

## BIOLOGIA REPRODUCTIVA DE *PASSIFLORA MANICATA* E HIBRIDACION CON LA CURUBA, *PASSIFLORA MOLLISSIMA*

Linda Albert de Escobar(1)

### RESUMEN

Se estudió la biología reproductiva de una especie silvestre, *Passiflora manicata*, con el fin de utilizarla para introducir factores favorables a la curuba cultivada, *Passiflora mollissima* (H.B.K.) Bailey, a través de hibridaciones interespecíficas. Se comparan los resultados obtenidos con hibridaciones efectuadas en experimentos anteriores con otras especies más emparentadas con la curuba. Se logró obtener semillas del cruce propuesto y el híbrido se utilizará en retrocruces con *Passiflora mollissima*.

### INTRODUCCION

La curuba es una fruta muy apreciada en Colombia y ha sido designada como prioritaria entre las especies frutales promisorias de América Latina (PIRB, 1984). Actualmente se ha constituido un comité nacional en Colombia para encargarse del estudio de diferentes aspectos de su cultivo, mejoramiento e industrialización. Entre los programas de mejoramiento figura el de lograr nuevas combinaciones genéticas y características favorables en esta especie por medio de cruces interespecíficos con otras especies afines.

La curuba, *Passiflora mollissima* (H.B.K.) Bailey, pertenece al subgénero *Tacsonia* (Killip, 1938) al igual que otras especies apreciadas por el hombre, tales como *P. plinnati-stipula* (tin-tin), *P. ampullacea* (gullán), *P. cumbalensis* var. *goudotiana* (curuba bogotana) y *P. tripartita* (taxo) (Escobar, 1980). La parte comestible del fruto es el arilo, o carnosidad que recubre la semilla, el cual tiene un sabor agradable, algo astringente. Experimentos preliminares han demostrado que las especies antes mencionadas del subgénero *Tacsonia* se cruzan con éxito con la curuba (Escobar, 1981). *Passiflora manicata*, a diferencia de las especies anteriores, pertenece al subgénero *Manicata*, el cual está menos emparentado con la curuba (Killip, 1938; Escobar, 1986 y 1987). Las flores carecen del tubo floral largo característico de las especies del subgénero *Tacsonia* (fig. 1)

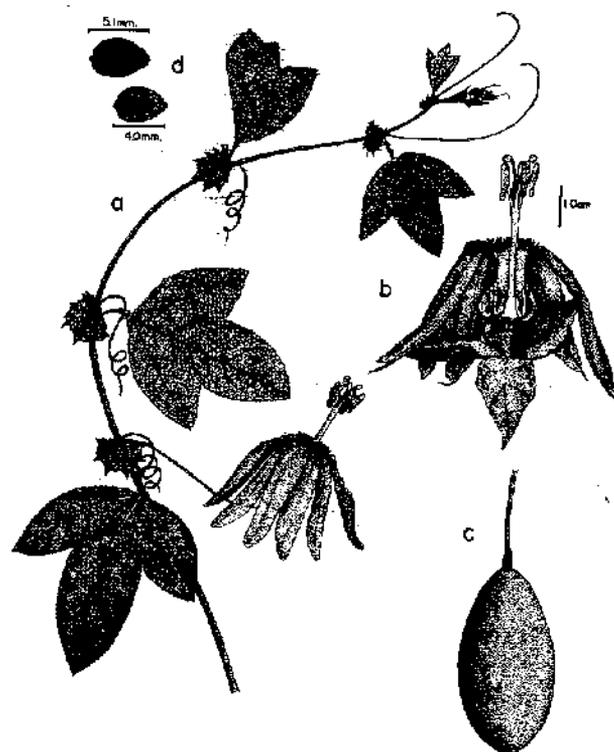


Fig. 1. *Passiflora manicata*: a. Rama florecida; b. Corte longitudinal de la flor, ilustrando la forma y posición del nectario y la corona; c. Fruto; d. Semillas.

(1) Profesora, Depto. de Biología, Univ. de Antioquia, Medellín, Colombia.

y su fruto es menos apreciado para comer. Se decidió emplear esta especie en cruces con la curuba por características tales como su resistencia a condiciones de sequía, su habilidad para crecer y producir frutos a alturas menores que la curuba y su aparente tolerancia a los nemátodos del género *Meloidogyne* que atacan a las raíces de la curuba.

#### MATERIALES Y METODOS:

Se obtuvieron semillas de *Passiflora manicata* de plantas silvestres localizadas en el municipio de Salento, departamento del Quindío, en agosto de 1981. Dichas semillas se guardaron en bolsas de papel bajo condiciones ambientales hasta julio de 1983, cuando se sembraron en el vivero de la Universidad Nacional en Medellín. A los tres meses, las plantas fueron llevadas al campo a la finca San Pablo, localizada en el municipio de Rionegro, Antioquia, a 2.000 m de altura. En esta finca también se sembraron, en diferentes épocas, plantas de curuba, *Passiflora mollissima*, procedentes de varios departamentos de Colombia. Se utilizó el cultivo en espalderas con una distancia de cuatro metros entre planta y planta, lo que permitió distinguir entre plantas individuales.

Se emplearon ocho plantas de *P. manicata* y 15 de *P. mollissima* en los siguientes tratamientos según los métodos descritos por Escobar y Girón (1982). La investigación se llevó a cabo entre el 23 de febrero y el 10 de octubre de 1985. La primera fecha marcaba el principio de una época de lluvias después de un verano de tres meses. En esta fecha, *Passiflora manicata* presentaba una gran cantidad de flores, pero al mes no existían flores suficientes para seguir los experimentos. El próximo período de sequía empezó en junio, cuando las plantas iniciaron de nuevo la producción de flores. El 10 de octubre fue la última fecha en la cual se cosecharon los frutos, productos de los diversos tratamientos.

