

DETERMINACION DE LOS GENOTIPOS DE INCOMPATIBILIDAD O COMPATIBILIDAD EN VARIOS CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)

José Raúl Terreros S. *

Gonzalo T. Chávarro B. *

Francisco Ocampo R. **

A los siguientes 15 clones de cacao (*T. cacao* L.), pertenecientes a la colección del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) de Palmira y utilizados con mayor frecuencia en la producción de semilla híbrida, se les estudió su fórmula genética: ICS-39, TSH-565, SPA-9, Catongo, EET-62, EET-96, PA-46, PA-121, TSA-644, TSA-654, SC-9, SC-10, SC-13, SC-21 y SC-26. Como marcadores se utilizaron los clones: ICS-1, ICS-60, SCA-6, SCA-12, IMC-67 y UF-613. Se efectuaron 20 autopolinizaciones en cada clon de fórmula genética desconocida y 20 polinizaciones por cruce. A pesar que se registró el número de flores que continuaban desarrollando el fruto a los 3, 7 y 15 días, se consideró como más confiable la última lectura. La incompatibilidad se determinó por medio de la prueba de X^2 .

Se encontraron las siguientes fórmulas genéticas de incompatibilidad: $A-BS_4/-$ para los clones PA-46, SPA-9 y TSA-645; SOO para EET-62, EET-96 y Catongo; $A-B-S_5/-$ para PA-121, TSH-565 y TSA-644; y $A-B-S_1/-$ para los clones SC-9, SC-10, SC-13, SC-21, SC-26 e ICS-39.

A study was done of the genetic formula of the following 15 cacao clones (*T. cacao* L.) belonging to the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) in Palmira and used most frequently in the production of hybrid seed: ICS-39, TSH-565, SPA-9, Catongo EET-62, EET-96, PA-46, PA-121, TSA-644, TSA-654, SC-9, SC-10, SC-13, SC-21 and SC-26. The following clones were used as markers: ICS-1, ICS-60, SCA-6, SCA-12, IMC-67 and UF-613. Twenty self pollinations were done in each clone of unknown formula and twenty pollinations per cross.

Although record was kept of the number of flowers that continued to develop fruit after 3, 7 and 15 days, only the final reading was used since it was judged to be the most reliable. Incompatibility was determined by means of the chi-square.

The following incompatible genetic formulas were found: $A-BS_4/-$ for clones PA-46, SPA-9 and TSA-645; SOO for EET-62, EET-96 and Catongo; $A-B-S_5/-$ for PA-121, TSH-565 and TSA-644; and $A-B-S_1/-$ for clones SC-9, SC-10, SC-13, SC-21, SC-26 and ICS-39.

* Candidatos a Ingeniero Agrónomo

** Investigador Instituto Colombiano Agropecuario - ICA - Palmira

Jurado: Celso García, I.A., Tobías Correa, I.A. y Fernando Payán, I.A. M. Sc.

Extractó: H. Quintero V.

INTRODUCCION

El conocimiento de los genotipos de incompatibilidad en el cacao (*T. cacao* L.), permite determinar los cultivares que tienen polen con buena afinidad para utilizarlos como progenitores en la producción de semilla mejorada y recomendar con seguridad el material que debe emplearse en el establecimiento de nuevas plantaciones para lograr el mayor grado posible de cuajamiento de frutos y por ende mayores rendimientos e ingresos para el productor.

El presente trabajo se realizó con el fin de conocer los genotipos de incompatibilidad de los 15 cultivares más usados en la producción de semilla híbrida en Colombia, pertenecientes a la colección de clones del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en Palmira.

MATERIALES Y METODOS

A. MATERIAL EXPERIMENTAL

Para la determinación de los genotipos se usaron cultivares de unos 12 años de edad divididos en 2 grupos:

1. Clones de fórmula genética conocida y utilizados como madres: ICS-1, ICS-60, SCA-6, SCA-12, IMC-67 y UF-613 (Soria 9 y 10).
2. Clones cuya fórmula genética fué motivo de estudio: Catongo, ICS-39, TSH-565, SPA-9, EET-62, EET-96, PA-46, PA-121, TSA-644, TSA-654, SC-9, SC-10, SC-13, SC-21 y SC-26.

B. METODOLOGIA

Se efectuaron 20 auto-polinizaciones en cada uno de los 15 clones cuya fórmula genética era motivo de estudio y 20 polinizaciones por cruce entre clones de fórmula genética desconocida y los 6 clones marcadores.

