

ALGUNOS ASPECTOS PRELIMINARES DE BIOLOGIA DE LA REPRODUCCION EN *Canavalia ensiformis* (L.) DC¹

Beatriz E. Madrigal C.² , Luis F. García², Carlos Escobar Soto³

RESUMEN

En un lote de Canavalia ensiformis (L.) DC., sembrada en Santa Fe de Antioquia (550 m.s.n.m.), con 145 plantas, se seleccionaron al azar 24 plantas con el fin de estimar el porcentaje de formación de frutos por polinización natural y autogamia, en la primera y la segunda producción de flores. Estos porcentajes fueron muy semejantes en ambos tipos de polinización. El ensayo de flujo de polen dio resultados negativos. En una segunda parcela sembrada en Medellín, con 12 plantas, se hizo un seguimiento de la cantidad de flores y frutos producidos por polinización natural, cleistogamia y agamospermia y se obtuvo un porcentaje muy semejante entre aquellos producidos por la polinización natural, autogamia y cleistogamia. Se observó, además, que la hora de dehiscencia de las anteras fue a las 12 pm y la antesis entre las 4 y las 4:30 am, dando suficiente tiempo para que el polen se ponga en contacto con el estigma antes de la antesis y ocurra la fecundación por vía cleistógama.

Palabras clave: *Canavalia ensiformis*, Leguminosae, polinización, autogamia, cleistogamia, biología de la reproducción.

¹ Resumen de parte del trabajo de investigación para optar el título de Bióloga.

² Laboratorio Central de Investigaciones, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia. Apartado 1226, Medellín, Colombia.

³ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Apartado 568, Medellín.

ABSTRACT

In a parcel planted with Canavalia ensiformis (L.) DC in Santa Fe de Antioquia, Colombia (550 meters above sea level), 24 plants were chosen at random to determine the percentage of seeds formed by natural pollination and autogamy, in the first and second production of flowers. There were no differences between both types of pollination. The assay for pollen flow gave negative results. In another parcel, planted in Medellín, Colombia (1450 meters above sea level) the amount of flowers and seeds produced by natural pollination, cleistogamy and agamospermy were determined in 12 plants. There were no differences found among them. It was observed that the time of anther dehiscence was around midnight and the anthesis between 4 and 4:30 am. This time allows the pollen to become in contact with the stigma before the anthesis, resulting in cleistogamic fecundation.

Key words: Canavalia ensiformis, Leguminosae, pollination, autogamy, cleistogamy, reproduction biology.

INTRODUCCION

Canavalia ensiformis (L.) DC, es una leguminosa que fue domesticada en México y Arizona (Sauer y Kaplan, 1969) en tiempos prehistóricos. En la actualidad se cultiva en los trópicos; en pequeña escala en India, Indonesia, Taiwan, Tanzania, Kenia, este de Africa, Hawai (Duke, 1981), Centroamérica y Asia, desde las tierras bajas hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar (Advisory Comité on Technology Innovation, ACTI, 1979). Algunas veces se escapa de los cultivos y no está asociada a ningún grupo cultural (ACTI, 1979; Duke, 1981; Sauer, 1964). Es rústica y variable en su porte, según la altura sobre el nivel del mar, con una alta producción de semillas. La planta se emplea como

cubierta vegetal o como abono verde (Duke, 1981) y sus semillas se utilizan ocasionalmente para el consumo humano y animal (ACTI, 1979).

La morfología floral de esta especie es del tipo de las Papilionidae (Faboideae), la cual permite poner en contacto las anteras con el estigma en forma automática y natural, es decir, sin necesidad de ningún agente intermediario o polinizador, facilitando la autopolinización. Este tipo de polinización es el más común en las leguminosas anuales (Burkart, 1943). Varios autores coinciden en que la forma extrema de autogamia, la cleistogamia, ocurre en estado de botón en algunas de ellas (Kalin, 1981). No obstante la morfología, también se presenta polinización cruzada, a causa de autogamia

facultativa (Kalin, 1981) o autoincompatibilidad (Burkart, 1943; Kalin, 1981) como también otros tipos de polinización.