#### PASSIFLORA MANICATA

1. *Polinización natural*: Se numeraron flores individuales con cintas amarradas al pedúnculo de cada flor.
2. *Agamospermia*: Se emascularon botones florales un día antes de la antesis de la flor y antes de la dehiscencia del polen. Luego se cubrieron las flores con bolsas de nylon de tejido fino para evitar su polinización.
3. *Autopolinización*: Se cubrieron botones florales con bolsas de polinización el día antes de la antesis, y se removieron después de que las flores se marchitaron.
4. *Polinización manual*: Se cubrieron botones florales con bolsas de polinización el día antes de la antesis y las

flores, al abrirse, fueron autopolinizadas por el investigador. Luego se cubrieron de nuevo hasta que se marchitaron.

5. *Polinización cruzada*: Se emascularon botones florales el día antes de la dehiscencia del polen, se cubrieron con bolsas hasta la antesis de las flores y luego se polinizaron con polen proveniente de otra planta de *P. manicata*. Luego se cubrieron de nuevo hasta que se marchitaron.
6. *Hibridación*: Utilizando el mismo método empleado para la polinización cruzada, se aplicó polen proveniente de *P. mollissima*.
7. *Polinización cruzada en botón*: Se utilizó el mismo procedimiento de polinización cruzada, pero el polen se aplicó el día antes de la antesis de la flor.
8. *Hibridación en botón*: Se efectuó la polinización con polen proveniente de *P. mollissima* en botones de *P. manicata* un día antes de la antesis de esta última.

#### PASSIFLORA MOLLISSIMA

9. *Hibridación*: Se efectuaron las hibridaciones utilizando *P. mollissima* como progenitor femenino y *P. manicata* como donador del polen.

No se realizaron todos los tratamientos con esta especie ya que se sabe por experimentos previos que *P. mollissima* tiene capacidad de autogamia al ser polinizada manualmente, que no tiene capacidad de agamospermia y que tiene muy poca capacidad de autopolinizarse automáticamente (Escobar, 1981).

En todos los experimentos, las emasculaciones se llevaron a cabo con pinzas y las polinizaciones tocando los estigmas del progenitor femenino con las anteras del progenitor masculino (figs. 2 y 3).

Todos los frutos de *Passiflora manicata* fueron medidos después de la cosecha, y se contaron sus semillas. Estas se dividieron en dos grupos: semillas de tamaño normal (4 a 5 mm) y semillas pequeñas (de menos de la mitad del tamaño normal). Los resultados de estas mediciones se encuentran en la tabla 13. También se hizo una correlación entre el tamaño de los frutos y el número de semillas que estos poseían y una distribución de los números de semillas por fruto en cada grupo experimental (fig. 6).

#### RESULTADOS

La curuba, aunque produce flores durante todo el año, florece preferencialmente en tiempo de lluvias, produciendo cosechas de frutos en verano. *Passiflora manicata*, en



Fig. 2. Botones inmaduros de *Passiflora manicata*: a. Botones en el momento de salir de la protección de las brácteas; b. Botones a punto de abrir, utilizados para efectuar las emasculaciones.

cambio, florece más abundantemente en tiempo seco y deja de florecer en épocas de lluvia. Se producen frutos completamente maduros entre los 65 y 70 días de la polinización en *P. mollissima* (aunque algunos frutos persisten en la planta hasta los tres meses) y entre los 90 y 95 días en *P. manicata*, con frutos que pueden persistir hasta 124 días en esta última especie. Ambas especies son autógamas (Escobar, 1981; Girón, 1984).

*Passiflora manicata* es una liana de flores grandes (8 a 9 cm de ancho) de color rojo. Su orientación con respecto al suelo es erecta a horizontal, apropiada para una polinización ornitófila. En San Pablo, las flores, que duran un solo día, son visitadas por colibríes que introducen el pico al nectario y en el proceso tocan las anteras con su cabeza. No se sabe si el grado de polinización cruzada en San Pablo es comparable con el realizado en ambientes naturales, pero Girón (1984) también reportó polinización ornitófila para esta especie en Salento (Quindío).

Los resultados de los experimentos se encuentran en la tabla 1.

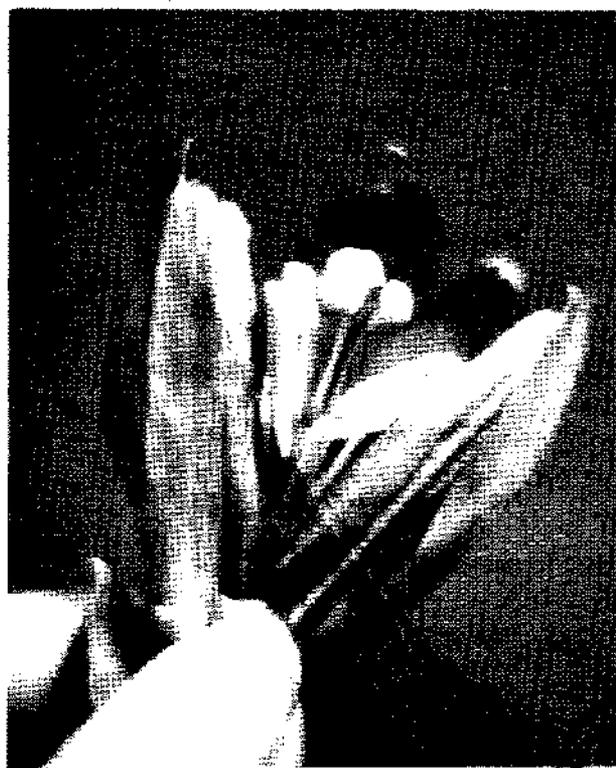


Fig. 3. Forma de efectuar las emasculaciones: a. Forma de abrir botón; b. Botón emasculado.

