

CAPÍTULO 6

CONTRIBUCIÓN DE LA ECOFISIOLOGÍA A LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO DEL CULTIVO DE GRANADILLA (*Passiflora ligularis* Juss)

Nohra Rodríguez-Castillo¹,
Luz Marina Melgarejo^{2*}

¹ Nohra Rodríguez-Castillo, ncrodriguez@unal.edu.co, Laboratorio de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Departamento de Biología – Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Bióloga. MSc Ciencias Agrarias. Estudiante de doctorado en Ciencias.

² Luz Marina Melgarejo, lmelgarejom@unal.edu.co, Laboratorio de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Departamento de Biología – Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Bióloga. Ph.D.

* Autor para correspondencia.

INTRODUCCIÓN

Una de las estrategias para responder a las necesidades de producción de los cultivos es la adopción de programas de mejoramiento. En el caso de la granadilla se han generado pocos programas de mejoramiento, los primeros se dirigieron a la selección de materiales élite y más recientemente se viene trabajando en la obtención de nuevas variedades mediante cruzamientos, así como en la generación de injertos que exhiban buen desempeño fisiológico frente a diferentes condiciones ambientales y mejor respuesta frente a estreses que afectan de manera significativa la fisiología y el rendimiento del cultivo.

El mejoramiento genético comprende el uso de técnicas destinadas a optimizar la expresión de la información genética existente en las plantas (fitomejoramiento) y por lo tanto a mejorar un determinado cultivo (Frey, 1971). Estos procesos son necesarios debido a la importancia de las plantas en la nutrición humana y animal, al incremento de la densidad poblacional, a la seguridad alimentaria y su sostenibilidad, a los cambios climáticos y a la dispersión de plagas y enfermedades, por lo cual, se requieren cultivos con mayores rendimientos, mejor calidad (organoléptica, química, física-mecánica, biológica), resistencia y/o tolerancia a plagas y enfermedades, mejor respuesta a factores abióticos (temperatura, salinidad, anegamiento, sequía, acidez, entre otros) (Chittaranjan, 2011) y en conjunto mejor respuesta fisiológica de la interacción genotipo x ambiente (ecofisiología). Estos objetivos se pueden lograr dirigiendo y acelerando los procesos evolutivos (selección, migración, deriva genética, mutación) que se llevan a cabo en las especies silvestres (Richards, 1997).

El fitomejoramiento se basa en dos actividades fundamentales: 1) La identificación de plantas genéticamente superiores, y 2) La captura y transferencia de esa superioridad genética de modo que

pueda ser aprovechada por el fitomejorador y entregada al agricultor mediante la generación de variedades o híbridos comerciales (Ceballos, 1998).

IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS GENÉTICAMENTE SUPERIORES

Es una actividad realmente compleja, ya que este proceso de selección no puede basarse solo en criterios fenotípicos, porque la variabilidad ambiental puede debilitar la selección y el fitomejorador podría seleccionar una planta como superior sin que realmente lo sea o dejar de seleccionar otra por su aspecto físico sin tener en cuenta otros criterios de interés para la producción como las respuestas o desempeño fisiológico de la planta frente a los diferentes tipos de estrés biótico (plagas y enfermedades) y abiótico (factores climáticos y edáficos) (Acquaah, 2007).

Para que esta identificación sea más eficiente se pueden realizar evaluaciones morfoagronómicas y ecofisiológicas. En las morfoagronómicas se emplean descriptores cualitativos y cuantitativos; en el caso de las passifloras existen varios descriptores que se han empleado para establecer relaciones taxonómicas y de variabilidad entre las especies, los cuales han sido citados por Villacis *et al.* (1998), Chrochemore *et al.* (2003), Ocampo (2007) y Tangarife *et al.* (2009). Los parámetros fisiológicos por su parte, informan sobre el rendimiento de los fotosistemas, las tasas fotosintéticas y transpiratorias, los índices de crecimiento, la respuesta frente a alteraciones en los niveles nutricionales (exceso o defecto), la respuesta frente a plagas o enfermedades, entre otros; que en conjugación con el ambiente muestra el desempeño de la planta y si es capaz de sobrevivir y reproducirse bajo condiciones adversas. En el caso de la granadilla se han evaluado aspectos ambientales (temperatura, radiación solar, altitud, precipitación, humedad), de fenología del cultivo, índices de crecimiento y polinización (Rivera *et al.*, 2002; Souza, 2003; Fisher *et al.*, 2009); y en ecofisiología la evaluación de aspectos hídricos (Casierra y Roa 2006), fotosintéticos (Fernández *et al.*, 2014), así como las investigaciones presentadas en los capítulos anteriores del presente libro.