East citado por Burkart (1943) al estudiar la distribución de la autoincompatibilidad en leguminosas, encontró que hay autofertilidad en una de cada 30 especies en 150 géneros por él examinadas y señaló a *Canavalia* como uno de los generos autofértiles. Posteriormente Kalin (1981) confirmó la autocompatibilidad en el genero *Canavalia*.

Con este trabajo se buscó confirmar si el tipo de polinización predominante en *Canavalia ensiformis* era la autogamia y específicamente la cleistogamia, elemento básico para futuros programas de mejoramiento genético.

MATERIALES Y METODOS

Cultivo de las plantas. En el Centro Experimental "Cotove" de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, ubicado en Santa Fe de Antioquia (550 m.s.n.m), perteneciente a la formación vegetal bosque seco Tropical (bs-T, según el sistema de clasificación de Holdridge) (Espinal, 1977), se sembró en marzo de 1985 una parcela de 29 surcos. La distancia entre surcos fue 1 m y entre plantas dentro del surco de 0,85 m; el número de plantas por surco

fue cinco, y el número de semillas por sitio de siembra fue 2, para dejar sólo una planta por sitio. Se obtuvo un total de 145 plantas. Las semillas escogidas para la siembra fueron el resultado de una selección al azar, hecha a partir de una mezcla de semillas de 102 plantas, que a su vez fueron seleccionadas de un lote de 1 ha de *Canavalia ensiformis*.

Posteriormente, en noviembre de 1985, se sembró en la microestación del Departamento de Biología de la Universidad de Antioquia, en Medellín (1400 m.s.n.m.), una segunda parcela de 12 plantas, a un metro entre plantas y surcos, con el fin de hacer un seguimiento de la biología floral y calcular el porcentaje de la formación de flores por cleistogamia en relación con la polinización natural.

Biología de la Reproducción. Se estimó el porcentaje de formación de frutos por polinización natural (N) en 9 plantas y por autogamia en 15 plantas, seleccionadas en zig-zag de las 24 plantas dentro de la parcela, utilizando los métodos descritos por Escobar y Girón (1982).

En las 15 plantas destinadas para estimar el porcentaje de formación de frutos por autogamia, se encapucharon con bolsas de nylon las primeras inflorescencias que se produjeron (42) en 9 plantas (A-1). Las inflorescencias de las nueve

plantas restantes se tuvieron en cuenta para estimar el porcentaje de formación de frutos por polinización natural en la segunda producción de flores (N-2). A las 6 plantas restantes se les encapucharon las inflorescencias de la segunda producción de flores (36) (A-2) para estimar la autogamia en la segunda producción. En estas 6 plantas, las primeras inflorescencias se tuvieron en cuenta para la polinización natural en la primera producción (N-1).

Para determinar el flujo de polen de las flores de las esquinas hacia el resto de la parcela, se marcaron en las primeras horas de la mañana las anteras y estigma de varias flores con polvos fluorescentes bajo la luz ultravioleta. Se colectaron flores de diferentes sitios de la parcela para observar la presencia de fluorescencia, en las partes florales lo cual se hizo en cuarto oscuro con lámpara de luz ultravioleta.

Por observación directa, se determinaron los momentos de la antesis, receptividad del estigma, dehiscencia de las anteras y posibles agentes polinizadores o visitantes.

