

## Capacidad reproductiva: Formación de frutos y semillas en *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener y *Passiflora cincinnata* Mast.

Y. Aponte<sup>1</sup> y D. Jáuregui<sup>2</sup>

Instituto de Botánica Agrícola, Laboratorio de Anatomía Vegetal "Antonio Fernández", Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apartado 4579, Maracay estado Aragua.

### Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar la capacidad reproductiva de una accesión de *P. edulis* f. *flavicarpa* (accesión 218) y una de *P. cincinnata* (accesión L057) procedentes del Banco de Germoplasma de Passifloraceae del INIA (Maracay, Estado Aragua). Para determinar la capacidad reproductiva, se marcaron 49 botones en cada una de las especies y se les hizo un seguimiento hasta la maduración de frutos, contabilizando el número de estructuras reproductivas abortadas (botones, flores, frutos y óvulos-semillas). En otras flores se determinó el número de óvulos/gineceo y el número de semillas/fruto, a fin de estimar los porcentajes de semillas producidas. Se concluyó que la capacidad reproductiva real en relación a frutos producidos fue baja (*P. cincinnata* 8,16% y *P. edulis* f. *flavicarpa* 4,08%), mientras que la cantidad de semillas producidas fue alta (*P. cincinnata* 71,02% y *P. edulis* f. *flavicarpa* 69,84%).

**Palabras clave:** Aborto, *Passiflora*, reproducción sexual.

### Introducción

La parchita [*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (5)] es un frutal de mucha importancia por el valor alimenticio de su jugo y por el potencial que ofrece la utilización de dos subproductos, como son la cáscara y la semilla (4). Mientras que *Passiflora cincinnata* Mast. conocida en Venezuela como: parcha o parchita de monte, parcha criolla, bombolla, montera (6), es una

especie silvestre, no comercial y de la cual se conoce muy poco.

El número máximo de frutos que puede producir una planta durante una fase reproductiva está fijado por la cantidad de flores femeninas, mientras que el número de semillas es establecido por el número de óvulos dentro de sus gineceos, lo cual representa la capacidad reproductiva potencial de

esa planta. Muchas de esas estructuras son abortadas, la fracción de ese potencial reproductivo que se transforma en frutos y semillas representa la capacidad reproductiva real (12). Un problema, frecuentemente observado en las plantaciones de parchita, es la pérdida de estructuras reproductivas en las distintas fenofases reproductivas (botón, flor y fruto). Así lo han señalado Bautista y Salas (2), al observar una elevada aborción de

botones florales y flores después de la antesis, esta aborción causa una disminución en la producción de este cultivo, lo cual no ha sido determinado. El objetivo de este estudio fue determinar la capacidad reproductiva real de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* y *Passiflora cincinnata*, así como la fenofase reproductiva en la que son abortadas la mayor cantidad de estructuras en ambas especies.

## Materiales y métodos

### Procedencia del material vegetal y manejo

El estudio se realizó en dos accesiones del Banco de Germoplasma de Passifloraceae del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) ubicado en la ciudad de Maracay, Estado Aragua (10°45' LN;17°37' LO), Venezuela. Una, es la especie cultivada *P. edulis* f. *flavicarpa* y la otra, es la especie silvestre *P. cincinnata*. Las accesiones están identificadas con los códigos 218 y L057, respectivamente. La plantación está constituida por individuos de dos años de edad, propagados por semillas, los mismos se encuentran sembrados a una distancia de 3 m entre plantas y 3 m entre espalderas, midiendo estas últimas 30 m de longitud. Las observaciones se efectuaron durante los meses de febrero a julio de 2001, que es el período de floración y fructificación de estas especies. En este período la precipitación y temperatura promedio fue de 43,9mm y 26,3°C, respectivamente.

### Aborción de botones, flores y frutos

En 10 plantas de cada especie, se

marcaron 49 botones precisando la fecha y número del botón en etiquetas. Estos botones se encontraban envueltos por brácteas que los sobrepasaban, éstas últimas medían aproximadamente 3,3 cm de longitud en la especie silvestre y aproximadamente 2 cm de longitud en la especie cultivada. A dichos botones se les hizo un seguimiento cada dos días durante el primer mes (ya que los cambios son más violentos) y luego cada cinco días hasta la madurez fisiológica del fruto, estableciéndose las diferentes fenofases por las que atravesaron (flores y frutos), determinándose luego los porcentajes de frutos formados y de estructuras reproductivas abortadas (botones, flores y frutos).

Durante cada observación se midió con un vernier, el tamaño (largo) de los frutos abortados. Se consideraron frutos abortados, aquellos que detenían su crecimiento y se tornaban de color opaco o que no se encontraban para el momento de la observación; en este caso, el tamaño se correspondió con el registro de la fecha anterior. Se determinó el valor

promedio de dichos frutos.