Los estudios ecofisiológicos informan sobre la variabilidad en la respuesta de las plantas como un todo frente a la influencia del ambiente, por lo tanto de su adaptabilidad a condiciones variables (Medina, 1977). Además, se puede inferir el efecto de la selección natural sobre una población determinada que puede manifestarse fenotípicamente como un ecotipo con características genotípicas distintivas de las demás poblaciones. De manera que la ecofisiología en estudios de mejoramiento de los cultivos puede brindar información que correlaciona el fenotipo (morfología), el ambiente (ecología), el genotipo (genética-bioquímica) y su expresión (fisiología), brindando información muy útil en los procesos de selección de plantas y en la planificación de programas de hibridación.

Hasta el momento la información relacionada con el ambiente (condiciones edafoclimáticas) se ha usado para determinar la zonificación de algunas passifloras de importancia comercial: gulupa (Ocampo *et al.*, 2012), maracuyá (Hoffman *et al.*, 2012), curuba y granadilla (Martínez *et al.*, 2009). En Colombia, además, se han realizado estudios ecofisiológicos directamente en plantas de cultivos de granadilla (ver capítulos 1 y 2 del presente libro; Fernández *et al.*, 2014) y de gulupa (Pérez-Martínez y Melgarejo 2012; Pérez-Martínez y Melgarejo 2015) para establecer cuál o cuáles factores climáticos son los que influyen principalmente en el desempeño fisiológico de la planta en su respectivo ambiente?, y así determinar características microclimáticas que sirvan como base para la proyección de zonas con potencial de producción de passifloras; es decir, localizando las zonas más apropiadas para la implementación de estos cultivos con relación a las características ambientales de un determinado lugar.

Se espera que los futuros programas de mejoramiento incorporen esta información, para facilitar la organización de grupos heteróticos; es decir, grupos conformados por una o más plantas o accesiones que comparten determinadas características, y que difieran de otra(s) planta(s). Lo que significa que la presión de selección a la que fue (ron) sometidas esta(s) planta(s), implicó la expresión o no, de algún grupo de genes que le facilitó su proceso de adaptación y es la razón por la cual se diferencia de las demás. Por presentar variantes alélicas genera

cambios genotípicos, fenotípicos y de expresión, útiles en programas de mejoramiento.

En Colombia, los programas de mejoramiento de la mayoría de las especies de la familia *Passifloraceae* son escasos o inexistentes. Los programas de mejoramiento más adelantados se relacionan con *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (maracuyá) y se adelantan muy pocos en *P. edulis* f. *edulis* (gulupa) pero aún sin la liberación de variedades (Ocampo *et al.*, 2013), y en *P. ligularis* (granadilla), los programas se han basado en la selección de las mejores plantas desde el punto de vista de rendimiento y calidad (Rivera *et al.*, 2002), pero no se han incorporado a estos estudios variables ecofisiológicas.

En las passifloras comestibles, los procesos de selección fueron establecidos principalmente sobre características fenotípicas y se descartaron plantas silvestres que no exhibían valores ideales para la producción, estrechando la base genética desde su comienzo como cultivo; ésta homogeneidad en el cultivo se presenta en especies como *P. edulis* f. *edulis* (Ortiz, 2012) y se relaciona presumiblemente con la baja resistencia a plagas y enfermedades que se observa en los cultivos actualmente. Por el contrario, en la granadilla los cultivos en Colombia se establecieron con semillas provenientes de plantas silvestres en las zonas donde se iniciaron los sistemas productivos, como en Urrao (Antioquia) y Génova (Quindío) (Bernal *et al.*, 2014); sugiriendo que la granadilla cultivada presenta un síndrome de domesticación parcial, ya que la mayoría de éstas pasaron de ser silvestres a cultivadas en unos pocos años (Gepts, 2002).

Lo anterior se confirma con el estudio realizado por Bernal *et al.* (2014), quienes evaluaron 41 accesiones cultivadas de granadilla procedentes de 10 departamentos de Colombia, empleando 10 marcadores microsatélite (SSR); la diversidad encontrada en las poblaciones corroboró la alta diversidad genética encontrada con valores de Heterocigocidad observada (H_o) y esperada (H_e) de 0,98 y 0,96, respectivamente, y un contenido de información polimórfica (PIC) de 0,74. Esta variabilidad fue explicada por su sistema de reproducción alógama y el intercambio de semillas entre productores. Sin embargo, cabe resaltar que se requiere incrementar el número de marcadores moleculares evaluados e incorporar al estudio

valores morfométricos, agronómicos y ecofisiológicos para una mejor evaluación de esta diversidad.

