POLINIZACIÓN ARTIFICIAL DEL GUANÁBANO

Por: Fredy Guzmán A.

La transferencia de los granos de polen al estigma de una flor se denomina polinización, este proceso es indispensable en el guanábano para que se produzca la fecundación y el desarrollo de los ovarios que finalmente son los frutos que consumimos.

Durante mucho tiempo se consideró como gran limitante para obtener altas producciones de guanábana, la baja formación natural de frutos que generalmente tiene esta planta debido a las dificultades de polinización natural. Las investigaciones realizadas en décadas anteriores permiten afirmar que este impedimento está hoy superado mediante la polinización artificial, aunque se estima que se deben adelantar investigaciones tendientes a encontrar plantas que no requieren de esta labor para tener altos rendimientos.

HABITO DE FLORACIÓN

Las flores aparecen sobre la corteza de tronco y ramas principales o en ramificación secundaria en su parte deshojada.

En árboles injertados la primera floración puede ocurrir al año de plantadas; árboles por semilla inician floración más tarde; ésta primera floración se da en las ramillas y posteriormente en tronco y ramas, sin embargo el descope y despunte de las ramas superiores estimula la actividad de las yemas localizadas en el fuste o tronco. Por esta razón los árboles jóvenes presentan tempranamente cojines florales en dichos sitios, lo cual ocurre genéticamente después de 4 ó 5 años en árboles sin poda.

El origen caulifloro se debe a la presencia de una yema principal en la axila de cada hoja que puede dar origen a un eje vegetativo ó permanecer en reposo algún tiempo hasta formar por último inflorescencia; así la inflorescencia sobre troncos y ramas sigue la filotaxia de estos órganos, apareciendo la floración siempre en los mismos sitios llamados cojinetes o pulvínulos florales.

ÉPOCAS DE FLORACIÓN

Aunque no existen estudios que aclaren el papel que desempeñan los factores climáticos en la floración, se asume que la disponibilidad de agua es la condición más importante para que esta ocurra, considerándose que esta planta es hidroperiódica.

Se reportan como períodos de floración en la zona del Valle del Río Magdalena, los meses de febrero, marzo, abril y mayo en el primer semestre y septiembre, octubre y noviembre en el segundo semestre.

En materiales provenientes de la Amazonia no se ha encontrado correlación significativa entre el número de flores y frutos inmaduros existentes en un momento, condición que es frecuente encontrar en otras especies donde la carga de frutos afecta la intensidad de la floración.

LA FLOR

Es triangular y pedicelada, la bráctea es pequeña, los sépalos más o menos libres de color verde oscuro y forma ovalada triangular.

Los pétalos se encuentran en dos hileras; los externos son más grandes, gruesos y coriaceos ampliamente ovalados con la base redondeada y el ápice cortamente acuminado.

Los tres pétalos internos alternan con los externos, son pequeños, más delgados de yemas cortas o redondeadas.

Los estambres son numerosos y se disponen en muchas hileras en una elevación y están coronados en espirales alrededor del ovario.

Los granos de polen son pegajosos, de forma ovoide, de color amarillo transparente y se hallan agrupados en tétradas.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

El gineceo está compuesto de muchos estigmas unidos cada uno a un ovario por un estilo. Los estigmas son estructuras esponjosas y blanquecinas que producen sustancias musilaginosas cuando son receptivos.

Los ovarios son numerosos y confluyen en una baya colectiva que porta los estilos en forma de espinas suaves recurvadas dispuestas en forma de espiral.

CRECIMIENTO DE LAS YEMAS FLORALES

El seguimiento del crecimiento de las yemas florales permite señalar que su desarrollo inicial es lento y se incrementa hacia el inicio de la antesis.

Escobar (3) reporta para el departamento del Valle, de 60 a 82 días para que alcance el tamaño de 25 a 33 milímetros, mientras en el municipio de Armero el 97.5% de las flores completaron su crecimiento entre 56 y 60 días.

LA ANTESIS

La expansión floral o maduración de la flor comprende desde el inicio de la separación de los pétalos exteriores hasta cuando se produce el derrame del polen, bien sea o no antecedido por la caída de los pétalos.

