

Las *Passifloras*, originarias de América, representan un importante renglón en el sector frutícola por cuanto un importante número de ellas son comestibles y otras de menor importancia poseen productos químicos que pueden ser de utilidad en la farmacopea.

Aunque en el país el desarrollo de las *Passifloras* se ha centrado en el Maracuyá, las especies de clima frío han ido ganando paulatinamente espacio en los mercados de las frutas de clima frío, debido a la capacidad de generación de empleos, a su posibilidad de implantación en zonas antes no dedicadas a labores agrícolas y a una relativa alta aceptabilidad en el mercado de las frutas frescas.

No obstante, existir una considerable extensión, en el país el cultivo ha tenido tendencias a disminuir su crecimiento. Particularmente en el Dpto de Caldas, importantes extensiones han sido reemplazadas por otras alternativas frutícolas, y su crecimiento ha sido mínimo, debido en parte a problemas asociados con agentes patogénicos que afectan los rendimientos.

Las variedades de mayor utilización en el país son la Castilla y la india, siendo la primera altamente susceptible a la antracnosis del fruto, que aunque no deteriora la calidad del fruto en cuanto a sus propiedades organolépticas, su presentación es rechazada en los mercados, y la segunda con menor aceptación en otros mercados nacionales. Ambas son susceptibles a los daños ocasionados por *Botrytis* y por los problemas radiculares ocasionados por *Fusarium*. Ello hace necesario que las prioridades de mejoramiento se centren en la caracterización y evaluación de germoplasma, a fin de detectar fuentes de resistencia a dichas enfermedades, al estudio de labiología floral y la dinámica de polinización que permitan explicar la naturaleza de la variabilidad genética, evaluar los efectos de la consanguinidad y determinar por último los protocolos de polinización de las especies relacionadas y ancestrales que permitan después la realización de los proceso de hibridación interespecífica.

Así mismo se hace necesario, para el desarrollo y definición de los modelos de mejoramiento, la realización de estudios genéticos que permitan conocer el tipo de acción génica y heredabilidad de las principales características morfoagronómicas y del rendimiento y sus componentes.

Lo anterior ha motivado a la ejecución de un programa de mejoramiento genético tendiente a solucionar los principales problemas del cultivo. Inicialmente la conformación de un banco de germoplasma con accesiones colectadas en la zona del departamento de Caldas, en el Valle del Cauca e introducciones de otros países, a fin de determinar la variabilidad genética y establecer la estrategia de mejoramiento. Se ha acudido a la caracterización morfoagronómica basados en un descriptor elaborado por expertos del IPGRI y REAFIT. De igual manera se ha desarrollado un protocolo a fin de caracterizar cromosómicamente las especies y permitir su estudio y las relaciones filogenéticas de las especies del género. Igualmente se han realizado los primeros estudios de la cruzabilidad entre las diferentes especies, así como el nivel de autoincompatibilidad.

Se plantea el estudio de los diferentes híbridos intra e interespecíficos y el comportamiento de líneas de generación S₁ de autofecundación. Igualmente se está analizando basados en las diferentes poblaciones, la naturaleza de la herencia de los principales caracteres cualitativos y cuantitativos, así como de la naturaleza de las resistencias a los factores limitantes

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

El género *Passiflora*, el principal de la familia *Passifloraceae*, se encuentra en ambos mundos, pero la gran mayoría de sus especies son de América. Se localizan desde el nivel del mar hasta alturas que sobrepasan los 3000 m.s.n.m., pero son las regiones moderadamente cálidas y las templadas (400 y 2000 m.s.n.m.), las más

¹ Ingeniero Agrónomo. M. Sc Fitomejoramiento. Profesor Asociado Universidad de Caldas. Apartado 275 Manizales. E mail: resvel@emtelsa.multi.net.co

BIBLIOTECA AGRPECUARIA DE CALDAS

propicias para su desarrollo y las más ricas en especies. En Colombia, particularmente, existen alrededor de un centenar de especies del género *Passiflora*, silvestres en su mayoría (Uribe, 1955).

VARIABILIDAD GENÉTICA

De las veintiuna especies de *Passiflora* del subgénero *Tacsonia* en Colombia, hay unas cuatro que sobresalen como productoras de Curubas y, por consiguiente, tienen la mayor importancia para trabajos genéticos: *P. mollissima*, *P. cumbalensis* (Karst.) Harms., *P. mixta* y *P. antioquiensis* Karst. (Evans, 1986). Otras especies que pueden aportar su variabilidad al mejoramiento son *P. edulis*, *P. parritae*, *P. pinatistipula* y *P. tripartita*.