Así mismo, la importancia de las especies silvestres y su conservación, éstas son el reservorio génico de la especie y aunque no presenten características muy deseables para el cultivador, generalmente en ellas reside un pool génico asociado a resistencias contra plagas, enfermedades y condiciones abióticas desfavorables. Las especies silvestres, así como las cultivadas son conservadas a través de bancos de germoplasma, como semilla, *in vivo* en huertas, en áreas protegidas como reservas naturales, en cultivos *in vitro*, o en bancos de DNA (genotecas). En el caso de la granadilla, la especie cuenta con muy buena representación en los bancos de germoplasma de Brasil en el Centro Nacional de pesquisa de Mandioca e fruticultura EMBRAPA, en la Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuaria (EMCAPA) y en Colombia la Colección Nacional de Granadilla que está localizada en la granja Tesorito de la Universidad de Caldas a 2.280 msnm (Manizales, Caldas), en Corpoica, y en la colección de la Universidad Nacional de Colombia (Palmira, Valle del Cauca).

CAPTURA Y TRANSFERENCIA DE LA SUPERIORIDAD GENÉTICA DE LAS PLANTAS

Para esta actividad se ha reportado en granadilla como métodos de selección los cruzamientos y los injertos. En ambas metodologías se ha tenido en cuenta el comportamiento fisiológico de las plantas frente a estreses bióticos; es decir, para saber con qué planta se debe cruzar o cuál se debe usar como patrón en el injerto se ha establecido el grado de tolerancia a alguno de los patógenos que afectan el cultivo como se muestra a continuación.

Cruzamientos intraespecíficos e interespecíficos

Los cruzamientos intraespecíficos se realizan con individuos de la misma especie, mientras que los interespecíficos entre diferentes especies. Los primeros se realizan entre poblaciones silvestres y cultivadas con el propósito de enriquecer el acervo génico de la población y ganar alelos que se hayan perdido en los procesos de selección de

los cultivos (Wratt y Smith, 1983). En el cultivo de granadilla al ser un cultivo reciente y parcialmente domesticado, sus cruzamientos se han realizado entre poblaciones silvestres procedentes de diferentes partes del país.

Los cruzamientos interespecíficos tienen dos principales propósitos, primero la obtención de nuevas variedades ya que como producto de la hibridación se logran genotipos intermedios entre ambas especies, esto ha venido ocurriendo de manera natural entre muchas de las passifloras (Snow y MacDougal, 1993). Y segundo, se puede dar origen a una variedad resistente o tolerante frente a algún factor biótico o abiótico, y para recuperar las características del cultivo se realizan retrocruzas hacia el parental de interés. Para la realización de los cruzamientos interespecíficos se ha reportado que en las passifloras se presentan mecanismos de autoincompatibilidad y autocompatibilidad. En las especies autoincompatibles como la granadilla, se presentan barreras enzimáticas que no permiten la autofecundación, por lo cual estos mecanismos impiden algunos cruzamientos interespecíficos (Kishore *et al.*, 2010).

En algunos casos las barreras enzimáticas actúan a nivel precigótico, por lo cual no hay formación de descendencia una vez que se realiza el cruce, éste es eliminado en las etapas iniciales del desarrollo embrionario. Mientras que en otros casos las barreras actúan a nivel poscigótico implicando la formación de un fruto, pero este no produce semillas o éstas no son viables (Angel *et al.*, 2011).

En estudios de hibridación realizados por Arias (2012), se determinó una baja compatibilidad de *P. ligularis* con otras passifloras como: *P. edulis* f. *flavicarpa* (Maracuya), *P. edulis* f. *edulis* (gulupa), *P. maliformis* (Cholupa), *P. manicata* y *P. tarminiana* (curuba india), encontrando que se desarrollaron frutos pero fueron abortados en estadios iniciales del desarrollo. Mientras que la incompatibilidad es mayor entre *P. ligularis* con las passifloras: *P. caerulea*, *P. alata*, *P. cincinnata*, *P. mucronata*, *P. vitifolia* y *P. foetida* y por lo tanto no hubo formación de fruto.

Las flores de la granadilla aseguran que su reproducción sea alógama (Snow y MacDougal, 1993) presentando barreras temporales y estructurales; la maduración de las estructuras femeninas ocurre mientras

aún no hay liberación del polen en las anteras (temporal), y adicionalmente las anteras están distantes del estigma que aunque receptivo permanece erecto con relación a las anteras (estructural), este estado fenológico es conocido como flor femenina con hercogamia. En un siguiente estado fenológico, el estigma se curva pero no tiene contacto con las anteras, las cuales permanecen giradas hacia la parte interna de la flor evitando la autopolinización, el polen es viable pero aún no se abren las anteras, la flor permanece principalmente femenina y en una última etapa fenológica, las anteras entran en contacto con el estigma, el polen está maduro y es de color amarillo, la planta tiene estructuras femeninas y masculinas maduras, pero las barreras enzimáticas impiden que se autofecunde, confirmando la alogamia en la especie (Figura 1).