Tabla 1. Frutos formados por flor tratada en *Passiflora manicata*

Tratamiento	No. de flores	No. (o/o) de frutos formados		No. (o/o) de frutos cosechados
		15 días	1 mes	
Polinización natural	264	140 (53o/o)	81 (31o/o)	63 (24o/o)
Agamospermia	65	0	0	0
Autopolinización	96	65 (68o/o)	48 (50o/o)	37 (39o/o)
Polinización manual	86	71 (83o/o)	62 (72o/o)	42 (49o/o)
Polinización cruzada	65	51 (79o/o)	43 (66o/o)	26 (40o/o)
Híbridación	36	21 (61o/o)	18 (50o/o)	9 (25o/o)
Polinización cruzada en botón	10	6 (60o/o)	4 (40o/o)	2 (20o/o)
Híbridación en botón	10	7 (70o/o)	5 (50o/o)	2 (20o/o)

Debido al número limitado de flores disponibles en una fecha determinada, el número de flores empleadas en los diferentes experimentos fue variable de fecha en fecha, pero los experimentos se repitieron varias veces en diferentes fechas, lo que permitió comparar la efectividad de las polinizaciones bajo diferentes condiciones climáticas y fisiológicas de las plantas. Todos los experimentos se repitieron por lo menos en cuatro fechas diferentes. El uso de varias plantas como progenitores femeninos en los cruces también permitió comparar individuos en cuanto a su facilidad de producir frutos bajo condiciones de una polinización dada. Los resultados presentados en la tabla 1, que representan la suma de los experimentos realizados, no permiten distinguir entre el efecto de factores tales como tratamiento, la fecha y el individuo. Las tablas 2 y 3 separan estos dos últimos factores para el grupo de polinización natural. Las plantas se numeraron con un código según la línea (1-15) y la posición de la planta en ésta (1-9), de tal forma que el número 4-1 significa la línea número cuatro, planta número uno.

La necesidad de discriminar entre estos factores se observa al comparar, en la tabla 2, el número de frutos formados en diferentes fechas. En febrero 23 se marcaron y se numeraron 100 flores individuales con cintas plásticas. Al mes, se revisaron para tener una cifra de comparación de polinización bajo condiciones naturales en el sitio de estudio. Se encontró que ninguna de las flores marcadas produjo

Tabla 2. Frutos formados por fecha en *Passiflora manicata* con polinización natural.

Fecha	No. de flores	No. (o/o) de frutos formados		No. (o/o) de frutos cosechados
		15 días	1 m	
Feb. 23	100	—	0	0
Jun. 15	19	19 (100o/o)	17 (89o/o)	13 (68o/o)
Jun. 21	9	7 (78o/o)	6 (67o/o)	5 (56o/o)
Jun. 27	12	12 (100o/o)	10 (83o/o)	9 (75o/o)
Jun. 29	33	15 (46o/o)	14 (42o/o)	10 (30o/o)
Jul. 12	91	87 (96o/o)	34 (37o/o)	26 (29o/o)
Total	264	140 (53o/o)	81 (31o/o)	63 (24o/o)

fruto. Pero es de notar que inmediatamente después de marcar las flores, cayó un aguacero fuerte. Es posible que el aguacero haya lavado cualquier grano de polen presente sobre los estigmas de las flores, o que haya afectado en alguna forma la receptividad de los mismos. Flores de *P. mollissima* (que son péndulas) marcadas al mismo tiempo produjeron algunos frutos. Se supone que la orien-

Tabla 3. Frutos formados por planta en *Passiflora manicata* con polinización natural\*.

No. de la planta	Total de flores marcadas	No. (o/o) de frutos	
		formados en 1 mes	cosechados
3-1	1	1 (100o/o)	1 (100o/o)
3-4	4	3 (75o/o)	2 (50o/o)
4-1	3	2 (67o/o)	2 (67o/o)
6-3	15	9 (60o/o)	7 (47o/o)
5-5	43	15 (35o/o)	11 (26o/o)
2-2	45	28 (62o/o)	22 (49o/o)
15-2	53	23 (43o/o)	18 (34o/o)
Total	154	81 (49o/o)	63 (38o/o)

\* Sin incluir los datos del 23 de febrero

tación péndula de las flores de la curuba, con el androgínoro protegido por la corola, permitió una polinización efectiva. También se registraron lluvias en San Pablo durante las tardes del 1 y el 29 de Junio; aunque fueron menos fuertes.

Si se analiza estadísticamente el efecto de la fecha sobre el éxito de una polinización efectiva (sin incluir los resultados obtenidos en febrero 23), se observa que la fecha sí influye en forma definitiva en el éxito alcanzado (Chi cuadrado, nivel .005).

Las tablas 4 a 12 presentan en forma discriminada los resultados de los otros tratamientos empleados.