### **Aborción de óvulos y semillas**

De ambas especies, se tomaron 25 botones, extrayéndoles los gineceos, éstos se seccionaron cuidadosamente a fin de retirar los óvulos. Estos últimos se colocaron en una lámina portaobjetos, en la que se había hecho una cuadrícula para facilitar el conteo de óvulos/gineceo, usando un microscopio estereoscópico. Asimismo, en 49 frutos maduros de la especie silvestre y 35 frutos de la especie cultivada se extrajeron las semillas, se

lavaron y se colocaron al sol para lograr su secado y facilitar el conteo de las mismas. Las semillas se catalogaron como semillas aparentemente en buen estado y semillas fuera de tipo (color diferente, desarrollo escaso), éstas fueron consideradas óvulos-semillas abortadas. Se determinaron los valores promedio de óvulos y semillas en buen estado y óvulos-semillas abortados, los cuales se utilizaron para calcular los porcentajes de semillas producidas y de óvulos-semillas abortados.

## **Resultados y discusión**

### **Aborción de botones, flores y frutos**

**Botones.** Las observaciones indicaron que los botones se alargan rápidamente, superando el tamaño de las brácteas; este alargamiento ocurrió antes que se produjera la antesis. En los cuadros 1 y 2 se presentan el número de estructuras reproductivas formadas y abortadas en las dos especies bajo estudio. De los 49 botones marcados en cada especie casi todos pasaron a la siguiente fenofase: flor abierta, entre 2 y 14 días para *P. cincinnata* y entre 4 y 16 días para *P. edulis* f. *flavicarpa*. El porcentaje de aborción de botones fue bajo (8,16%) en las dos especies (cuadro 3).

**Flores.** El mayor número de flores abiertas en *P. edulis* f. *flavicarpa* se observó a los 12 días (cuadro 2) después de haber marcado los botones, mientras que en *P. cincinnata* fue a los 4 días (cuadro 1). En esta etapa, la proporción de flores abortadas fue muy alta en *P. edulis* f. *flavicarpa* con

81,63%, mientras que en *P. cincinnata* fue 42,86% (cuadro 3).

El alto porcentaje de aborción de flores en *P. edulis* f. *flavicarpa* puede deberse a un número insuficiente de polinizadores o a que los existentes no sean eficientes en transportar la cantidad de polen mínima requerida para producir un fruto [190 granos de polen (1)].

También, la incompatibilidad que pueden haber mostrado los gineceos de los botones marcados ante el polen procedente del resto de las accesiones plantadas en el campo, pudo incidir en estos resultados.

En el caso de *P. cincinnata* la aborción de flores fue menor que en la otra especie, esto no puede ser explicado claramente; probablemente el número de polinizadores presentes era mayor, lo cual puede deberse a que el momento de antesis de las dos especies es diferente, *P. edulis* f. *flavicarpa* lo hace a partir del mediodía y *P. cincinnata* en la mañana. Esta

**Cuadro 1. Estructuras reproductivas formadas y abortadas en *P. cincinnata* (accesión L057)**

Días	Nº Botones marcados	Nº Flores abiertas	Nº Frutos formados	Nº Botones abortados	Nº Flores abortadas	Nº Frutos abortados
0	49	0	0	0	0	0
2	45	4	0	0	0	0
4	30	15	2	0	2	0
6	23	7	8	0	7	0
8	15	8	4	0	3	6
10	9	6	4	3	4	3
12	6	3	2	4	1	5
14	3	3	2	0	0	5
16	0	0	2	0	1	0
18	0	0	0	0	3	4
20	0	0	0	0	0	1
22	0	0	0	0	0	1
24	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	0
95	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0
105	0	0	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	0
115	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0
125	0	0	0	0	0	0
130	0	0	0	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0

Nota: Se cosecharon 4 frutos maduros fisiológicamente.

**Cuadro 2. Estructuras reproductivas formadas y abortadas en *P. edulis* f. *flavicarpa* (accesión 218).**

Días	Nº Botones marcados	Nº Flores abiertas	Nº Frutos formados	Nº Botones abortados	Nº Flores abortadas	Nº Frutos abortados
0	49	0	0	0	0	0
2	49	0	0	0	0	0
4	48	1	0	0	0	0
6	46	2	0	0	1	0
8	43	3	0	0	2	0
10	36	6	0	1	3	0
12	14	20	0	2	4	0
14	6	8	2	0	18	0
16	1	5	2	0	7	0
18	1	0	1	0	5	0
20	0	0	0	1	0	0
22	0	0	0	0	0	2
24	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	1
30	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0

Nota: Se cosecharon 2 frutos maduros fisiológicamente.

variación puede influenciar el comportamiento de los agentes polinizadores, ya que las condiciones ambientales son diferentes. Se desconocen los polinizadores eficientes de ambas especies en estas condiciones, así como la ecología de los mismos. La caída de un gran número de flores no polinizadas ha sido observada por diversos autores en *P. edulis* f.