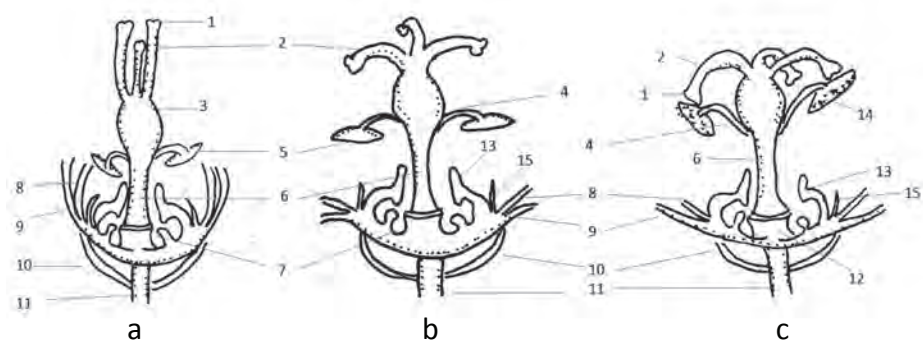


Figura 1. Flor de granadilla en diferentes estados fenológicos a) estigma erecto y anteras sin liberación de polen, b) Estigma curvado, anteras giradas sin liberación de polen y c) Estigma curvado, anteras contiguas al estigma y con liberación de polen. 1) Estigma, 2) Estilo, 3) Ovario, 4) Filamento que sostiene la antera, 5) Antera, 6) Androginóforo, 7) Nectario floral, 8) Pétalo, 9) Sépalo, 10) Bráctea, 11) Pedúnculo, 12) Pedicelo, 13) Opérculo de acceso a nectarios, 14) Polen y 15) Corona. Figura de Nohra Rodríguez-Castillo.

Teniendo en cuenta lo anterior, deben emplearse como parentales femeninos: botones florales en los cuales aún no se haya presentado la polinización, lo cual se asegura cuando el botón está cerrado, las brácteas y sépalos permanecen fusionados, pero el estigma ya es receptivo (Figura 2). Para realizar el procedimiento (Figura 2) se debe tener en

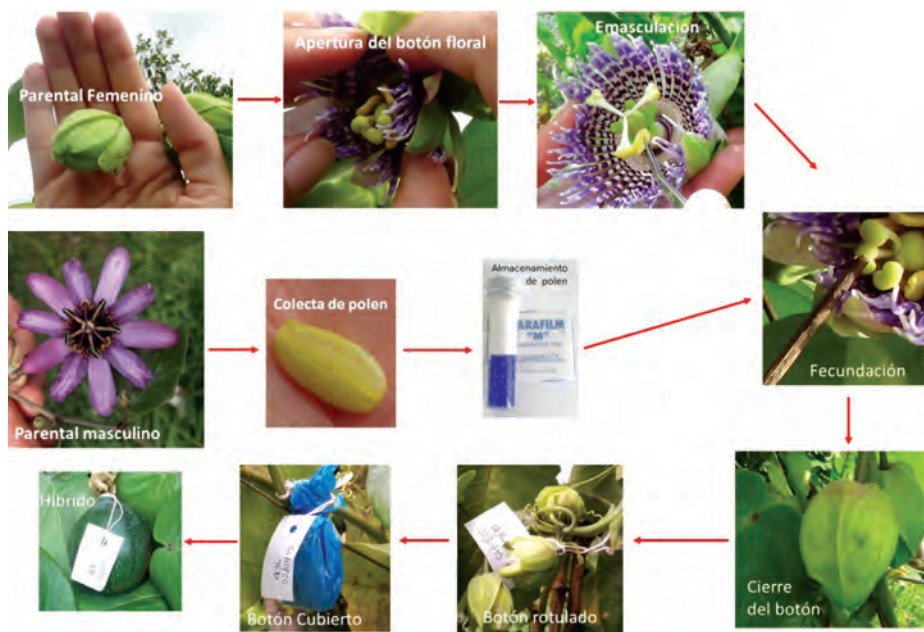


Figura 2. Cruzamiento interespecífico entre *P. ligularis* y *Passiflora chelidonea*. Fotografías tomadas por Nohra Rodríguez-Castillo.

cuenta abrir el botón floral con cuidado, sin girar el pedúnculo ya que se pueden romper los haces vasculares y se dañaría el botón.