En la segunda parcela fue posible hacer un seguimiento de la cantidad de flores y frutos producidos durante 40 días por polinización natural, cleistogamia y agamospermia. Una vez hubo suficiente número de flores se les cortaron, momentos antes de

la apertura floral, las anteras a 229 flores y el estigma a 59, que se formaron durante 15 días. Luego, fueron encapuchadas las inflorescencias con bolsas de nylon, para posteriormente calcular el porcentaje de formación de frutos por cleistogamia. De seis a siete horas antes de la dehiscencia de las anteras, se emascularon los botones (en total 60) para determinar el porcentaje de frutos producidos por agamospermia. Las flores que diariamente se formaban y las que habían formado frutos se tuvieron en cuenta en la estimación de los porcentajes de polinización natural (328 sin ningún tratamiento -sin encapuchar-), cleistogamia y agamospermia.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la parcela de Santa Fe de Antioquia el número de flores por inflorescencia promedio fue 18,77. En estos ensayos se obtuvieron porcentajes de producción de frutos por autogamia y polinización natural semejantes (9,41 y 8,69%, respectivamente) (Tabla 1).

No se encontraron diferencias al calcular la polinización natural en primera o segunda producción, al igual que en autogamia; sin embargo, como la autogamia es medida bajo un sistema artificial (encapuchado), el subtotal (promedio de la primera y segunda) debe ser comparado con el de la natural.

TABLA 1. Porcentaje de frutos formados en *Canavalia ensiformis* para los diferentes tipos de polinización determinados en Santa Fe de Antioquia. 1984.

Tipo de Polinización	Número de Plantas	Número de Flores	Número de Frutos	Porcentaje de Formación de Frutos (%)
Autogamia (A-1)	9	788	79	10,02
Autogamia (A-2)	6	582	50	8,59
Subtotal	15	1370	129	9,41
Natural (N-1)	6	375	29	7,73
Natural (N-2)	9	469	34	7,25
Subtotal	15	845	63	7,46
Natural (N)	9	1576	137	8,69

Pudo observarse que de siete a ocho horas antes de la dehiscencia de las anteras, el botón floral estaba aún cubierto por los sépalos, es decir aún verde; comenzando un proceso de desenrollamiento de las partes florales que lleva a las anteras a ponerse en contacto con el estigma para el momento de su dehiscencia. La dehiscencia de las anteras ocurrió alrededor de las 12 de la noche, hora en que el jugo estigmático también se ha producido; la anthesis ocurrió entre las 4 y 4:30 am. En éste rápido proceso floral, el tiempo transcurrido entre la dehiscencia de las anteras hasta momentos antes de la anthesis resultó ser suficiente para la autopolinización y fertilización (cleistogamia), como se pudo corroborar en el ensayo realizado en Medellín (Universidad de Antioquia). Los insectos visitantes, en

número abundante, despuntaban con el alba a tomar néctar durante la mañana. Tres tipos de abejorros (*Xilocopa sp.*, *Bombus sp.*, *Eulaema sp.*) fueron los más asiduos, logrando poner en contacto el dorso del tórax con las anteras de la flor, de manera que a simple vista parecían dispersadores de polen, al volar de una flor a otra, o polinizadores. Sin embargo, el flujo de polen arrojó resultados negativos, observándose fluorescencia bajo la luz ultravioleta, sólo en los pétalos, estilo y nectario en muy baja proporción. En las anteras y estigma no se observó ninguna fluorescencia. Es baja la posibilidad que estos visitantes estén contribuyendo a poner el polen de una planta en el estigma de otra y por ende al cruzamiento del material hereditario.

Del ensayo realizado en Medellín se obtuvo un porcentaje de frutos formados por cleistogamia de 10,9 y de 15,3%, de acuerdo con el método de estimación empleado, frente a 14,6% obtenido por polinización

natural (Tabla 2). Es de anotar que durante el período en que se hicieron las observaciones no se observaron los abejorros. Las horas de dehiscencia de las anteras y antesis no variaron.

TABLA 2. Porcentaje de frutos formados en *Canavalia ensiformis* para los diferentes tipos de polinización determinados en Medellín (U. de A).*

Tipo de Polinización	Número de Flores	Número de Frutos	Porcentaje de formación de frutos
Natural	328	48	14,63
Cleistogamia			
Corte de anteras	229	25	10,92
Corte de estigma	59	9	15,26
Agamospermia	60	0	0,0

* Se utilizaron un total de 12 plantas; en una misma planta se determinaron diferentes tipos de polinización.