Girón (1984), utilizando sólo 10 flores de cada grupo de tratamiento, reportó que obtuvo un mayor número de frutos con la polinización manual que con la polinización cruzada, pero concluyó que tal vez este resultado fue una consecuencia del maltrato de los botones florales en el grupo de polinización cruzada, al abrirlos el día antes de la antesis para la emasculación (procedimiento que no se realizó con el grupo de polinización manual). También pone en duda sus datos, el hecho de que no pudo distinguir entre plantas individuales, ya que éstas son enredaderas que se entrelazan.

Para controlar el factor del maltrato y comparar el éxito de la polinización cruzada y la manual, en un grupo experimental (julio 7), de polinización manual, se abrieron botones el día antes de la antesis y se removieron tres de las cinco anteras antes de cubrir las flores con bolsas de polinización.

Tabla 4. Frutos formados por fecha en *Passiflora manicata* con autopolinización

Fecha	No. de flores	No. (o/o) de frutos formados		No. (o/o) de frutos cosechados
		15 días	1 mes	
Jun. 1	2	0	0	0
Jun. 8	12	7 (58o/o)	5 (42o/o)	2 (17o/o)
Jun. 10	9	5 (56o/o)	3 (33o/o)	3 (33o/o)
Jun. 27	20	14 (70o/o)	11 (55o/o)	10 (50o/o)
Jun. 29	13	10 (77o/o)	8 (62o/o)	6 (46o/o)
Jun. 30	30	25 (83o/o)	17 (57o/o)	15 (50o/o)
Jul. 7	10	4 (40o/o)	4 (40o/o)	1 (10o/o)
Total	96	65 (68o/o)	48 (50o/o)	37 (39o/o)

Tabla 5. Frutos formados por planta en *Passiflora manicata* con autopolinización

No. de la planta	No. de flores	No. (o/o) de frutos formados		No. (o/o) de frutos cosechados
		15 días	1 mes	
4-1	2	2 (100o/o)	2 (100o/o)	2 (100o/o)
4-3	4	4 (100o/o)	4 (100o/o)	4 (100o/o)
3-4	6	4 (67o/o)	4 (67o/o)	1 (17o/o)
6-3	11	9 (82o/o)	8 (73o/o)	8 (73o/o)
5-5	30	20 (67o/o)	13 (43o/o)	9 (30o/o)
2-2	21	16 (76o/o)	11 (52o/o)	9 (43o/o)
15-2	22	10 (45o/o)	6 (27o/o)	4 (18o/o)
Total	96	65 (68o/o)	48 (50o/o)	37 (39o/o)

Las dos anteras restantes contienen polen suficiente para efectuar la autopolinización manual el día siguiente. Los resultados de esta serie de experimentos se encuentran en la tabla 6.

Aunque es imposible separar el componente de autopolinización natural (llamada por Ruiz-Zapata y Arroyo, 1978, "autogamia automática"), de la polinización cruzada efectuada por colibríes, puede utilizarse el siguiente criterio para determinar sus valores: si el número de frutos producidos por polinización natural es muy inferior al número producido por polinización cruzada, ello indica una deficiencia de polinizadores naturales, ya que el grano de polen de la *P. manicata* es grande (65  $\mu$ ) y posee una superficie reticulada, no apta para una dispersión por vientos sino por un agente biológico (Escobar, 1980).

Tabla 6. Frutos formados por fecha en *Passiflora manicata* con polinización manual

Fecha	No. de flores	No.(o/o) de frutos formados		No.(o/o) de frutos cosechados
		15 días	1 mes	
Jun. 1	7	4 (57o/o)	4 (57o/o)	3 (43o/o)
Jun. 8	2	1 (50o/o)	1 (50o/o)	1 (50o/o)
Jun. 30	37	34 (92o/o)	28 (76o/o)	25 (65o/o)
Jul. 7	40	32 (80o/o)	29 (73o/o)	13 (33o/o)
Total	86	71 (83o/o)	62 (72o/o)	42 (49o/o)

Tabla 7. Frutos formados por planta en *Passiflora manicata* con polinización manual.

No. de la planta	No. de flores	No.(o/o) de frutos formados		No.(o/o) de frutos cosechados
		15 días	1 mes	
3-1	1	1 (100o/o)	1 (100o/o)	1 (100o/o)
4-3	2	2 (100o/o)	2 (100o/o)	2 (100o/o)
3-4	6	6 (100o/o)	6 (100o/o)	6 (100o/o)
6-3	10	10 (100o/o)	10 (100o/o)	6 (60o/o)
5-5	15	13 (87o/o)	13 (87o/o)	6 (40o/o)
2-2	23	20 (87o/o)	17 (74o/o)	13 (57o/o)
15-2	29	19 (66o/o)	13 (45o/o)	8 (28o/o)
Total	86	71 (83o/o)	62 (72o/o)	42 (49o/o)

Tabla 8. Frutos formados por fecha en *Passiflora manicata* con polinización cruzada.

Fecha	No. de flores	No.(o/o) de frutos formados		No.(o/o) de frutos cosechados
		15 días	1 mes	
Jun. 16	7	3 (43o/o)	2 (29o/o)	2 (29o/o)
Jun. 17	13	11 (85o/o)	9 (69o/o)	7 (54o/o)
Jun. 22	2	2 (100o/o)	2 (100o/o)	2 (100o/o)
Jun. 30	15	13 (87o/o)	11 (73o/o)	8 (53o/o)
Jul. 7	28	22 (79o/o)	16 (57o/o)	7 (25o/o)
Total	65	51 (79o/o)	43 (66o/o)	26 (40o/o)

Tabla 9. Frutos formados por planta en *Passiflora manicata* con polinización cruzada.