Como parental masculino se emplean flores maduras de las cuales se colecta el polen, este puede almacenarse en recipientes de vidrio con sílica gel y sellados con parafilm y de esta manera se pueden almacenar hasta por dos meses en nevera a 3°C. Lo ideal es realizar el cruzamiento inmediatamente, para asegurar que no se ha reducido la viabilidad del polen. Esta condición implicaría tener los procesos de floración de ambas especies sincronizados para poder hacer cruzamientos directos de granadilla (♀) x granadilla de quijos (♂), y cruzamientos recíprocos granadilla de quijos (♀) x granadilla (♂). Con el polen colectado se realiza la fecundación con ayuda de un pincel o un palillo. Una vez realizada la fecundación se cierra nuevamente el botón floral para mantener un microclima estable y la protección adecuada para favorecer la fecundación. Finalmente el botón se rotula, teniendo en cuenta la fecha y el parental masculino empleado, y se cubre con una bolsa plástica de color azul (Figura 2), que actúa como protector contra los insectos que pueden

llegar a parasitar los botones florales como es el caso de *Dasiops* sp. o la mosca del botón floral. Los cruzamientos se realizan preferiblemente en las horas de la mañana cuando la radiación solar es menor y las tasas de evotranspiración son bajas. Los botones florales aledaños al que se polinizó, deben eliminarse para que se invierta una mayor energía en el desarrollo del botón floral de interés.

Una vez logrados los frutos los programas de mejoramiento dependen de la cantidad de semilla obtenida, de su viabilidad y de las características fisiológicas. El mejor tratamiento para conservar las semillas consiste en dejarlas secar en cámaras de secado con sílica gel o de flujo continuo de aire, para posteriormente almacenarlas en bolsas metalizadas que son selladas al vacío y mantenidas a temperaturas entre 0° y -20°C. Estas condiciones mantienen buenos índices de viabilidad cercanos al 80% y permiten el almacenamiento hasta por 20 años.

El cruce que se propone en este documento es el cruce directo y recíproco de *P. ligularis* x *P. popenovii* (Granadilla de quijos) (Figura 3).



Figura 3. *Passiflora popenovii* (Granadilla de quijos). a) Fruto, b) Hábito trepador de la planta y c) Corte longitudinal del fruto. Fotografías tomadas por Nohra Rodríguez-Castillo.

Esta especie silvestre, requiere condiciones ambientales semejantes a los de la granadilla (Tabla 1), y calidad nutricional semejante (Tabla 2), presenta un pericarpio y mesocarpio más gruesos lo cual podría ser útil para procesos de poscosecha y transporte, además de posible tolerancia a fitopatógenos por ser una especie netamente silvestre.

Estos cruzamientos podrían llevar al desarrollo de nuevas variedades así como al mejoramiento de las mismas.

Tabla 1. Factores ambientales de los cultivos de *P. ligularis* y *P. popenovii*. (Valores tomados de Eljach, 2009).

FACTOR AMBIENTAL	<i>P. ligularis</i>	<i>P. popenovii</i>
Altura (msnm)	1500-2200	1800
Humedad relativa (%)	75-85	79
Temperatura (°C)	16-24	18-22
Precipitación anual (mm)	1500	1850
Horas día (horas)	5-7	7

Tabla 2. Valores nutricionales de *P. ligularis* y *P. popenovii* (Valores tomados de Eljach, 2009).

VALORES NUTRICIONALES (100g de pulpa)	<i>P. ligularis</i>	<i>P. popenovii</i>
Humedad (%)	86,5	88,5
Proteína (g)	1,1	0,898
Cenizas (g)	0,96	0,916
Lípidos (g)	0,097	0,086
Fibra cruda(g)	0,289	0,221
Carbohidratos (g)	11,1	9,91
Calcio (g)	7	7,32
Hierro (g)	0,8	1,27
Sodio (g)	5	5,21
Potasio (g)	63	61,6
Fósforo (g)	31,76	26,2
Ácido ascórbico (g)	20,48	17,33

Estos cruzamientos artificiales también se pueden emplear para favorecer el proceso de fructificación, para lo cual se realizan polinizaciones manuales debido a que las poblaciones de los polinizadores naturales, principalmente los abejorros de los géneros *Xylocopa* sp. y *Epicharis* sp. (Franco *et al.*, 2007) se han reducido por el uso de insecticidas para el control de plagas.

Los cruzamientos constituyen el principal método de mejoramiento empleado en passifloras a nivel mundial, éstos se organizan en ciclos de selección recurrente (Figura 4); avanzando en varios ciclos de selección a fin de fijar las características deseadas y obtener estabilidad e identidad genética en las poblaciones finales. Es importante evaluar cada una de las líneas logradas en los cruzamientos no solo con valoraciones agronómicas sino también ecofisiológicas, a fin de saber cómo está respondiendo la planta a las condiciones ambientales.