Según Escobar (1988), en el subgénero *Tacsonia* se encuentran la especie *P. mollissima* (H.B.K.) Bailey, la cual morfológicamente es una enredadera de tallo muy veloso, hojas aserradas, flores con brácteas cilíndricas de color verde, cáliz tubular, pétalos púrpuras, cinco estambres soldados en casi toda su longitud, anteras oblongas, ovario con tres estilos y tres estigmas verdes respectivamente y fruto elipsoide, amarillo al madurar y pulpa ácida.

P. cumbalensis (subgénero *Tacsonia*) var. *goudotiana* (Triana & Planchon) se caracteriza por tener láminas foliares ovadas o deltadas, peciolo con dos o tres nectarios esféricos, estípulas acuminadas en el ápice, generalmente aristadas, redondeadas en la base, brácteas ovadas, connatas, hipantios generalmente verdosos en la base, volviéndose color violeta hacia el ápice; sépalos color rosado o rosado-violeta. Las plantas de esta variedad tienen hojas grandes con lóbulos lanceolados, a diferencia de la var. *cumbalensis* la cual posee además, nectarios prominentes.

Otro subgénero perteneciente al género *Passiflora* es *Manicata*, el cual se caracteriza por poseer zarcillos axilares, hojas simples, trilobuladas o trifoliadas; peciolo con nectarios en superficies adaxiales; presencia de estípulas; pedúnculos gruesos llevando flores erectas; tres brácteas; flores axilares, solitarias, con el hipantio más corto que los sépalos, de color rojo, corona filamentosas, androginóforo generalmente dos veces el largo del hipantio. Semillas con testa reticulada (Escobar, 1988).

Según Escobar (1988), la especie *P. manicata* (subgénero *Manicata*)(Juss)Pers., se presenta como una planta de tallos angulares; láminas foliares trilobuladas, aserradas, con tricomas ondulados transparentes; presencia de nectarios en los peciolo; estípulas abrazando el tallo; pedúnculos gruesos; flores erectas o llevadas horizontalmente; hipantios cilíndricos inflados en la base; sépalos rojos adaxialmente, pétalos rojos; frutos obovados, verdes al madurar; semillas obovadas a acorazonadas con testa reticulada, color café oscuro; arilo anaranjado poco succulento.

Respecto a la variabilidad intraespecífica de la principal especie cultivada *P. mollissima* parece que ella no es muy amplia, no obstante no existir estudios claros que permitan identificarla, ya que por la alta variabilidad genética existente en el género ésta ha sido la principal fuente de estudio para recursistas y mejoradores

CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA

Deferentes trabajos se han realizado para caracterizar algunas especies del género. En el trabajo de Restrepo y Aristizábal (1998), se iniciaron las primeras caracterizaciones en el departamento de Caldas con la ayuda de un descriptor de Frutas Tropicales elaborado por IBPGR (actualmente IPGRI) en 1980, el cual fue diseñado para cinco especies de géneros diferentes y de reconocida importancia en países Asiáticos, así como de otros caracteres de diferenciación. En el estudio se caracterizaron variables cualitativas y la evaluación se realizó con los caracteres número de frutos por planta, peso de frutos por planta y peso promedio de frutos. Igualmente se evaluó la reacción a enfermedades de los genotipos objeto de estudio, bajo condiciones de infección natural de campo con respecto a uno de los principales problemas sanitarios que afecta al cultivo como es la Antracnosis del Fruto causada por el hongo *Colletotrichum lindemutianum*.

Se pudieron distinguir claramente cuatro materiales que corresponden a dos subgéneros bien diferenciados: *Tacsonia* y *Manicata*. Al primero correspondieron los genotipos *P. sp* India y *Passiflora cumbalensis* var. *goudotiana*., mientras que al segundo corresponde la especie *Passiflora manicata*.

Las diferencias entre las especies *P. sp* India, *P. cumbalensis* y *P. manicata* son más notorias que las diferencias encontradas entre subpoblaciones de *P. sp*. India. Estas diferencias o variabilidad permiten pensar en la posibilidad de realizar mejoramiento genético de acuerdo a las necesidades de agricultores, procesadores y consumidores y una vez se pueda inferir sobre las características y la respuesta de ellos a condiciones de manejo, problemas patológicos, facilidades de manipuleo y comercialización.

Actualmente se realiza basados en un descriptor elaborado por expertos del IPGRI y REAFIT, la caracterización de las especies *P. mollissima*, *P. edulis*, *P. sp* India (dos accessiones), *P. maliformis*. De igual manera se caracterizarán las especies *P. pinatistipula*, *P. mixta*, *P. ligularis*, algunos híbridos inter e intraespecíficos y algunas generaciones S₁, en poblaciones autocompatibles.