Esta apertura floral si bien puede diferir por condiciones de clima u otros factores no determinados, presenta una secuencia más o menos definida y sincronizada en varias etapas, las cuales se agrupan y resumen en la Tabla 1.

Según Escobar y Zárate (3) en el municipio de Palmira, la mayor secreción estigmática y receptividad se halla entre las 72 y 108 horas de iniciada la antesis.

Guzmán, (5) en el municipio de Armero encontró mayor receptividad entre las 120 y 147 horas de iniciada la apertura floral, diferencia originada posiblemente en denominación de los estados de apertura o en el método de conteo de las horas acumuladas.

Para Venkataratman las flores tienen dos períodos de apertura y solo son receptivas entre las 12 horas del medio día hasta las 8 de la noche del estado denominado IV, condición que en nuestro medio no se cumple.

LA POLINIZACIÓN NATURAL

La disposición de pétalos de la flor del guanábano conforma una barrera para muchos insectos, su poca atracción a los mismos y su carácter protogyneo, dado por la maduración de los estigmas cuando aún las anteras no son dehiscentes, permiten afirmar que esta flor normalmente se autopoliniza y concluir que es una de las causas de la baja formación registrados en el Valle del Cauca 2.0 y 3.0 por ciento y 4.8 y 1.7 en Armero.

Sin embargo, materiales estudiados en el Brasil y procedentes de la amazonia presentaron fructificaciones de un 40% del total de las flores. La variedad "joya" originaria posiblemente también de Amazonía, presentó en 1981, dos años después de plantada, un promedio de 15.4 frutos/árbol, frente a un 0.8 frutos/árbol en guanábano común.

Esta formación permite vislumbrar la existencia de material genético en que la dicogamia no es tan marcada como para impedir alcanzar una buena formación de frutos.

LA POLINIZACIÓN ARTIFICIAL

El carácter de árboles poco productivos desestimuló por muchos años el cultivo de annonáceas. Sin embargo algunos investigadores habían sugerido como alternativa para alcanzar altas producciones el uso de la polinización artificial; es así como Schroeder en 1941 realizó las primeras polinizaciones exitosas en *Annona chirimola*. L, experiencia que contribuyó enormemente a que esta labor fuese probada en otras annonáceas.

En el país se han realizado experiencias orientadas a la determinación del momento óptimo de polinización y la comparación de la polinización natural versus la artificial; las mismas que han esclarecido y

TABLA 1. Aspectos sobre la apertura floral

Período de expansión de la flor	Cambios más notorios en la expansión floral	Horas más frecuentes		Duración más común del período en horas	Tiempo acumulado horas
		Iniciación	Finalización		
I	Desde el inicio de separación de los pétalos externos, hasta separación de 1/2 de la totalidad de la unión. Anteras con coloración blanca y los estigmas con poca secreción.	7 a.m. 1er día	7 a.m. 3er día	72	72
II	Desde el final del estado anterior hasta la separación total de la unión de los petalos externos, excepto el apice. Las anteras permanecen de color blanco y los estigmas aumentan secresión.	7 a.m 3er día	6 a.m. 4o. día	24	96
III	Empieza donde termina el estado anterior y va hasta separación de los pétalos exteriores en el ápice (se proyectan hasta la mitad de su capacidad) se nota cambio de color de las anteras de blanco a crema y los estigmas una mayor secreción que en el estado anterior.	7 a.m.	5 - 7 a.m.	24	120
IV	Ocurre la máxima separación de los petalos exteriores, lo que sucede acompañada de aumento de liquido viscoso en el estigma, las anteras se toman ligeramente oscuras.	5 a.m. 7 a.m. 5o día	4 a.m. 6o día	24	144
V	Se inicia generalmente con el desprendimiento del primer petalo exterior; hasta quedar los estigmas semidescubiertos. Las anteras se toman oscuras, los estigmas demuestran alta secreción inicial para luego iniciarse un secamiento rápido.	4 - 6 a.m. 6o día	7 a.m 6o día	3	147
VI	Comprende el período de derrame del polen que se produce después de la caida de los pétalos exteriores e interiores que aun persisten. El derrame ocasionalmente se produce sin ocurrir la caida de los pétalos.	7 a.m. 6o día	9 a.m 6o día	2	149

ameritado el uso comercial de la polinización artificial.