En nuestros cultivos los porcentajes en la cleistogamia pueden haber estado afectados por el número de muestras, la manipulación de la flor durante el ensayo, así como por el método empleado para medirla. No obstante, los valores obtenidos fluctuaron alrededor de los valores encontrados por la polinización natural, lo cual sugiere que la cleistogamia es la forma natural de polinización por la *C. ensiformis*. Sin embargo, hay que aclarar que los experimentos para estudiar la

cleistogamia se realizaron en un sólo hábitat (Medellín) y en ausencia de polinizadores, pues es conocido que la cleistogamia es facultativa en otras leguminosas con respecto a las condiciones del hábitat (Kalin, 1981), como podría suceder en caso de ausencia de polinizadores (Faegri y Vander, 1979). Por eso es recomendable hacer este tipo de ensayos en diversas condiciones ambientales.

Las repetidas autopolinizaciones,

por autogamia o cleistogamia en este caso, pueden conducir a la formación de una o varias líneas puras (subpoblaciones) con una alta homocigocidad dentro de la misma población (Byth, 1984; Clay, 1982); igualmente podrían mantener una heterocigosis que ocultaría mutaciones en proceso de fijación. Ocurren cualquiera de estos casos (homocigosis o heterocigosis) como una consecuencia de la cleistogamia, ésta podría explicar la homogeneidad de la población estudiada con respecto a los contenidos de proteínas y lectinas, que fueron tema de otro trabajo en la misma población (Madrigal, 1987).

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Linda Albert del Departamento de Biología de la Universidad de Antioquia, por la revisión de la parte de biología de la reproducción, así como al profesor Dario Sánchez de la Universidad Nacional, Seccional Medellín, y al personal del Centro Experimental "Cotové".

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADVISORY COMITE ON
T E C H N O L O G Y
I N N O V A T I O N. Tropical
legumes; resources for the
future. Washignton: National
Academy of Science, 1979. p.
54-59.

BURKART, A. Las leguminosas
argentinas, silvestres y
cultivadas. Buenos Aires:
Acme Agency, 1943. p. 46-49.

BYTH, D. Breeding system and
chromosome number in
Leonotis bainesii Baker. *En:*
Nature. Vol. 202 (1984); p.
830.

CLAY, K. Enviromental and genetic
determinants of cleistogamy in
natural population of the grass
Antonia spicata. *En:*
Evolution. Vol.36, No. 4
(1982); p 234-741.

DUKE, J.A. Handbook of legumes
of world economic importance.
New York: Plenum, 1981.

ESCOBAR, L. y GIRON, M..
Biología de la reproducción
en las plantas superiores.
Introducción a las
metodologías empleadas en el
estudio. *En:* Acta Biológica.
Vol. 11, No. 41 (1982); p 8-
85.

ESPINAL, S.. Zonas de vida o
formaciones vegetales de
Colombia. Bogotá: IGAC,
1977. p. 238.

FAEGRI, K. and VANDER PIJL.
The principles of pollination
ecology. 3ed. Oxford:
Pergamon Press, 1979.

- KALIN, M. T. Breeding system and pollination biology in leguminosae. *En*: POLHILL, R.M. y RAVEN, P.H. Advances in legume systematics. London: Royal Botany Gardens, 1983. p. 723-728.
- MADRIGAL, B.E. Contenido de lectinas y su heredabilidad en una población de *Canavalia ensiformis* (L.) DC. Medellín, 1987. p. 89. Tesis (Bióloga). Universidad de Antioquia.
- SAUER, J. L. Revision of *Canavalia*. *En*: Brittonia. Vol.16, No.2 (1964); p 106-181.
- _____ y KAPLAN, L. *Canavalia* beans in American prehistory. *En*: American Antiquity. Vol. 34 (1969); p 417-424.