CARACTERIZACIÓN CROMOSÓMICA

Los cromosomas contienen la información necesaria para el funcionamiento celular, así como de la morfogénesis y reproducción de los organismos. Los cambios del material genético contenido en ellos son la causa de la variación y selección de los seres vivos (Sáez y Cardoso, 1978). Los anteriores autores definen por cariotipo a todas las características que sirven para individualizar un determinado complemento cromosómico, y es el sello particular de un individuo, o de un grupo de individuos relacionados. El cariotipo puede ser representado en forma diagramática por un esquema que se denomina *Idiograma*, basado en valores promedios.

En estudios citogenéticos realizados en tres especies nativas de Australia (*P. aurantia* Forst., *P. herbertiana* Lindl. y *P. cinnabariana* Lindl. (todas $2n = 12$)) y 4 especies exóticas (*P. maliformis* Lindl., *P. seemanni* Griseb. y *P. quadrangularis* Lindl. (todas $2n = 18$) y *P. suberosa* Lindl. ($2n = 24$)) pertenecientes al género *Passiflora*, fueron consistentemente portadores de satélites en cromosomas somáticos (Beal, 1972).

El número de cromosomas de la mayoría de las especies de *Passiflora* de importancia es $2n = 18$ pero de la composición cromosómica de las especies con frutas comestibles, nada se sabe (Evans, 1986). Así mismo, Schultes (1986), indica que el número cromosómico en la mayoría de las especies de importancia entre las *Passifloras* es $2n = 18$.

La ocurrencia de especies $2n = 18$ en la serie euploide interespecífica $2n = 12, 18, 24$ es la principal evidencia, que sugiere Storey (1950), de que el número cromosómico básico ancestral en el género *Passiflora* fue $X = 3$, en vez de $X = 6$. Sin embargo, las especies $2n = 18$ pueden ser derivados aneuploides de un tipo $2n = 24$ (en vez de un origen hexaploide) y esa hipótesis también está conforme con un número básico $X = 6$ para el género. Si $X = 3$ es el número básico, el $2n = 84$ de *Passiflora lutea* es una ploidía extremadamente alta. Además, el número $2n = 6$ no ha sido registrado y si en aquellas especies (es necesario un postulado de un número básico de $X = 3$) siempre existió, ellas han desaparecido del género o son muy poco comunes. Sin embargo, los postulados de los orígenes de la ploidía pueden ser evaluados por el seguimiento de los cromosomas satélites en las especies de $2n = 12, 2n = 18$ y $2n = 24$ (Beal, 1972).

Los resultados de la caracterización morfológica de los cromosomas realizada por Escobar y Katto (1998), se muestran en tabla 1. En la línea élite de *P. sp*, tres pares cromosómicos muestran una mayor tendencia a ser metacéntricos, mientras que los restantes, son acrocéntricos. En este material no hay presencia de cromosomas telocéntricos. Los índices centroméricos encontrados en *P. cumbalensis* var. *goudotiana*, en siete pares cromosómicos muestran un comportamiento metacéntrico mientras que los pares 3º y 6º son acrocéntricos. Cinco pares en *Passiflora manicata*, presentan una tendencia a ser metacéntricos, mientras que son acrocéntricos tres pares y un par es telocéntrico.

En la variedad San Bernardo de *P. sp* India, sólo un par es metacéntrico, aunque otro par muestra una tendencia a presentar esta misma característica. El valor del índice centromérico de dos pares es muy bajo, lo cual refleja su condición de telocéntricos. De otro lado, cinco pares pueden considerarse acrocéntricos.

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

Fajardo *et al.*, (1998), realizaron un análisis genético mediante la utilización de marcadores RAPDs en 52 accesiones, que representaban 14 especies del género *Passiflora*, y los coeficientes de similaridad mostraron grupos genéticos diversos en el género. Las distancias genéticas pueden ser utilizadas en un programa de mejoramiento genético, especialmente en la selección de los padres a fin de buscar el mayor efecto heterótico.

Tabla 1. Valores de Índice Centromérico en cuatro materiales de *Passiflora* evaluados.

Índice centromérico									
Material	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
P sp Elite	1.20	3.25	1.28	3.35	2.4	1.07	1.54	1.07	1.21
<i>P.cumbalensis</i>	1.19	1.29	2.1	1.3	1.23	1.58	1.25	1.09	1.06
<i>P.manicata</i>	1.26	1.30	1.67	2.71	1.15	1.34	1	1.85	∞
P.sp S Bdo	1.83	1.51	2.3	1.08	1	4.09	4.3	2.31	1.4

SISTEMA REPRODUCTIVO

Biología. Sobre cuatro genotipos estudiados las diferencias más notorias se aprecian en la longitud del hipantio, la longitud del androginóforo, el tamaño de las brácteas y la conformación de la corona. Además, es importante mencionar que las flores del subgénero *Tacsonia* asumen una posición péndula, mientras que las flores del subgénero *Manicata* se disponen en forma erecta en la planta.