No. de la planta	No. de flores	No.(o/o) de frutos formados		No.(o/o) de frutos cosechados
		15 días	1 mes	
3-4	1	1 (100o/o)	1 (100o/o)	0
4-3	1	1 (100o/o)	1 (100o/o)	1 (100o/o)
6-3	4	3 (75o/o)	3 (75o/o)	2 (50o/o)
5-5	12	11 (92o/o)	10 (83o/o)	6 (50o/o)
2-2	20	20 (100o/o)	17 (85o/o)	11 (55o/o)
15-2	27	15 (56o/o)	8 (30o/o)	6 (22o/o)
Total	65	51 (79o/o)	43 (66o/o)	26 (40o/o)

Tabla 10. Frutos formados por fecha en *Passiflora manicata* en hibridación con *Passiflora mollissima*.

(*Passiflora manicata* como progenitor femenino)

Fecha	No. de flores	No.(o/o) de frutos formados		No.(o/o) de frutos cosechados
		15 días	1 mes	
Jun. 10	1	0	0	0
Jun. 22	10	5 (50o/o)	3 (30o/o)	2 (20o/o)
Jun. 30	10	9 (90o/o)	9 (90o/o)	3 (30o/o)
Jul. 7	15	7 (47o/o)	6 (40o/o)	4 (27o/o)
Total	36	21 (58o/o)	18 (50o/o)	9 (25o/o)

Tabla 11. Frutos formados por planta en *Passiflora manicata* en hibridación con *Passiflora mollissima*.

(*Passiflora manicata* como progenitor femenino)

No. de la planta	No. de flores	No.(o/o) de frutos formados		No.(o/o) de frutos cosechados
		15 días	1 mes	
2-2	10	8 (80o/o)	8 (80o/o)	6 (60o/o)
5-5	4	3 (75o/o)	3 (75o/o)	1 (25o/o)
6-3	6	3 (50o/o)	3 (50o/o)	1 (17o/o)
15-2	16	7 (44o/o)	4 (25o/o)	1 (6o/o)
Total	36	21 (58o/o)	18 (50o/o)	9 (25o/o)

Tabla 12. Frutos formados por fecha en *Passiflora mollissima* en hibridación con *Passiflora manicata*.

(*Passiflora mollissima* como progenitor femenino)

Fecha	No. de flores	No. (o/o) de frutos formados		No. (o/o) de frutos cosechados
		15 días	1 mes	
Jun. 1	3	1 (33o/o)	0	0
Jun. 8	3	2 (66o/o)	2 (66o/o)	1 (33o/o)
Jun. 10	6	3 (50o/o)	2 (33o/o)	2 (33o/o)
Jun. 16	12	6 (50o/o)	3 (25o/o)	0
Jun. 17	12	7 (58o/o)	6 (50o/o)	4 (33o/o)
Total	36	19 (53o/o)	13 (36o/o)	7 (19o/o)

## DISCUSION

Los resultados de todos los experimentos del grupo de agamospermia muestran que *P. manicata* no tiene la capacidad de formar frutos sin polinización. En el grupo de agamospermia, de las 65 flores tratadas, todas menos dos habían caído a los 15 días de haber removido las anteras. En las dos restantes, era evidente que el ovario no había crecido.

Se escogieron intervalos de 15 días para el registro de los datos de polinización efectiva porque después de este período, es obvio si el ovario ha crecido o no (fig. 5). No obstante lo anterior, también en algunos grupos, como el de polinización natural de julio 12 (tabla 2), hubo un gran número de frutos que fueron abortados entre los 15 días y 1 mes. En el caso citado arriba, de las 91 flores marcadas el 12 de julio, sólo 4 fueron abortadas a los 15 días. En las demás, el crecimiento del fruto era notorio. Al mes, se habían abortado el 63o/o de los frutos. Debe existir un número mínimo de granos de polen, u óvulos, para que el fruto siga su desarrollo normal (Stephenson, 1981). Snow (1982) ha calculado este número para *Passiflora vitifolia* pero en *P. manicata* no se conoce un dato comparable.

Entre los 15 días y 1 mes, el aborto de los frutos puede deberse al factor de prioridad en el desarrollo de los frutos más maduros. Es decir, una planta que ya tiene frutos madurándose, pierde preferencialmente los frutos más jóvenes en desarrollo (Stephenson, 1981). Si se observa la tabla 2, efectivamente los frutos formados en las primeras fechas del verano tuvieron un mayor éxito para alcanzar el estado maduro que los formados en fechas posteriores cuando las plantas ya tenían otros frutos de mayor edad.

Se cree que al pasar 1 mes, la mortalidad de los frutos probablemente se deba a factores externos a las plantas, tales

como el ataque de los frutos por hongos, o por factores climáticos o de animales en el cultivo. Por lo anterior, se utilizaron para el análisis estadístico sólo los datos de frutos desarrollados hasta 1 mes. Los datos del grupo de autopolinización muestran la gran capacidad de esta especie para efectuar la autogamia sin intervención de agentes polinizadores, capacidad no demostrada para *Passiflora mollissima* (Escobar, 1981). Los estigmas se doblan durante el transcurso del día y tocan el polen de las anteras (fig. 4). El alto porcentaje de autogamia automática, visto en los resultados del grupo de autopolinización (tabla 5), explica en parte su rango geográfico relativamente grande en la zona andina desde el norte de Colombia hasta el sur de Ecuador y el éxito de la especie para colonizar nuevos habitats, ya que no requiere de la polinización cruzada para la formación de semillas.