ESTADO DE APERTURA FLORAL Y PERÍODO DE MAYOR RECEPTIVIDAD ESTIGMÁTICA

La receptividad estigmática se evaluó con base a polinizaciones realizadas en diversos estados de apertura floral. (Tabla 2) se pudo concluir que existe receptividad a partir del estado II y se acrecienta hacia el estado IV, en el que se logran mayores receptividades, decreciendo en horas de la tarde con mayor ó menor intensidad de acuerdo al clima de la localidad; así para Palmira en 1977 la disminución de éxitos entre mañana y tarde fue solo de un 5.6% mientras en Armero en 1980 fue del 76.6%. Este decrecimiento tan drástico se debe posiblemente a una merma de la secreción estigmática ocasionada por alta temperatura y mermas en la humedad relativa. Así el porcentaje de éxito de la polinización realizada en Armero con humedades relativas del 80.0 - 77.0 - 64.0 y 62%, dieron porcentajes de formación de frutos de 54.89 - 35.35 - 17.49 y 6.66, respectivamente, así a menor humedad relativa hubo menor éxito.

También puede argumentarse como en polinizaciones en estado IV realizadas en Palmira, en las que se eliminó un pétalo externo y otro interno, presentaron un 29% de éxitos, frente a un 77% en polinizaciones sin eliminación de estructuras florales.

VIABILIDAD DEL POLEN

El estudio de la viabilidad del polen fue realizado por Escobar y resume así la discusión de sus resultados.

- El polen colectado en estado III o IV, almacenado por 12 horas y usado en horas de la mañana tiene los mayores éxitos de fecundación.
- El polen colectado en flores en estado III y almacenado pierde más rápidamente la viabilidad que el polen colectado en flores estado IV que conserva una viabilidad semejante almacenado durante 12 ó 24 horas.
- Pasadas 36 horas el prendimiento se ve fuertemente afectado por la pérdida parcial de viabilidad del polen; y 60 horas después se pierde totalmente.
- El polen colectado en estado V, momento de dehiscencia es viable.
- Se considera puede existir incompatibilidad entre flores de diferentes árboles pero no es tan marcada, pues los porcentajes de prendimiento son similares en autopolinización y cruzamiento. Tabla 3.

TABLA 2. Éxitos en la polinización artificial de flores de guanábano de acuerdo al estado de apertura floral y período del día de polinización.

Armero semestre A/1980.

Estado de apertura floral en que se polinizó.	Período del día en que se realizó.	Porcentajes de frutos formados	
		Palmira 1977 *	Palmira 1980 **
E - I	a.m.	0.0	0.0
E - II	a.m.	11.0	0.0
E - III	a.m.	10.0	50.0
E - III	p.m	-	0
E - IV	a.m.	77.0	83.3
E - IV	p.m.	71.4	6.66

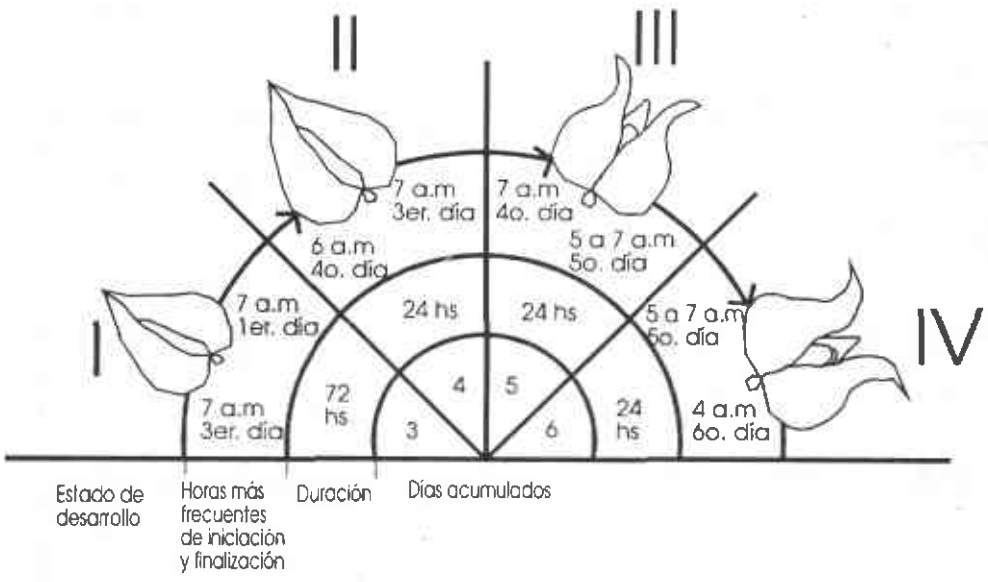
* Polen recolectado en el momento de la dehiscencia y utilizado inmediatamente.