Naturaleza de la polinización. De conformidad con estudios de Escobar y Katto (1998) se pudo establecer lo siguiente:

Heterostilia. Todos los materiales evaluados presentaron el fenómeno de longistilia.

Dicogamia. Después del análisis del comportamiento de la viabilidad del polen y la receptividad de los estigmas, se encontró que prevalece el fenómeno de protándria.

Se observó que para todos los materiales de *Passiflora* evaluados, dos horas antes de la apertura floral el polen ya era viable, alcanzando su máximo porcentaje en el momento de la apertura. El gineceo por su parte, en todos los materiales, dos horas antes de la apertura floral no mostraba ninguna receptividad. Con excepción de *P. cumbalensis*, los materiales restantes empezaron a ser receptivos una hora antes de la apertura. El máximo porcentaje de receptividad se alcanzó entre las dos y cuatro horas después de la apertura.

Vistosidad de la flor. Los colores que presentaron las flores de los diferentes materiales de *Passiflora* evaluados, se caracterizaron por su gran vistosidad y diferencia en los tonos de los mismos. La flor de *P. sp* Línea élite posee un color rosado brillante, *P. sp* var. San Bernardo tiene un color rosado tenue, *P. manicata* var. *manicata* posee un color rojo intenso y *P. cumbalensis* var. *goudotiana* presenta un color fucsia tenue.

En general, la característica de la vistosidad del color influye notoriamente en la presencia de insectos que contribuyen a la polinización de las flores. Los insectos, mientras la flor no abra, no manifestaron ningún interés en posarse sobre ella. Sin embargo, cuando se completó el proceso de apertura, se observó gran cantidad de ellos visitándola.

En las horas de la noche, sólo insectos del orden Lepidoptera (varios tipos de polillas) visitaron las flores. Durante el día, fueron observados insectos del orden Hymenoptera (*Xylocopa* sp. y *Aphis* spp.) y del orden Coleoptera (Familia Staphilinidae).

Antesis. Se observó en el comportamiento de las partes del periantio que justo antes de la antesis, los filamentos de la corona comenzaron a desplegarse, los pétalos y sépalos empezaron a aflojarse, la textura de la flor se hizo menos rígida y la coloración se tornó más intensa en los diferentes materiales, desde el rojo hasta el púrpura.

A la observación de los botones florales se encontró que el momento de antesis para los cuatro materiales evaluados es como lo muestra la tabla 2.

Tabla 2. Horas de Apertura Floral de Cuatro materiales de *Passiflora* spp..

Material	Hora
<i>P. sp</i> Línea élite	24:30 - 02:30
<i>P. sp</i> San Bernardo	24:30 - 02:30
<i>P. manicata</i> var. <i>Manicata</i>	05:00 - 07:00
<i>P. cumbalensis</i> var. <i>Goudotiana</i>	05:00 - 07:00

Con respecto a la posición de los estigmas se encontraron diferencias en su posición: en *P. sp* Línea élite, *P. sp* var. San Bernardo y *P. cumbalensis* var. *goudotiana* los estigmas se encuentran en posición vertical mientras que en *P. manicata* var. *manicata* la disposición es con tendencia a hacer contacto con las anteras. Esto muestra la tendencia que tiene *P. manicata* a realizar el fenómeno de la autogamia. En todos los materiales evaluados, las anteras asumieron una posición introrsa al inicio de la antesis, mientras que al final de ésta la posición observada fue extrorsa.

La duración de las flores abiertas oscila entre 30 y 36 horas, a partir de las cuales la flor se cierra e inicia su proceso de marchitez. Esta condición se encuentra relacionada con la flacidez que empieza a ser notoria en la corola.

El tiempo de duración de la antesis de los materiales evaluados fue homogéneo dentro de un rango de 10 - 30 minutos, exceptuando *P. cumbalensis* var. *goudotiana* cuyo tiempo de duración fue entre 30 - 50 minutos.

El fenómeno de la alogamia se ve favorecido por la incidencia de factores tales como la longistilia, la protandria, la vistosidad del color y el momento de apertura floral de los materiales. Este último factor se relaciona directamente, con que los materiales alcanzan los máximos picos de viabilidad del polen y receptividad del estigma, en las horas en que se observó a los insectos visitar las flores para el proceso de polinización.