Las polinizaciones se hicieron siguiendo básicamente el método descrito por Hardy (5). En un principio se emascularon las flores de los árboles incompatibles que se usaron como madres, pero ésta práctica se abandonó al comprobar que es una labor delicada, lenta e innecesaria ya que la complejidad de la estructura floral del cacao impide cualquier auto-polinización (Knight y Rogers, 7; Cope, 3). Al cabo de 3, 7 y 15 días se registraron las flores que permanecían prendidas. Se tomó como dato más representativo el número de frutos existentes a los 15 días. (Arévalo, Carletto y Ocampo, 1; Coral, 4; Knight y Rogers, 7; Posnette, 8).

El criterio para considerar un cruce o una auto-polinización compatible se determinó mediante la prueba de X^2 con un valor de 3.84 para una frecuencia esperada de 1:1, con 0.05 de probabilidad y 1 grado de libertad. Se estimó en 6 el número mínimo de polinizaciones exitosas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados (Tablas I y II) se interpretaron según las teorías propuestas por Knight y Rogers (6) y Cope (3). Knight y Rogers explican la incompatibilidad en *T. cacao* L. con la existencia de un gen "S" en un locus simple, con una serie de alelos múltiples que presentan dominancia en el polen y en el óvulo de acuerdo a la secuencia $S1 > S2 = S3 > S4 > S5$ y el recesivo $S0$ que determina compatibilidad. Cope, sugiere la existencia de 2 alelos precursores A y B, independientes y complementarios del gen "S" que en forma dominante activan los alelos de "S" existentes en el óvulo. Estos alelos no se expresan si alguno de éstos genes es recesivo.

Según éstas teorías, una auto-polinización compatible indica que los alelos del gen "S" son $S0.0$ ó que alguno de los genes complementarios es recesivo. Una auto-polinización incompatible indica que ese clon no es de fórmula $S0.0$ y que los alelos del gen "S" están activados por la sustancia producida por los genes dominantes A y B.

Un cruce incompatible indica que en ese clon no domina el mismo alelo del gen "S" que se presenta en el clon con el cual el cruce fué exitoso. Un cruce incompatible indica que el clon estudiado presenta el mismo alelo del gen "S" que domina en el clon con el cual el cruce no tuvo éxito.

Los clones EET-96, EET-62 y Catongo, son autocompatibles y compatibles con todos los clones de fórmula genética conocida; por ello, de acuerdo a Knight y Rogers, su fórmula de compatibilidad es $S0.0$.

El clon PA-46, el SPA-9, y el TSA-654, son autoincompatibles, lo cual manifiesta que los genes A y B se encuentran dominantes; son compatibles con todos los clones de fórmula genética conocida con excepción del clon IMC-67 cuya fórmula genética es $AABB S4.5$. Por lo tanto, la fórmula de estos clones es $A-B-S4/-$.

Los clones PA-121, TSH-565 y TSA-644, son autoincompatibles y por lo tanto sus alelos del gen "S" están funcionando por la acción de los genes complementarios y dominantes A y B. Estos clones son compatibles con todos los clones marcadores; por lo tanto, su fórmula será $A-B-S5/-$, ya que el alelo $S5$ es el único que no existe dominando en los clones de fórmula genética conocida.

Los clones SC-10, SC-9, SC-13, SC-26, SC-21 e ICS-39, son autoincompatibles y compatibles con todos los marcadores menos con el ICS-60 de fórmula $A-B-S1.0$. De acuerdo a lo anterior, la fórmula de estos clones es $A-B-S1/-$.

Los clones marcadores ICS-60 y UF-613 de igual fórmula genética no se comportaron de la misma manera.

El clon ICS-60, es incompatible con los clones SC-9, SC-10, SC-13, SC-21, SC-26 e ICS-39, en cambio el clon UF-613, es compatible con estos mismos clones.

La fórmula del clon UF-613 la determinó Coral (4) usando como clones marcadores SCA-12 (AABB S2.4), SCA-6 (AABB S2.3) é ICS-1 (AABB S0.0). Ninguno de estos clones posee el alelo S1 por lo cual no permiten determinar como S1.0 la fórmula del UF-613. Se propone para dicho clon una de las fórmulas A-B-S₂/- ó A-B-S₃/-, por ser autoincompatibles y compatible con todos los clones estudiados, faltando dentro de estos, clones que posean los alelos S2 y S3 en forma dominante.