*flavicarpa* (1, 2, 3, 7).

Se debe destacar además, que probablemente muchas de las flores que abren en las dos especies estudiadas pueden ejercer sólo la función masculina, entre ellas las que presentan estilos rectos, estigmas solapados o estilos atrofiados. Se ha indicado que el llenado de frutos puede ser bajo en especies que producen gran

**Cuadro 3. Porcentajes de estructuras reproductivas formadas y abortadas en *P. edulis* f. *flavicarpa* y *P. cincinnata*.**

Estructuras reproductivas	<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	<i>P. cincinnata</i>
% botones abortados	8,16	8,16
% flores abortadas	81,63	42,86
% frutos abortados	6,12	40,82
% frutos formados	4,08	8,16
% óv-sem abortados	30,16	28,98
% semillas producidas en buen estado	69,84	71,02

óv-sem: óvulos-semillas.

cantidad de flores como atrayente a los polinizadores (12) o cuando las flores sólo funcionan como donadoras de polen [Willson y Rathcke citados por Ramírez (8)]. Tampoco se descarta el efecto que puedan ejercer determinados factores ambientales sobre la viabilidad de los gametofitos masculino y femenino.

**Frutos.** Los gineceos fecundados atraviesan por un proceso de desarrollo, hasta alcanzar la maduración completa de frutos y semillas. En parchita, se considera que el fruto ha alcanzado su madurez cuando se desprende de la planta, fenómeno conocido como “goteo de la parchita” (2). El tiempo transcurrido desde el momento de la fecundación hasta la madurez del fruto fue diferente en las dos especies, así en *P. edulis* f. *flavicarpa* fue de 55-56 días, mucho más corto que en *P. cincinnata*, donde demoró 107-129 días. En *P. edulis* f. *flavicarpa*, el período de fructificación se asemeja al señalado por Bautista y Salas (2) para el estado Lara, de 52 a 60 días.

*P. cincinnata* obtuvo un 8,16% y

*P. edulis* f. *flavicarpa* un 4,08% de frutos fisiológicamente maduros, los mismos representan la capacidad reproductiva real de cada una de las especies bajo las condiciones del estudio. Por otra parte, *P. cincinnata* y *P. edulis* f. *flavicarpa* presentaron 40,82% y 6,12% de frutos abortados, respectivamente; con una longitud promedio de 2,5 cm. Es importante señalar que *P. cincinnata* es una especie silvestre que se encuentra creciendo bajo condiciones de manejo (poda, riego, fertilización, etc.), por lo que su comportamiento reproductivo puede ser diferente cuando ésta se encuentra en su hábitat silvestre. Los porcentajes obtenidos son bastante bajos, sería necesario hacer estudios por unidad de área, para conocer cómo es afectado el rendimiento.

La aborción de frutos pequeños en *P. cincinnata* puede asociarse a la deficiencia de recursos. Las condiciones de manejo a las que estaban sometidas las plantas probablemente no fueron las más adecuadas; hubo algunos problemas con los riegos y se desconoce el contenido de nutrimentos del suelo,

esto posiblemente promovió una aborción selectiva de frutos y semillas como lo ha referido Stephenson (12).

### **Aborción de óvulos y semillas**

El número promedio de óvulos en *P. edulis* f. *flavicarpa* fue 264,16 y en *P. cincinnata* fue 405,08; de ellos, un número relativamente alto se transformó en semillas: 191,46 para *P. edulis* f. *flavicarpa* y 287,69 para *P. cincinnata*, representando el 69,84% y 71,02%, respectivamente. Esto indica que el porcentaje de producción de semillas fue alto en las dos especies estudiadas y, por ende, la aborción de óvulos-semillas fue baja, siendo 30,16% en *P. edulis* f. *flavicarpa* y 28,98% en *P. cincinnata* (cuadro 3). Los porcentajes de aborción son similares a lo reportado por Snow (11) para *P. vitifolia* (23%). En otras especies de *Passiflora* se han encontrado porcentajes mayores, 52,82% en *P. pulchellay* 71,18% en *P. serrulata* (9).

Un aspecto que se desconoce es la cantidad mínima de polen requerida para producir un fruto en la especie *P. cincinnata*. Este dato parece variar entre especies, aún teniendo una cantidad similar de óvulos. Al respecto se puede indicar que en *P. vitifolia* con 225-350 óvulos/ovario se requieren de 25-50 granos de polen para que el ovario se desarrolle (11), mientras que en *P. edulis* f. *flavicarpa* (como ya se mencionó) con aproximadamente 350 óvulos/ovario, se necesitan al menos 190 granos de polen (1).