Autoincompatibilidad: Parece que la incompatibilidad genética en el género *Passiflora* no es muy fuerte y que muchos híbridos se podrían formar aplicando una técnica adecuada, aún entre las especies no estrechamente relacionadas. Por lo menos, se puede esperar que el cruzamiento entre las especies relacionadas, por ejemplo, las del subgénero *Tacsonia*, podrían realizarse con relativa facilidad. Se sabe con certeza que existen varias especies establecidas que son de origen híbrido: *P. rosea* (Karst.) Killip. - híbrido de *P. pinnatistipula* Cav. x *P. mollissima* (H.B.K.) Bailey; y *P. roseanum* Killip. - posiblemente *P. cumbalensis* (Karst.) Harms. x *P. jamesoni* (Mast.) Bailey. Y es seguro que *P. antioquiensis* Karst. y *P. mixta* pueden cruzarse con facilidad con otras especies del subgénero *Tacsonia* (Evans, 1986).

Basandose en resultados de autofecundación obtenidos en el semestre B de 1999, se pudo establecer que *P sp* India presentó un porcentaje de autofecundación muy bajo (13%), mientras que *P mollissima*, *P edulis* mostraron porcentajes de autofecundación superior a 65%. *P maliformis* no floreció por lo que su capacidad de autofecundación no se conoce aún.

En estudios previos de Escobar y Katto (1998), establecieron que los porcentajes altos de viabilidad en materiales como *P sp* Línea élite, *P sp* San Bernardo y *P manicata*, se convierten en un factor preponderante para incrementar las posibilidades de autofecundación, lo cual está de acuerdo por lo planteado por Escobar (1985), en investigaciones realizadas sobre el género *Passiflora*. Para *P. cumbalensis* var. *goudotiana*, no se conocen reportes sobre la capacidad de autofecundación.

Actualmente se han producido generaciones S_1 , a fin de determinar cual es el efecto de la endogamia en las diferentes especies del género, e igualmente conocer posteriormente la posibilidad de producir híbridos y de conocer la herencia de ciertos caracteres de importancia económica

SISTEMAS DE MEJORAMIENTO

Potencial de cruzamiento en *Passifloras*. La hibridación, como técnica para el mejoramiento de las especies de valor económico, depende en gran parte de que el número de cromosomas de los gametos de los progenitores sea igual. Si no es así, la producción de alopoliploides es una vía posible para combinar los dos genotipos. Las diferentes especies de *Passiflora* poseen números haploides de cromosomas de $n = 6, 9, 10, 11, 12$ y 24 ; los de los subgéneros *Tacsonia* y *Passiflora* son todas de $n = 9$, lo que en principio indica que la hibridación es un método factible para su mejoramiento (Escobar, 1991).

Según Escobar (1991), en las *Passifloraceas* no existen variedades mejoradas ni seleccionadas, y hay un alto grado de mezcla genética, siendo necesario iniciar en forma metódica y científica la recolección y evaluación del germoplasma existente en los sitios de origen, para luego propagar y multiplicar líneas superiores.

Aunque las especies de *Tacsonia*, según lo reportado por Escobar (1985), forman híbridos interespecíficos con facilidad, las del subgénero *Passiflora* lo forman con dificultad (Maracuyá, *P. edulis*), y los que se logran obtener suelen ser subletales, débiles o estériles. De cruzamientos entre *P. manicata* (subgénero *Manicata*) (Juss) Pers. y *P. edulis* var. *edulis* (Degener) (Curuba redonda del subgénero *Passiflora*) se obtuvo un fruto, lo que indica la posibilidad de utilizar la especie del subgénero *Tacsonia* como puente para inducir caracteres favorables del subgénero *Passiflora* a las demás especies de *Tacsonia*.

P. manicata muestra mayor grado de afinidad para la polinización cruzada con especies del subgénero *Tacsonia* al cual pertenece la Curuba, que con especies de los subgéneros *Distephana* y *Passiflora* (Maracuyá y Granadilla), los cuales son autoincompatibles (Cox, 1957; Nishida, 1958; McGregor, 1976; Girón, 1984 y Snow, 1982, citados por Escobar 1991).