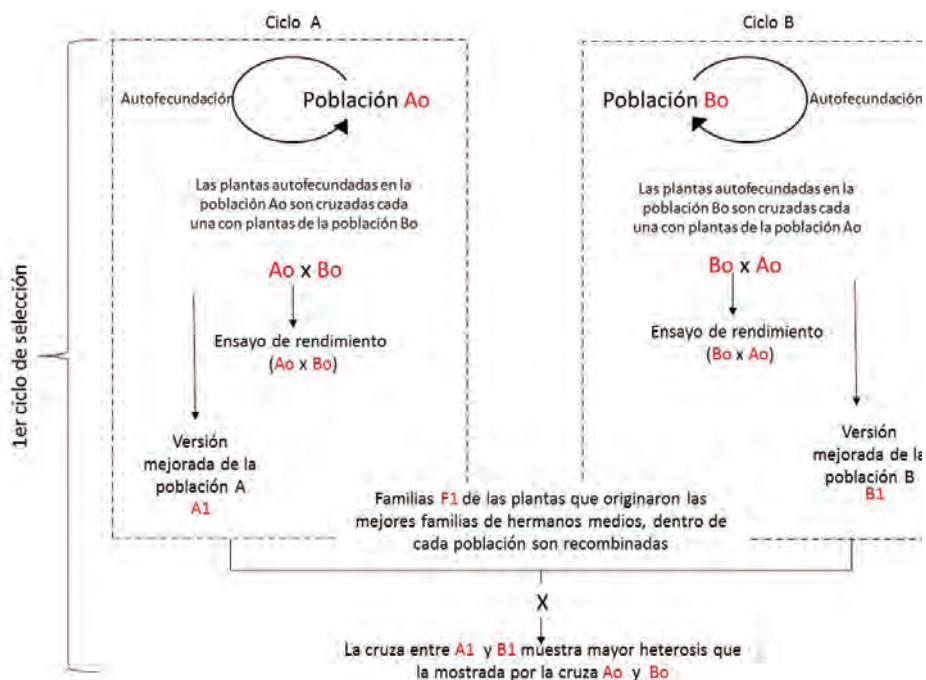


Figura 4. Método de selección recurrente empleado en el mejoramiento de passifloras (Se ilustra un ciclo de selección). Figura de Nohra Rodríguez-Castillo.

Injertos

Los injertos consisten en la fusión de dos plantas de diferente especie y en algunos casos hasta de diferente familia. Esta fusión permite a cada especie permanecer con su identidad, pero conformando un solo individuo. La ventaja de esta técnica consiste en la posibilidad de compartir sustancias químicas a través de los haces vasculares que quedan conectados entre ambas partes, así como también emplear un sistema radical (patrón) que presenta características como resistencia a patógenos del suelo, a factores abióticos como anegamiento, acidez, salinidad, entre otros (Bizkaiko Foru Aldundia, 2015); información procedente de los estudios fisiológicos, patológicos, entre otros, previamente.

Las partes de un injerto denominadas copa (parte superior) o patrón (parte basal) deben ser compatibles, estar completamente sanas, los haces vasculares de ambas especies deben entrar en contacto, ambos deben estar en estado vegetativo, y se deben eliminar los brotes del patrón y solo permitir el desarrollo de la copa (Calderón, 1987).

En las passifloras se han empleado principalmente el injerto en hendidura (Figura 5) que consiste en cortar horizontalmente la planta que se va a emplear como patrón, este debe ser lo más grueso posible para que se facilite y promueva el sostén y la adhesión de los tejidos. En el centro del patrón se realiza un corte en "V" con ayuda de una navaja. Una vez realizado, sobre este corte se adhiere la planta que se va a emplear como copa (Teskey, 1998).

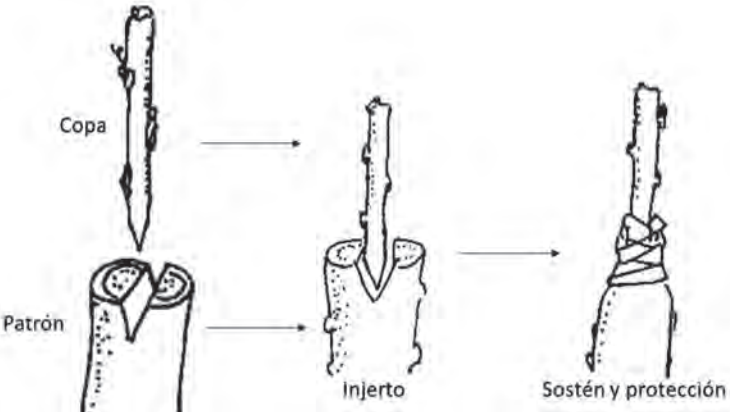


Figura 5. Injerto en hendidura en pasifloras. Figura de Nohra Rodríguez-Castillo.

En la planta usada como copa se deben retirar todas las ramas dejando solo las yemas, aproximadamente tres, y su extremo basal o de contacto se debe cortar en forma de bisel o en “V” al igual que el patrón, a fin de incrementar la superficie de contacto de los haces vasculares entre ambas especies.