TABLA I

PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO* DE FLORES DE CACAO
(T. cacao L.) 15 DIAS DESPUES DE LA POLINIZACION

♂	♀	SCA - 6	ICS - 60	IMC - 67	SCA - 12	ICS - 1	UF - 613	Autopoli- nización
EET - 96		70	65	45	80	35	70	75
PA - 46		80	80	50	50	55	60	0
PA - 121		70	70	80	60	45	70	0
TSH - 565		40	85	40	40	55	40	0
EET - 62		50	75	75	50	70	85	65
SPA - 9		60	50	0	60	45	75	0
SC - 10		80	0	55	50	60	75	0
SC - 9		40	0	45	55	45	45	15
SC - 13		85	0	80	60	75	80	15
SC - 26		65	0	45	45	40	50	0
ICS - 39		40	0	50	40	60	40	0
TSA - 654		50	65	15	50	65	85	0
TSA - 644		90	60	65	70	70	80	0
SC - 21		50	0	50	80	35	75	0
Catongo		85	55	40	45	45	45	45

* En base a 20 polinizaciones por cada clon ó cruce.

TABLA II

COMPATIBILIDAD O INCOMPATIBILIDAD DE LAS AUTO-POLINIZACIONES Y CRUCES EFECTUADOS

δ	φ	SCA - 6	ICS - 60	IMC - 67	SCA - 12	ICS - 1	UF - 613	Autopoli-nización
EET -	96	C	C	C	C	C	C	AC
PA -	46	C	C	I	C	C	C	AI
PA -	121	C	C	C	C	C	C	AI
TSH -	565	C	C	C	C	C	C	AI
EET -	62	C	C	C	C	C	C	AC
SPA -	9	C	C	I	C	C	C	AI
SC -	10	C	I	C	C	C	C	AI
SC -	9	C	I	C	C	C	C	AI
SC -	13	C	I	C	C	C	C	AI
SC -	26	C	I	C	C	C	C	AI
ICS -	39	C	I	C	C	C	C	AI
TSA -	654	C	C	I	C	C	C	AI
TSA -	644	C	C	C	C	C	C	AI
SC -	21	C	I	C	C	C	C	AI
Catongo		C	C	C	C	C	C	AC

C = compatible

I = incompatible

AC = auto-compatible

AI = auto-incompatible

CONCLUSIONES

1. Las fórmulas genéticas de los 15 clones de cacao (*T. cacao* L.) son las siguientes:
 - a. EET-62, EET-96 y Catongo: S0.0
 - b. SC-9, SC-10, SC-13, SC-21, SC-26 e ICS-39: A-B-S₁/-
 - c. PA-46, TSA-654 y SPA-9: A-B-S₄/-
 - d. TSA-644, TSH-565 y PA-121: A-B-S₅/-
2. La fórmula propuesta para el clon UF-613 (AABB S1.0), no es correcta. En su lugar, dicha fórmula puede ser A-B-S₂/- ó A-B-S₃/-.

BIBLIOGRAFIA

1. AREVALO R., A., CARLETTO, G.A. y OCAMPO R., F. Determinación de los genotipos de incompatibilidad o compatibilidad en varios clones de cacao. *Theobroma* 2(2): 33-38. 1972,
2. COPE, F.W. Incompatibility in *Theobroma cacao*. *Nature* 181 (4604): 279. 1958.
3. _____ The mecanism of pollen incompatibility in *Theobroma cacao* L. *Heredity* 17: 157-182. 1962.
4. CORAL, F. Estudio comparativo de las teorías sobre control genético de las incompatibilidades del cacao. *Cacao* 15(3): 4-5. 1970.
5. HARDY, F. *Cacao Manual*. Turrialba, IICA, 1960. pp: 303-304, 334-336.
6. KNIGHT, R. and ROGERS, H.H. Sterility in *Theobroma cacao* L. *Nature* 172 (4369): 164. 1953.
7. _____ Incompatibility in *Theobroma cacao* *Heredity* 9:69-77. 1955.
8. POSNETTE, A.F. Self-incompatibility in cocoa (*Theobroma spp*) *Tropical Agriculture*. 17(4): 67-71.
9. SORIA V., J. Las teorías genéticas sobre la incompatibilidad en cacao. Turrialba, IICA, 1970. 14 p. (mimeografiado).
10. _____ The present status and perspectives for cacao cultivars in Latin American. *Florida State Horticultural Society* 83: 1970.