Se ha indicado que los niveles de flores-frutos abortados tienen un alto valor selectivo en la producción de semillas (8). Porcentajes altos en la

producción de semillas, podrían representar la oportunidad de maximizar la calidad de la progenie, la cual puede estar determinada por el número de eventos reproductivos (flores polinizadas y óvulos fertilizados) que se produzcan y de aquí la selección de la progenie, teniendo un mayor significado adaptativo la producción de un gran número de flores que abortan en comparación a óvulos (8), ya que aparentemente éstas pueden cumplir un mayor número de funciones. El aborto de estructuras reproductivas es jerarquizado y va desde flores-frutos > óvulos > semillas (8). Este planteamiento se cumple en las dos especies estudiadas, donde los porcentajes de aborto de botones, flores y frutos fueron superiores a los porcentajes de aborto de óvulos-semillas.

Otra característica que ha sido asociada con la aborción de flores y frutos, es el tipo morfológico de este último. Ramírez y Berry (10), encontraron un alto porcentaje de flores-frutos abortados (58,55%) en especies con frutos tipo baya y para este tipo de fruto un bajo porcentaje de semillas producidas (25,63%). Resultados que difieren de los obtenidos en este estudio, ya que aún cuando se produjo un alto porcentaje de aborción de flores-frutos, la producción de semillas fue relativamente alta.

Otro de los factores que se ha relacionado con la aborción de flores, frutos, óvulos-semillas es la forma de vida, a este respecto se señala que las plantas trepadoras presentan promedios relativamente altos de flores-frutos abortados (9), lo cual se

corresponde con lo observado en este estudio para las dos especies de *Passiflora*, que como es sabido, su biotipo es trepador.

Sería interesante estimar la capacidad reproductiva real de *P. edulis* f. *flavicarpa*, dentro de plantaciones comerciales. Esto permitiría cuantificar las pérdidas de

las estructuras reproductivas en esas condiciones de manejo. En *P. cincinnata* las potencialidades de uso de sus frutos para la explotación comercial y/o en planes de mejoramiento, precisa de mayores estudios sobre aspectos referidos a condiciones de manejo y propiedades del fruto, entre otros.

## Conclusión

En forma general se puede indicar, que la capacidad reproductiva real (frutos producidos) fue baja, obteniéndose en *P. cincinnata* 8,16% y en *P. edulis* f. *flavicarpa* 4,08% de frutos maduros fisiológicamente.

Por otra parte, el número de semillas producidas fue relativamente alto, 71,02% en *P. edulis* f. *flavicarpa*

y 69,5% en *P. cincinnata*.

La capacidad reproductiva potencial en *P. edulis* f. *flavicarpa* es limitada básicamente por el aborto de flores, mientras que en *P. cincinnata* esta limitación obedece tanto a la aborción de flores como de frutos pequeños.

## Literatura citada

1. Akamine, E. y G. Girolami. 1959. Pollination and fruit set in the yellow passion fruit. Hawaii Agricultural Station. Tech. Bull. 39: 1-44.
2. Bautista, D. y A. Salas. 1995. Crecimiento vegetativo, reproductivo y rendimientos de la parchita conducida en emparrado. Agron. Trop. 45: 331-345.
3. Corbet, S. y P. Willmer. 1980. Pollination of the yellow passion fruit: nectar, pollen and carpenter bees. J. Agric. Sci., Camb. 95: 655-666.
4. Gouveia, J. 1987. Producción, manejo y exportación de frutas tropicales. Reunión Técnica de la Red Latinoamericana de Agroindustria de Frutas Tropicales. Manizales. p. 79.
5. Killip, E. 1938. The American species of Passifloraceae. Field. Mus. Nat. Hist., Bot. XIX: 1-613.
6. Mazzani, E., D. Pérez y W. Pacheco. 1999. Distribución y uso de las especies del género *Passiflora* (Passifloraceae) en las zonas altas de los estados Lara y Falcón, Venezuela. Plant Genetic Resources Newsletter 119: 24-32.
7. Nishida, T. 1963. Ecology of the pollinators of passion fruit. Hawaii Agr. Expt. Sta. Tech. Bull. 55. 38 p.
8. Ramírez, N. 1992. Las características de las estructuras reproductivas, niveles de aborto y semillas producidas. Acta Ci. Venez. 43: 167-177.
9. Ramírez, N. 1993. Producción y costo de frutos y semillas entre formas de vida. Biotropica 25: 46-60.
10. Ramírez, N. y P. Berry. 1993. Producción y costo de frutos y semillas relacionados a los tipos morfológicos de frutos, unidades de dispersión y síndromes de dispersión. Ecotropicos 6: 43-61.

11. Snow, A. 1982. Pollination intensity and potential seed set in *Passiflora vitifolia*. *Oecologia* 55: 231-237.
12. Stephenson, A. 1981. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 12: 253-279.