Finalmente, se adhiere con una buena cantidad de cinta parafinada o con un elástico que permita fusionar firmemente las dos especies. Se monitorea que el injerto haya quedado bien hecho y que continúen creciendo las ramas de la copa o injerto, y podando las del patrón. El limitante de esta técnica es el costo de la mano de obra para realizar este procedimiento en una finca de grandes extensiones, teniendo en cuenta que el injerto sólo durará lo que dure el cultivo.

En el caso de la granadilla se han elaborado injertos con cholupa (*Passiflora maliformis*), ya que esta especie silvestre es más tolerante a la afección por hongos fitopatógenos presente en el suelo, causantes de la Marchitez vascular o fusariosis (*Fusarium oxysporum*) y la “Secadera” o pudrición café del tallo (*Haematonectria haematococca* = *Fusarium solani*) (Guerrero y Hoyos-Carvajal, 2011; García *et al*, 2007).

REFERENCIAS

ACQUAAH, G. (2007). *Principles of Plant Genetics and Breeding*. Blackwell Publishing. USA.

ÁNGEL, C; NATES G; OSPINA, R.; MELO, A; AMAYA, M. (2011). Biología Floral y Reproductiva de la Gulupa *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*. *Caldasia* 33(2): pp. 433-451.

ARIAS, J.C. (2012). *Biología reproductiva del maracuyá e hibridación interespecífica como estrategia para el mejoramiento genético (Passiflora edulis f. flavicarpa Degener)*. Tesis de pregrado en ingeniería agronómica. Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Agronomía Manizales.

BERNAL, N.; OCAMPO, J.; HERNÁNDEZ, J. (2014). Caracterización y análisis de la variabilidad genética de la granadilla, *Passiflora ligularis* Juss en Colombia empleando marcadores microsatélites. *Revista Brasileira de fruticultura*. SP, 36 (3): pp. 586-597.

BIZKAIKO FORU ALDUNDIA. (2015). Injertos en frutales. Consultado en abril de 2015 en http://www.bizkaia.net/nekazaritza/agricultura/boletines/ca_injertos.pdf.

CALDERÓN, A.E. (1987). *Fruticultura General*. Limusa. México. 763 p.

CASIERRA, R.; ROA, H. (2006). Efecto del déficit hídrico moderado en el suelo sobre el crecimiento y distribución de materia seca en granadilla (*Passiflora ligularis* JUSS). *Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica* 9 (2): 169-180

CEBALLOS, H. (1998). *Genética cuantitativa y fitomejoramiento*. Universidad Nacional de Colombia- Palmira. 105p.

CHITTARANJAN, K. (2011). *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources: Tropical and Subtropicals fruits*. Clemson University. Springer. 260p

CROCHEMORE, M.; H. MOLINARI H.; COLAUTO N. (2003). Caracterização agromorfológica do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, SP (25); pp. 5-10.

ELJACH, S. (2009). *Etnobotánica de la granadilla de quijos (Passiflora popenovii) en el Municipio de Timbío, departamento del Cauca, Colombia*. Tesis pregrado. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ciencias. Biología.

FERNÁNDEZ, G.; MELGAREJO L.M.; RODRÍGUEZ, N.A. (2014). Algunos aspectos de la fotosíntesis y potenciales hídricos de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en estado reproductivo en el Huila, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 8 (2): pp. 206-216

FISHER, G.; CASIERRA-POSADA, F; PIEDRAHITA, W. (2009). Ecofisiología de las especies pasifloráceas cultivadas en Colombia. En: Miranda, D., G. Fischer, C. Carranza, S. Magnitskiy, F. Casierra-Posada, W. Piedrahíta y L.E. Flórez (eds.) (2009). *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloras en Colombia. Maracuya, granadilla, Gulupa y curuba*. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

FRANCO, Y.; ALZATE, F.; PELÁEZ, J.M. (2007). Factores ambientales incidentes en la población de *Xylocopa* y su efecto en el cultivo de

granadilla en tres veredas del municipio de Guarne (Colombia). *Revista Universidad Católica de Oriente, Medellín*, (24): pp. 73-88.

FREY, K.J. (1971). Improving crop yields through plant breeding. *Journal Paper no. J-6693 of the Iowa Agriculture and Home Economy. Iowa. Project 1752*: p. 24.

GARCÍA, J.; FLORIANO, J.; VERA, L.F. (2007). *Enfermedades y plagas del cultivo de granadilla (Passiflora ligularis) en el departamento del Huila*. Centro de Investigación Nataima, El Espinal, Tolima, CORPOICA, Colombia. p. 37.

GEPTS, P.A. (2002). Comparison between crop domestication, classical plant breeding and genetic engineering. *Crop Science*. 42: pp. 1780-1790.

GUERRERO, E; HOYOS-CARVAJAL, L. (2011). *Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) con énfasis en el manejo integrado de plagas y enfermedades de gulupa (Passiflora edulis Sims.)*. Bogotá, D. C. MADR, Asohofrucol, Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía.