Según Escobar (1991), las especies, *P. cumbalensis* var. *goudotiana* y *P. parritae*, de Colombia; *P. pinnatistipula*, cultivada desde Colombia hasta Bolivia; *P. ampullaceae* y *P. tripartita*, de Ecuador; *P. mandonii*, de Bolivia, son autoincompatibles y tienen la facilidad de cruzarse entre sí, y con otras especies silvestres. Es probable que la hibridación haya jugado un papel importante en el pasado evolutivo de ellas. En estas especies, el entrecruzamiento representa un método posible sino económicamente viable para mejorar las especies silvestres, incorporando en ellas las características más deseables de las cultivadas, y en las cultivadas, una más amplia tolerancia a las condiciones climáticas y una mayor resistencia a las plagas y enfermedades que poseen algunas especies silvestres.

En *P. manicata* se obtienen resultados similares cuando se someten plantas a grupos de tratamientos de polinización manual y polinización cruzada. La emasculación de las flores el día antes de la antesis no influye en la efectividad de la polinización (Escobar, 1985).

Escobar (1985), afirma, que en ensayos de polinización cruzada e hibridaciones en botón en *P. manicata*, se produjeron frutos maduros indicando la receptividad de los estigmas antes de la apertura de la flor y la dehiscencia del polen (realizado en una sola planta con 10 flores, de las cuales se cosechó 20 % de los frutos). Anota además, que ésta especie no posee la capacidad de formar frutos sin polinización (Agamospermia). En ensayos de hibridación realizados por Escobar (1985), se analizó el número de semillas producidas por tratamiento de hibridación, ya que en última instancia, la cantidad de progenies obtenidas de cada cruce son las que determinan el éxito reproductivo de cada especie. Agrega Escobar (1985), que en el ensayo de autopolinización se muestra la gran capacidad de *P. manicata* para efectuar la autogamia sin intervención de agentes polinizadores, la cual no es demostrada para *P. mollissima* (H.B.K.) Bailey.

P. mollissima tiene capacidad de autogamia al ser polinizada manualmente. No tiene capacidad de agamospermia y tiene muy poca capacidad de autopolinizarse automáticamente (Escobar, 1985).

Según Schoeniger (1986), existe una reacción sumamente negativa de unos accesos de *P. mollissima* (H.B.K.) Bailey a la autopolinización continua o la no fructificación de híbridos de *P. mollissima* (H.B.K.) Bailey X *P. mixta*. Escobar (1985), encontró que la hibridación de *P. mollissima* con *P. manicata*, ha tenido menos éxito (75 % de frutos formados y 31% de frutos maduros) que la realizada con especies más emparentadas; la diferencia no es muy grande y el uso de *P. manicata* para introducir genes favorables a la Curuba es un procedimiento muy factible.

De *P. mollissima* (H.B.K.) Bailey se ha utilizado material de origen peruano para el cruzamiento porque luego de varias autopolinizaciones no presenta una segregación de plantas negativas para el mejoramiento (Schoeniger, 1986).

Incluir *P. cumbalensis* var. *goudotiana* (Triana & Planchon), en un proceso de mejoramiento, y disponiendo de líneas seleccionadas y aceptables de *P. mollissima* (H.B.K.) Bailey, al realizar el respectivo cruzamiento entre las dos especies, resultó una F₁ exitosa con características bastante favorables para el mejoramiento. Sin embargo, las descendencias derivadas del híbrido resultante F₁, del cruce de *P. cumbalensis* var. *goudotiana* (Triana & Planchon) X *P. mollissima* (H.B.K.) Bailey, generan semillas no viables (bajo porcentaje de germinación) y esto posiblemente por determinadas combinaciones entre factores hereditarios de diferentes especies (Schoeniger, 1986).

Schoeniger (1986), afirma que *P. cumbalensis* var. *goudotiana* (Triana & Planchon), debe utilizarse como planta madre para lograr un cruzamiento, posiblemente a causa de la diferente longitud de los dos estilos en las especies utilizadas para el cruce.

Debe existir un número mínimo de granos de polen u óvulos, para que el fruto siga su desarrollo normal. En *P. manicata* no se conoce aún este dato, pero sí en *P. vitifolia*. Después de 15 días es obvio si el ovario ha crecido o no (Escobar, 1985).

A diferencia de las especies de Curuba del subgénero Tacsonia, las Granadillas del subgénero Passiflora presentan barreras a la hibridación (Dixit and Torne, 1978; Kajewski, 1941; Payán y Martin, 1975; Ruberté – Torres y Martin, 1974; citados por Escobar, 1991). La gran mayoría de los cruces ensayados resultó en frutos abortados, semillas estériles o plantas débiles. Sólo en cruces de especies muy emparentadas como entre *P. edulis* y *P. cincinnata*, ambas de la serie Incamatae, se ha reportado un éxito relativo en los ensayos de hibridación (Ruberté y Martin, 1974; citados por Escobar, 1991; en Primer Simposio Internacional de Passifloras). Una de las causas para que exista aborto de frutos, hace referencia 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 (Escobar, 1985). Como resultado del proceso de hibridación realizado por Escobar y Katto (1998) entre diferentes materiales de Passiflora encontraron que, a pesar de pertenecer a diferentes subgéneros, los cruces se pudieron llevar cabo encontrando una respuesta positiva reflejada en la formación de frutos.

