre los componentes de cuatro estructuras híbridas de cacao (*Theobroma cacao* Lin.), constituidas por dos híbridos y el clon UF-650:

CH <sub>1</sub>	CH <sub>5</sub>	CH <sub>8</sub>	CH <sub>9</sub>
UF-650 x Pound-12	UF-654 x Pound-12	UF 654 x Matina	UF-654 x Matina
UF- 654 x Matina	UF-654 x Matina	UF-677 x IMC-67	UF-677 x UF-29
UF-650	UF-650	UF-650	UF-650

Para la realización de los cruzamientos se empleó el método de Polinización Artificial Aislada-Controlada, propuesto por Hardy (1998), repitiéndose en tres ocasiones la prueba para cada composición. El éxito de las polinizaciones se determinó por el percentil de la Distribución Chi Cuadrado ( $X^2$ ), el cual, con un (1) grado de libertad y un nivel de significación del 5 %, es igual a 3,84.

Se empleó la fórmula propuesta por Terreros (1983):

$$X^2 = \sum \frac{(\text{Observados}-\text{Esperados})^2}{\text{Esperados}}$$

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.

$$X^2 = \frac{\sum (X1-C1)}{C_1} + \frac{(X2- C2)}{C_2} \frac{(X1-10)}{10} + \frac{(X2-10)}{10} = 3,84$$

$$\frac{(X-10)}{10} = \frac{3,84}{2} \quad X = 5,62 \approx 6$$

Se tomaron los datos de las variables climáticas temperaturas, humedad relativa y precipitaciones de la subestación meteorológica de la Estación Experimental para evaluar su comportamiento durante el período de ejecución .

## Resultados

La Tabla 1 muestra los resultados de las combinaciones.

Como se aprecia, solamente las combinaciones en las que participó el clon UF-650 (el 67 % del total), las fecundaciones tuvieron éxito en las dos direcciones del cruce, lo que significa que hubo un 33 % de fecundaciones no exitosas. Este comportamiento se apreció en las cuatro composiciones híbridas. La mejor combinación fue la del (UF-654 x Matina) x UF-650, con el 65 % de logros en el cruce directo y el 55 % en el cruce recíproco, mostrando la mayor habilidad combinatoria entre todos los componentes de las composiciones estudiadas.

Estos resultados pudieron estar dados a que el clon UF-650, en combinaciones de híbridos, facilita la efectividad del cruce, lo que quedó demostrado en estudios realizados por Martínez y col. (2010).

Las composiciones en las que se mostraron los peores comportamientos fueron las CH<sub>8</sub> y la CH<sub>9</sub>, en las que las combinaciones (UF-654 x Matina) x (UF-677 x IMC-67) y (UF-654 x Matina) x (UF-677 x UF-29) no retuvieron frutos en ninguna de las direcciones del cruce, demostrando que no todas las combinaciones de dos híbridos simples conducen a resultados óptimos, observación hecha por Rodríguez y col. (1981), y que además existen genotipos que en el cruce dialélico no logran retener frutos, fenómeno también reportado por Terreros (1983).

Durante el período de ejecución del trabajo las temperaturas se mantuvieron entre los 21 y los 30 °C planteados por Alvim (1957) y Nosti (1970) para una buena floración y producción de frutos del cacao. Del mismo modo se comportaron las precipitaciones, que estuvieron en el orden de los 123 mm mensuales, con una distribución adecuada, superiores a los 100 mm como mínimo planteados por Redshaw (1995) para el buen desarrollo del cultivo. La humedad relativa estuvo entre el 70 y el 95 %, favorable para el cultivo, según refiere el autor.