En poseer esta capacidad, *Passiflora manicata* muestra una mayor afinidad con especies del subgénero *Tacsonia* al cual pertenece la curuba, que con especies de los subgéneros *Distephana* y *Passiflora* (este último subgénero representado por el maracuyá *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* y la granadilla *P. ligularis*), los cuales son autoincompatibles (Cox, 1957; Nishida, 1958; McGregor, 1976; Girón, 1984; Snow, 1982). Experimentos reportados en la literatura también muestran otra diferencia entre las especies de los subgéneros *Tacsonia* y *Passiflora*. Aunque especies de *Tacsonia* como la curuba forman híbridos interespecíficos con facilidad (Escobar, 1981), las del subgénero *Passiflora* los forman con dificultad, y los que logran producir suelen ser subletales, débiles o estériles (Dixit y Torne, 1978; Kajewski, 1941; Payan y Martin, 1975; Ruberte-Torres y Martin, 1974). No obstante esta diferencia, se ensayó un entrecruzamiento entre *P. manicata* y *P. edulis* var. *edulis* (curuba redonda) y éste produjo un fruto. El éxito de este cruce indica la posibilidad de utilizar *P. manicata* como puente para introducir caracteres favorables de especies del subgénero *Passiflora* a las del subgénero *Tacsonia* a través de *Passiflora manicata*.

Los resultados de los grupos de polinización manual y de polinización cruzada fueron similares (72o/o vs 66o/o al mes). También fue alta la capacidad de autopolinización (50o/o). Al comparar el éxito de la polinización manual con la cruzada (tablas 6 y 8), para julio 7 (fecha en la cual se hicieron emasculaciones parciales o totales a los dos grupos experimentales), se encuentran resultados muy parecidos (80o/o vs 79o/o) a los quince días, y similares (73o/o vs 57o/o) al mes. Son aún más similares al remover del análisis la planta 15-2. Lo anterior no indica que una de las dos formas de polinización tiene ventaja sobre la otra y tampoco indica que la abertura y emasculación de las flores el día antes de la antesis influye en la efectividad de la polinización.

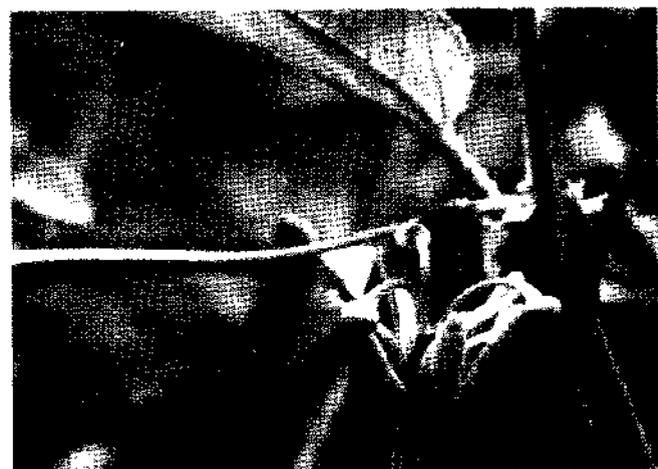


Fig. 4. Autopolinización en *Passiflora manicata*: a. Flor abierta, ilustrando la forma en la cual las anteras tocan, en forma natural, los estigmas, untándoos de polen; b. Detalle de la autopolinización.

Tanto las polinizaciones cruzadas en botón como las hibridaciones en botón (tabla 1) produjeron frutos maduros, indicando la receptividad de los estigmas antes de la apertura de la flor y la dehiscencia del polen. Ambos tratamientos se efectuaron con una sola planta (la 15-2) y en una sola fecha. Ambos dieron como resultado un 20o/o de frutos cosechados.

La comparación de la efectividad de diferentes plantas como progenitores femeninos, muestra que la planta número 2 de la línea 15, fue poco efectiva (tablas 5,7 y 9). Al comparar estadísticamente los resultados de polinización manual, polinización cruzada, autopolinización y polinización natural para todas las fechas (menos febrero 23), se vio que la planta utilizada sí influyó en los resultados obtenidos (Chi cuadrado, nivel .005). El poco éxito como progenitor femenino de la planta 15-2 no parece deberse a autoincompatibilidad, ya que también tuvo poco rendimiento en los experimentos de polinización cruzada. Tampoco hubo razones aparentes de índole fisiológica. La planta era la más grande y produjo más flores que las demás. Es posible que por su denso follaje, la planta guardaba mucha humedad y favorecía el ataque de los frutos por hongos, o que por tener un gran número de frutos en desarrollo, abortaba preferencialmente las más nuevas.

Si se eliminan los resultados de esta planta del análisis, por ejemplo en la comparación de polinización manual con polinización cruzada, se tiene al mes 89o/o de éxito para la primera y 92o/o para la segunda, comparada con 57o/o para autopolinización automática, valores más altos aún de éxito reproductivo.

El éxito de los experimentos de hibridación de *Passiflora mollissima* con *P. manicata* (53-58o/o de frutos formados después de 15 días y 19-25o/o de frutos maduros) visto en las tablas 10,11 y 12, puede compararse con cruces similares efectuados con especies del subgénero *Tacsonia* (Escobar, 1981). En los cruces mencionados se obtuvo un promedio de formación de frutos de 75o/o (rango 44-100o/o) y un promedio de 31o/o de frutos maduros (rango 17-44o/o). Lo anterior indica que aunque la hibridación de *P. mollissima* con *P. manicata* tuvo menos éxito que las realizadas con especies más emparentadas, la diferencia no es muy grande y el uso de *Passiflora manicata* para introducir genes favorables a la curuba es un procedimiento muy factible.