**Flores donantes de polen colectadas en estado IV, doce horas antes del derrame natural.

TABLA 3. Evaluación de viabilidad del polen de flores del guanábano *Annona muricata* L. con base en polinizaciones manuales.

Estado donador de polen en la apertura floral	Horas de almacenamiento polen	Momento del día en que se realiza la polinización	Porcentaje prendimiento Palmira	Porcentaje prendimiento Ginebra
E - III	12	a.m.	100	53.33
E - III	24	a.m.		20.0
E - III	24	a.m.		15.0
E - III	36	a.m.	20	30.0
E - III	60	a.m.		0
E - IV	12	a.m.	100	44.0
E - IV	24	a.m.		46.15
E - IV	24	p.m.		15.0
E - IV	36	a.m.	0	20.0
E - IV	60	a.m.		0
E - V con el dedo	0	a.m.	40	31.25
E - V con pincel	0	a.m.	50	63.16

Fuente: Escobar, W. R. Zarate, A. Bastidas. Biología floral y polinización artificial del Guanábano *Annona muricata* L. en condiciones del Valle del Cauca, Acta Agronómica 36 (1) 7-20 1986.



Fases de la apertura floral

SISTEMA DE POLINIZACIÓN

Recolección del polen.

De acuerdo a los estudios anteriores, las flores donantes de polen pueden colectarse en los estados III y IV, aunque es preferible colectar flores en estado IV, en horas de la tarde ya que estarán listas para su uso el día siguiente.

Las flores se pueden colocar en bolsas de papel ó bandejas protegidas del sol.

En la mañana del día siguiente todas las piezas florales: pedicelo, pétalos y conectivos se separan fácilmente de los estambres; los estambres y el polen se colocan preferiblemente en un tubo plástico lo suficientemente profundo como para portar un pincel sin ocasionar su vuelco; las restantes piezas florales se desechan.

La polinización

Los pétalos interiores de flores en estado IV ó máxima apertura floral, se separan manualmente y mediante un pincel de cerdas finas, se deposita el polen sobre los estigmas, haciendo ligeros giros. El término de la polinización los pétalos interiores se acomodan a su posición inicial. El pincel sin tocar sus cabellos se coloca nuevamente en el tubo porta polen.

Período de polinización

La polinización, según los resultados obtenidos en las experiencias, deben realizarse en horas de la mañana. En zonas o en períodos secos con humedades relativas inferiores a un 77% , es preferible hacerlas en las primeras horas hábiles del día (6 - 10 a.m.).

Eficiencia de la polinización artificial

Los resultados obtenidos a nivel experimental no dejan duda de la eficiencia de la polinización artificial para la formación de frutos. Sin embargo podría existir duda de su eficiencia a nivel comercial, por esto se presentan los resultados obtenidos durante dos semestres, en un lote donde la labor fué realizada por operarios de campo. (Tablas 4-5).

Guía para emprender programas de polinización

Antes de iniciar programas de polinización artificial es procedente conocer algunos aspectos, para

TABLA 4. Frutos formados para tres tratamientos de polinización artificial. Armero, semestre A -1980

	No. de flores polinizadas	Frutos formados	% de formación
Polinización artificial, estado IV en la mañana	413	146	35.35
Polinización artificial, estado IV en la tarde.	303	53	17.49
Polinización natural	748	36	4.8

TABLA 5. Comparación de la polinización natural con la polinización artificial en la mañana. Armero, Semestre B - 1980.