La diferencia entre el número de frutos recolectados y el número de frutos formados, se debió a los frutos abortados de forma natural, ratificando lo dicho por Escobar (1985), donde se indicó que una planta establece una prioridad para el desarrollo de sus frutos; los frutos inmaduros son abortados mientras que los maduros prevalecen. Los porcentajes de cruzabilidad más altos, siempre estuvieron en los cruces donde las especies del subgénero Tacsonia actuaron como madre, encontrándose éstos en un rango de 33 a 53%. El cruce de *P. sp* Linea elite x *P. cumbalensis* var. *goudotiana* fue la excepción ya que el porcentaje de cruzabilidad fue de 13%. *P. cumbalensis* var. *goudotiana* presentó el mejor comportamiento como madre. Schoeniger (1986), planteó la idea de que *P. cumbalensis* var. *goudotiana* se debía utilizar como planta madre, probablemente por la diferencia en la longitud de los dos estilos de las especies que se emplearan en el cruce.

De otro lado, el subgénero Manicata como madre presentó porcentajes de cruzabilidad entre 120 y 33%, mientras que cuando fue utilizado como padre los porcentajes de cruzabilidad variaron entre 33 y 53%

Tabla 3. Porcentajes de cruzabilidad * obtenidos del proceso de hibridación entre los materiales de Passiflora

Padre Madre	P sp Elite	P sp San Bdo.	P. manicata	P. cumbalensis	Promedio
P sp Elite	----	40	33	13	28.6
P sp S. Bdo	40	----	33	33	35.3
P manicata	20	20	----	33	24.3
P cumbalensis	33	33	53	----	39.6
Promedio	31	31	39.6	26.3	

Cuando se analizan los porcentajes promedios de cruzabilidad entre los materiales, se deduce que el mejor comportamiento como madre lo presentan *P. cumbalensis* var. *goudotiana* y *P. sp* var. *san bernardo* con 39.6 y 35.3% respectivamente. Así mismo, se observa que el mejor material como padre es *P. manicata* var. *manicata* con 39.6%, aunque su

* El porcentaje de cruzabilidad fue obtenido con base en el número de frutos formados y no de los recolectados.

P. sp Línea élite, *P. sp* var. San Bernardo y *P. cumbalensis* var. goudotiana, cuando actuaron como padres mostraron los niveles más bajos de cruzabilidad así 31, 31 y 26.3% respectivamente.

El comportamiento de la variable número de progenies obtenidas por fruto y por cruce comparado con el número de semillas de los materiales parentales, puede ser observado en la tabla 4.

De acuerdo a los resultados expresados en el Cuadro 8, se encontró que el material con mayor efecto materno es *P. cumbalensis* var. goudotiana (132.6 semillas).

La mayor reducción en el número de progenies observada fue en el apareo de *P. mollissima* Línea élite con *P. manicata* var. manicata con 55.5 semillas. En general, se observó una reducción en el número de progenies de los frutos obtenidos de los cruces realizados. *P. mollissima* Línea élite, en general es mal progenitor con valores promedio de 84.5 semillas como madre y 92.7 semillas como padre.

Tabla 4. Promedio del número de progenies obtenidas por fruto y por cruce en comparación con el número de semillas de los materiales parentales.

Padre Madre	<i>P. sp</i> Elite	<i>P. sp</i> S. Bdo	<i>P. manicata</i>	<i>P.</i> <i>cumbalensis</i>	Promedio
<i>P. sp</i> Elite	<u>182.2</u>	113.6	55.5	---	84.5
<i>P. sp</i> S. Bdo	67.5	<u>134.1</u>	73.0	100.0	80.1
<i>P. manicata</i>	63.5	148	<u>155.7</u>	177.0	129.5
<i>P. cumbalensis</i>	147.2	116	134.6	<u>209</u>	132.6
Promedio	92.7	125.8	87.7	138.5	

Nota: Los datos subrayados en las casillas diagonales corresponden a los valores promedio de los materiales parentales.

Se deduce que la variedad goudotiana la cual originalmente produce 209 semillas, al ser utilizada en un proceso de cruzamiento como madre y padre con las demás variedades en estudio, presenta en los frutos producidos una cantidad de progenie superior a la encontrada en los cruzamientos recíprocos que se realizaron entre la línea élite, la variedad San Bernardo y la variedad manicata, retomando el concepto emitido por Escobar (1985), de que "el número de progenies obtenidas determina el éxito reproductivo de una especie".