Las semillas de *Passiflora manicata* presentaban dos tamaños: uno normal, de entre 4 y 5 mm de largo, y otro de la mitad o menos de este tamaño normal. El número de semillas pequeñas era muy variable (entre 0 y 127) y en algunos casos las semillas pequeñas eran más numerosas que las normales. Los promedios de conteo de semillas para cada tratamiento se encuentran en la tabla 13. No se sabe si estas



Fig. 5. Ovario en crecimiento de *Passiflora manicata*.

semillas pequeñas representan semillas abortadas, o si poseen poder germinativo. Se analizó el número de las semillas producidas por tratamiento ya que, en última instancia, esto es lo que determina el éxito reproductivo de cada especie.

El análisis de los datos del conteo de semillas encontrados en la tabla 13, muestra un descenso en el número de semillas normales formadas en los híbridos, pero no es notable la diferencia encontrada entre los tratamientos de polinización cruzada y polinización manual. Es un poco difícil encontrar una razón para el bajo número de semillas pequeñas encontradas en el grupo de polinización natural. Tal vez algo tuvo que ver con la colocación de las bolsas de polinización. No debe tener que ver con la abertura de las flores, ya que en el grupo de autopolinización, las flores no fueron abiertas por el investigador.

Actualidades Biológicas, Vol. 14, No. 54

Tabla 13. Producción de semillas en *Passiflora manicata* con ocho diferentes tratamientos

Tratamiento	No. de frutos analizados*	Promedio de semillas Grandes/Fruto	Promedio de semillas Pequeñas/Fruto	Total
Polinización natural	60	184.9	15.0	199.9
Autopolinización	29	163.4	35.3	198.7
Polinización manual	38	177.2	31.7	208.9
Polinización cruzada	25	175.5	23.9	199.4
Hibridación con <i>P. mollissima</i>	7	140.4	55.1	195.1
Hibridación con <i>P. edulis</i>	1	121	10	131
Polinización cruzada en botón	1	85	6	91
Hibridación en botón	2	104	16	120

\* El número de frutos analizados no coincide con el número de frutos cosechados (tabla 1), debido a que algunos frutos perdieron sus cintas enumeradas en el transporte al laboratorio y por consiguiente no se pudieron identificar posteriormente. Estos frutos quedaron por fuera del análisis.

Es de notar que el número de granos de polen colocados manualmente sobre los estigmas, no parece haber influido en el número de semillas formadas ya que siempre se trató de saturar la superficie de cada uno de los estigmas con polen, fenómeno que no debe haber sucedido en los grupos de autopolinización, y probablemente no sucedió con mucha frecuencia con la polinización natural.

El menor número de semillas normales que se encontró en un fruto cosechado fue de 78 (en el grupo de polinización manual). La figura 6 muestra la distribución del número de semillas por fruto por tratamiento. Lo anterior indica que el número de óvulos y semillas posibles es alrededor de 225, y que existe un límite inferior de aproximadamente 80 semillas para que el fruto termine su desarrollo.