	No. de flores polinizadas	Frutos formados	% de formación
Polinización artificial	347	187	53.8
Polinización natural	350	6	1.7

lograr éxito en esta labor, sin desmejorar el desarrollo vegetativo y capacidad productiva de las plantas.

Acondicionamiento de las plantas para la polinización artificial

En todos los huertos de guanábana deben preverse las prácticas de control fitosanitario con aspersiones y prácticas culturales de embolsado de frutos, polinización y cosecha; de tal modo que las plantas deben conducirse u orientarse en su crecimiento para que estas labores sean de fácil ejecución, reduciendo su tamaño con base en podas.

DESARROLLO VEGETATIVO Y FLORAL

- Las plantas deben tener el desarrollo suficiente para retener y nutrir los frutos sin detrimento de su crecimiento vegetativo.
- Las plantas que logran volúmenes de copa cerca a los 6 metros cúbicos, se asume pueden soportar producciones de 5 Kilos/árbol/cosecha; árboles con volumen de copa inferior, no es conveniente inducir su producción (polinizar) y por el contrario es recomendable eliminar los frutos existentes, para estimular su desarrollo vegetativo, ya que según algunos autores cada fruto de guanábana requiere alrededor de 20 hojas funcionales para su nutrición y sostenimiento.
- Una alta formación de frutos disminuye el tamaño promedio de los frutos e induce alternancia en la producción, fenómeno que se incrementa especialmente ante déficit hídrico o nutricionales.
- La emisión de flores en los árboles es variable existiendo plantas de alta, baja o nula floración, como también de precoz o tardía floración.
- Las causas más frecuentes de baja o nula floración son generalmente de origen genético, pero puede deberse también a daños físicos en los cojines florales o falta de adaptación al medio ecológico.
- Son causa frecuente de tardía floración, la prolongación del período vegetativo por altos contenidos orgánicos del suelo o altos aportes nitrogenados a las plantas, por daño mecánico, como también puede ser un carácter heredado.

IDENTIFICACIÓN DE LAS PLANTAS

A partir del segundo año de siembra y mediante un registro semestral o anual se debe identificar las plantas de acuerdo a la presencia de floración y número de frutos formados por planta. Este registro es más importante en huertos establecidos por semilla sexual, dada la variabilidad genética que pueden presentar. Estos datos permiten establecer: la necesidad o no de adelantar programas de polinización artificial; la conveniencia de eliminar árboles de baja o nula floración, plantas con esterilidad femenina, plantas con malformación de la totalidad de sus frutos, aún de polinización artificial, plantas en que la diferencia de los ovarios - fruto, no se da o es muy tardía.

RESULTADOS DE LA POLINIZACIÓN

Transcurridos 15 días los ovarios que continúan adheridos a la planta tienen cerca de un 95% de posibilidades de transformarse en fruto, y muy posiblemente 45 días más tarde se dará esta diferenciación cuando los ovarios tomen apariencia de erizo. Los frutos mal polinizados por mala distribución del polen sean de polinización natural o artificial son de tamaño reducido, asimétrico y maduración desuniforme.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Caceres, M.** Estimulación de las pérdidas en los órganos de floración y fructificación del guanábano. *Annona muricata* L. Annonácea E. Resumenes X Jornadas agronómicas, San Cristóbal; Sociedad Venezolana de Ingenieros Agrónomos. 1992.

2. **Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuaria I.P.A,** proyecto de pesquisa E. Fomento de Fruticultura no valedorio Moxoto. Relatorio anual. 1968. Recife 1987.

3. **Escobar, W, Zarate, A. Bastidas.** Biología floral y polinización artificial del guanábano *Annona muricata* L. en condiciones del Valle del Cauca. Acta agronómica 36 (1) 7-20. 1986.

4. **Guzmán Azcarate, F.** Fructificación de guanábana mediante polinización a mano. Armero, Marzo 1978. 6 p. mecanografiado.

5. **Guzmán Azcarate, F.** Eficiencia de la polinización artificial en las flores del guanábano *Annona muricata* L. Universidad del Tolima, Ibagué, 1981.