HOFFMANN, O.; AÑEZ, M.; GONZÁLEZ, R. (2012). *Zonificación edafoclimática de seis frutales en el estado Portuguesa*, Informe técnico UNELLES. Los Llanos Univ. Nacional Experimental «Ezequiel Zamora», Guanare (Venezuela). Vicerectorado de Producción Agrícola.

KISHORE, K.; PATHAK, K.A.; SHUKLA, R.; BHARALI, R. (2010). Studies on floral biology of passion fruit (*Passiflora* spp.). *Pakistan Journal of Botany* (42): pp. 21-29.

MARTÍNEZ, J.; GARCÍA, S.; SANABRIA, R. (2009). Zonificación de las especies pasifloráceas comerciales en Colombia. En: Miranda, D., G. Fischer, C. Carranza, S. Magnitskiy, F. Casierra-Posada, W. Piedrahíta y L.E. Flórez (eds.) (2009). *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloras en Colombia. Maracuya, granadilla, Gulupa y curuba*. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

MEDINA, E. (1977). *Introducción a la ecofisiología vegetal*. Monografía. Centro de ecología. Instituto venezolano de investigaciones científicas. Caracas- Venezuela. Programa Regional de Desarrollo Cien-

tífico y Tecnológico Departamento de Asuntos Científicos Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C.

OCAMPO, J. (2007). *Study of the genetic diversity of genus Passiflora L. and its distribution in Colombia*. Thesis Ph.D., Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques - SupAgro Montpellier (France).

OCAMPO, J.; MARÍN, C.; POSADA, P.; LÓPEZ, N.; SOLANO, R. (2012). Establecimiento y zonas productoras del cultivo de gulupa. Capítulo 6. En: Ocampo, J.; Wyckhuys, K. 2012 (editores), *Tecnología para el cultivo de la gulupa en Colombia*. Centro de biosistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura tropical-CIAT y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. República de Colombia.

OCAMPO, J.; URREA, R.; WYCKHUYS, K.; SALAZAR, M. (2013). Aprovechamiento de la variabilidad genética del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como base para un programa de fitomejoramiento en Colombia. *Acta Agronómica*. 62(4): pp. 352-360.

ORTIZ, D.; BOHÓRQUEZ, A.; DUQUE, M.C.; TOHME, J.; CUELLAR, D.; MOSQUERA, T. (2012). Evaluating purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*) genetic variability in individuals from commercial plantations in Colombia. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 59(6): pp. 1089-1099.

PÉREZ-MARTÍNEZ, L.; MELGAREJO, L.M. (2015). Photosynthetic performance and leaf water potential of gulupa (*Passiflora edulis* Sims, *Passifloraceae*) in the reproductive phase in three locations in the Colombian Andes. *Acta Biológica Colombiana*. 20 (1): pp. 83-194.

PÉREZ-MARTÍNEZ, L.; MELGAREJO, L.M. (2012). Caracterización ecofisiológica de gulupa (*Passiflora edulis* Sims) bajo tres condiciones ambientales en el departamento de Cundinamarca. En: Melgarejo L.M., editora. *Ecofisiología del cultivo de gulupa (Passiflora edulis Sims)*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. pp. 11-32.

RICHARDS, A.J. (1997). *Plant Breeding Systems*. 2da. Edition. Chapman y Hall. NY., Estados Unidos.

RIVERA, B.; MIRANDA, D.; ÁVILA, L.; NIETO, A.M. (2002). *Aspectos ecofisiológicos del cultivo de la granadilla*. Capítulo III. Manejo integral

del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Litoas Editorial, Manizales, Colombia. pp. 9-15.

SNOW, N.; MACDOUGAL, J.M. (1993). New chromosome reports in *Passiflora* (*Passifloraceae*). *Systematic Botany*. 18(2): pp. 261-273.

SOUZA, A. (2003). *Aspectos fenológicos e de produção de maracujá-granadilla (Passiflora ligularis Juss) nas condições da Serra da Cantareira-SP*. Tesis de posgrado. Universidade Estadual Paulista (UNESP). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

TANGARIFE, M.; CAETANO, C.; POSADA C. (2009). Caracterización morfológica de especies del genero pasiflora de Colombia. *Acta agronómica*. 58 (3): pp. 117-125.

TESKEY, B.J.E. (1998). *Orchard Grafting*. Government of Ontario. Canadá.

VILLACIS, L.; VEGA, J.; GRUM, M.; COPPENS D'EECKENBRUGGE, G. (1998). Morphological characterization of Andean passifloras (*Passiflora* spp.) from Ecuador. *Plant Genetic Resources*. 115: pp. 51-55

WRATT, G.S.; SMITH, H.C. (1983). *Plant breeding in New Zeland*. The Department of scientific and industrial research. Ed. Butterworths of New Zeland.