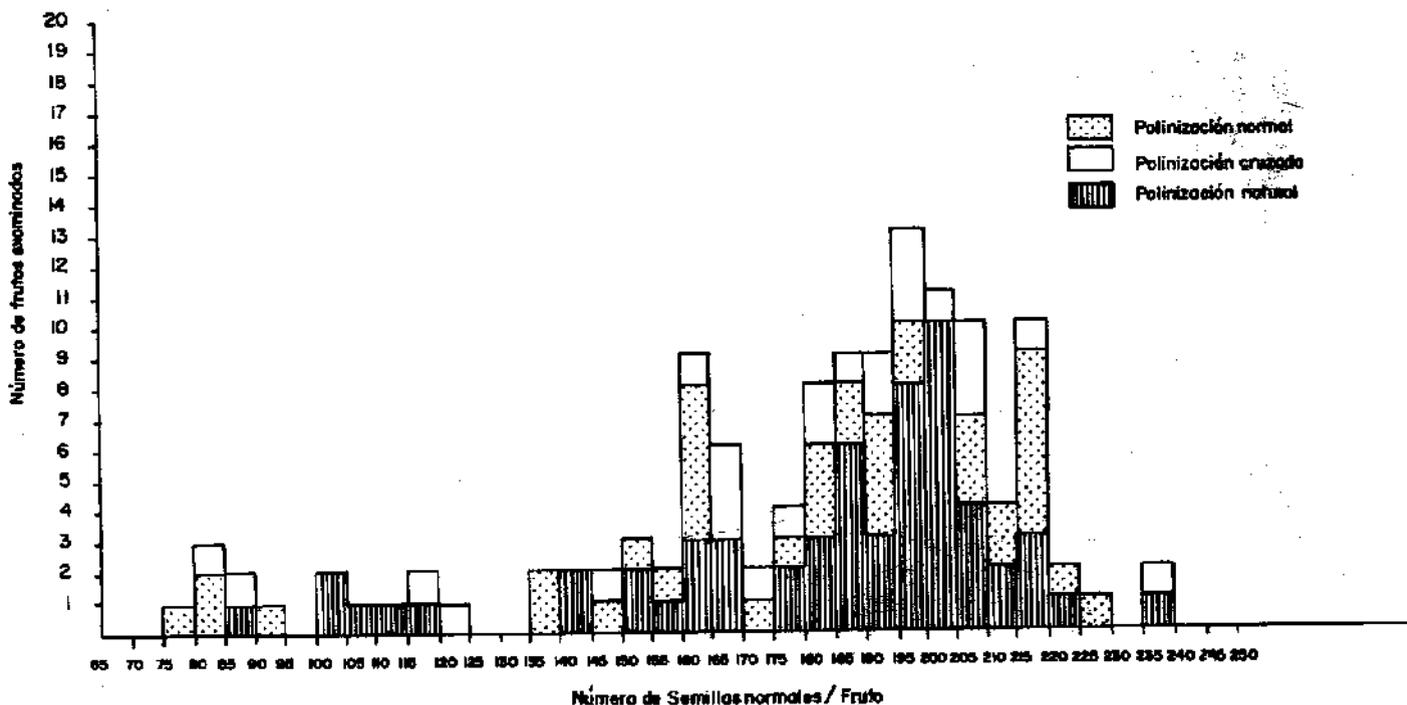


Fig. 6. Distribución de semillas por fruto para semillas normales en *Passiflora manicata*.

## AGRADECIMIENTOS

Doy mis sinceros agradecimientos a las siguientes personas que colaboraron con esta investigación:

Margarita María Escobar y Beatriz Elena Madrigal, quienes me acompañaron en el viaje de recolección de semillas de *Passiflora manicata*; Eulalia Henao quien ayudó a instalar el cultivo en la finca San Pablo; Alicia Uribe quien hizo las bolsas de polinización empleadas en esta investigación; Ligia Pérez por la asesoría técnica en el campo del cultivo

de las dos especies involucradas; Lucía Uribe por su ayuda en las etapas de experimentación y toma de datos; el personal del vivero de la Universidad Nacional, seccional Medellín, por el cuidado de las plantas y siembra en el campo; Julia Rosa Giraldo por su colaboración con el conteo de las semillas; Alfredo Henao por algunas de las fotografías; Gloria Mora del Centro de Investigaciones CEN por el dibujo de la *Passiflora manicata*; Abel Díaz por su orientación en el uso de las estadísticas y Jorge Devia por su introducción al uso del microcomputador.

## REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *PASSIFLORA MANICATA* AND HYBRIDIZATION WITH THE CURUBA, *PASSIFLORA MOLLISSIMA*

### ABSTRACT

Crossing experiments were carried out using the edible fruited "curuba", *Passiflora mollissima* (H.B.K.) Bailey and *Passiflora manicata* (Juss.) Pers. as a means of introducing favorable characteristics into the former species. The reproductive biology of the latter species was studied and although the hybridization experiments had less success than crosses made using species more closely related to the curuba, seeds were obtained from the proposed cross. The hybrids will be used in future experiments for backcrosses.

## LITERATURA CITADA

- Cox, J. E. 1957. Flowering and Pollination of Passion Fruit. *Agric. Gaz. New S. Wales* 68:573-575.
- Dixit, G. B. y S. G. Toma. 1978. One New Interspecific Hybrid in Genus *Passiflora*. *Curr. Sci.* 47:29-31.
- Escobar, L. 1980. Interrelations of the Edible Species of *Passiflora* Centering around *Passiflora mollissima* (H.B.K.) Bailey, Subgenus *Tacsonia*. *Disertación Ph. D.* Universidad de Texas, Austin, Texas.
- . 1981. Experimentos preliminares en la Híbridación de especies comestibles de *Passiflora* (Passifloraceae). *Actual. Biol.* 10(38): 103-111.
- . 1986. New Species and varieties of *Passiflora* (Passifloraceae) from the Andes of South America. *Syst. Bot.* 11(1): 88-97.
- . 1987. Flora de Colombia Vol. 5. Passifloraceae I. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional, Bogotá, Colombia (Manuscrito sometido a consideración).
- Escobar, L. y M. Girón. 1982. Biología de la reproducción en las Plantas Superiores. *Actual. Biol.* 11(41): 78-85.
- Girón, M. 1984. Biología Floral de Tres especies de *Passiflora*. Trabajo de Grado, Departamento de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Kajewski, S.F. 1941. Cross breeding experiments in the Bowen District. *Qd. Agric. Jour.* 56: 473-476.
- Killip, E. P. 1938. The American species of Passifloraceae. *Publ. Field Mus. Bot.* 19: 1-603.
- McGregor, S.E. 1976. Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. *USDA Agric. Handbook* 496: 278-281.
- Nishida, T. 1958. Pollination of the Passion Fruit in Hawaii. *J. Econ. Ent.* 51: 146-149.
- Payán, F. R. y F. W. Martin. 1975. Barriers to the Hybridization of *Passiflora* species. *Euphytica* 24:709-716.
- PIRB. 1984. Programa Interciencia de Recursos Biológicos. *Publicación Especial*, Editora Guadalupe Ltda. Bogotá, Colombia.
- Ruberto-Torres, R. y F. W. Martin. 1974. First-generation Hybrids of Edible Passion Fruit species. *Euphytica* 23: 61-70.
- Rulz-Zapata, T. y M. T. K. Arroyo. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica* 10(3): 221-230.
- Snow, A.A. 1982. Pollination Intensity and Potential Seed Set in *Passiflora vitifolia*. *Oecologia* 55: 231-237.
- Stephenson, A.G. 1981. Flower and Fruit Abortion: Proximate Causes and Ultimate Functions. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 12: 253-79.