Tabla 1. Resultados de las combinaciones (% de retención de frutos)

Composición híbrida	Cruzamiento recíproco	↔		Cruzamiento directo
		→	←	
CH <sub>1</sub>	0	UF-650 x Pound-12	X UF-654 x Matina	10
	40	UF-650 x Pound-12	X UF-650	30
	55	UF-654 x Matina	X UF-650	65
CH <sub>5</sub>	5	UF-654 x Pound-12	X UF-654 x Matina	0
	60	UF-654 x Pound-12	X UF-650	40
	55	UF-654 x Matina	X UF-650	65
CH <sub>8</sub>	0	UF-654 x Matina	X UF-677xIMC-67	0
	55	UF-654 x Matina	X UF-650	65
	50	UF-677 x IMC-67	X UF-650	60
CH <sub>9</sub>	0	UF-654 x Matina	X UF-677xUF-29	0
	55	UF-654 x Matina	X UF-650	65
	30	UF-677 x UF-29	X UF-650	35

## Conclusiones

- El 67 % de las combinaciones dialélicas entre los componentes de las cuatro composiciones híbridas en las que interviene el clon UF-650 son efectivas, por lo que pueden ser incluidas en la política varietal aprobada para el establecimiento de nuevas plantaciones de cacao.
- La mejor combinación en el cruce directo y recíproco en las cuatro composiciones híbridas estudiadas es la del (UF-654 x Matina) x UF-650, con el 65 y el 55 % de retención de frutos, respectivamente.

## Bibliografía

- Alvim, P. de T. Ecofisiología del área del cacao. Centro de Pesquisas do Cacau, Itabuna, Brasil, 1957, p.8.
- Arciniegas, A. y Mora, A. Polinización controlada en cacao (*Theobroma cacao* L.). CATIE, Agosto 2008.
- Hardy, F. Manual de Cacao -- Turrialba, Lehman, 1961, -- p. 370 - 372. Internet. Cacao Tips para el cultivo. 20/01/98, p.1.
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D. y Rivero, L. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. MINAG P. 46. La Habana: Instituto de Investigaciones de Suelo, Departamento de Geodesia. 1999.
- Hitomi L. "Evaluación del estado nutricional de combinaciones híbridas de cacao cultivado en un Latosoil Amarillo Distrópico Típico". *Agrotrópica* 22 (1) : 5-10. 2010. Centro de Pesquisas do Cacau. Ilhéus-Bahía, Brasil.
- Internet. Cacao Tips para el cultivo. 20/01/98, p.1.
- Macoto, Y., F. Gelape, B. Faria, M. Menezes. "Evaluación del estado nutricional de combinaciones híbridas de cacao cultivado en un Latosoil Amarillo Distrópico Típico". *Agrotrópica* 22 (1) : p. 12. 2010. Centro de Pesquisas do Cacau. Ilhéus-Bahía, Brasil.
- Martínez, F., M. Menéndez, C. Moya, y otros: Heterosis para algunos componentes del rendimiento en cruza híbridas de cacao (*Theobroma cacao* Lin.). *Revista Café Cacao*, 9(1): 16-19, 2010.
- Martínez, F., M. Valera, C. Moya y E. Vázquez. Estabilidad de la producción de cultivares híbridos de cacao en la región de Baracoa. *Revista Café Cacao*, 9(1): 50-54, 2010.
- 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.
- Nosti, J. Origen y Medio Natural, En: *Cacao y Café*. -- La Habana, Ed. Revolucionaria. Instituto del Libro, 1970.--p.17.
- Oliveros, Y. y Nariño, A. Influencia de la polinización artificial del cacao sobre diferentes componentes del rendimiento agrícola en el clon UF-650. Trabajo de Diploma. CUMS Guantánamo. Mayo 2001.
- Redshaw, M. J., I. Zulnerlin. Climate and Soils. Cocoa Growers Bulletin. 49, p. 7., 1995.
- Rodríguez, C., J. Pérez, A. Fuchs. Hibridación comercial. En: *Genética y Mejoramiento de las Plantas*. — La Habana, Edit. Pueblo y Educación.1981.--p. 330.
- Terreros, J. R., 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.