La reducción en el número de progenies que mostraron los cruces realizados, no se debió a la falta de granos de polen sobre los estigmas en el proceso de polinización manual, ya que se aseguró una saturación total del estigma con los granos de polen.

En recientes trabajos, realizados por el autor y no publicados aún, se ha encontrado la dificultad de realizar cruzamientos entre *P. mollissima*, *P. edulis* y *P. maliformis*, lo cual representa un enorme dificultad para transmitir caracteres de importancia agronómica, como la resistencia a factores bióticos, a la especie cultivada. Sin embargo, existe relativa facilidad entre los materiales de *P. sp* India, pero se hace necesario evaluar la posibilidad ya sea de romper las barreras de la cruzabilidad mediante técnicas asociadas al rescate de embriones, o la utilización de puentes genéticos para fortalecer el programa de mejoramiento genético.

MEJORAMIENTO PARA FACTORES BIÓTICOS

Entre los materiales caracterizados hasta el presente se nota la aparente respuesta diferencial, resistencia tolerancia, de los genotipos *P. sp* India, *P. cumbalensis* y *P. manicata* frente a la alta susceptibilidad a Antracnosis del fruto, reportada en *P. mollissima* por diferentes autores (Campos 1992, Shoeniger 1986). Los ensayos de cruzabilidad efectuados hasta el presente indican que mediante programas adecuados de hibridación y mejoramiento, utilizando por ejemplo el retrocruzamiento puede ser posible la transmisión de la característica de

resistencia de las anteriores especies a la especie *P. mollissima*, cuyo valor comercial es superior en la mayoría de zonas del país.

BIBLIOGRAFÍA

- BEAL, P.R., 1972.** Cytology of the Native Australian and Several Exotic *Passiflora* Species - Morphology of satellited chromosomes. EN: Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences Vol 30 (1). pp 19 - 24.
- CAMPOS E.T., 1992.** The Culture of Curuba (*Passiflora mollissima* (H.B.K.) Bailey in Consult. Acta Horticulture Fruit in Tropical Highland. 310 pp 215 231
- ESCOBAR, Linda K., 1981.** Experimentos Preliminares en la Hibridación de Especies Comestibles de *Passiflora*. EN: Actualidades Biológicas Vol 10 (38). Octubre - Diciembre, 1981. pp 103 - 111
- _____. **1985.** Biología Reproductiva de *Passiflora manicata* e Hibridación con la Curuba, *Passiflora mollissima*. EN: Actualidades Biológicas Vol 14 (54). Octubre - Diciembre, pp 111 - 121.
- _____. **1988.** Flora de Colombia: Passifloraceae. Tomo 10. Bogotá: Talleres Editoriales de la Imprenta Nacional, 139 p.
- _____. **1991.** La Sistemática y Evolución de las Passifloras. EN: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PASSIFLORAS (1:Octubre 29-Noviembre 1, 1991: Palmira). Memorias I Simposio Internacional de Passifloras. Palmira:. pp 51 - 54.
- ESCOBAR P.F., KATTO M.C.** Variación Genética y Cruzabilidad de Cuatro Materiales del Género *Passiflora*. Trabajo de Tesis. Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Agronomía. Manizales
- EVANS, R. 1986.** Algunos Apuntes Botánicos Sobre las Passifloras, 1986. EN: Mesa redonda de la red latinoamericana de agroindustria de frutas tropicales. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, FAO. Bogotá.
- FAJARDO D., ANGEL F., GRUM M., THOME J., LOBO M., ROCA W., & SANCHEZ I. 1988.** Genetic Variation Analysis of the Genus *Passiflora* L using rAPD markers. Euphytica 101: 341 347
- GIRON, M. 1982.** Biología Floral de la *Passiflora ligularis* Juss. Municipio de Caldas - Antioquia. 19 p.
- PRIMOT S, 1999.** Caractérisation Agro Morphologique puis Étude Microscopique des Chromosomes Mitotiques et Méiotiques de Trois des Principales Espèces de Passiflores Andines: *P. mollissima*, *P.sp* cultigène India, *P mixta*. Instituto National Agronomique Cirad Ipgri.
- RESTREPO J.F., ARISTIZABAL J.C. 1997.** Descripción de Germoplasma e Identificación de Acciones Promisorias para un Programa de Mejoramiento Genético. Fitotecnia. N° 003 Mayo.
- SAEZ, F.A. y CARDOSO, H. 1978.** Citogenética Básica y Biología de los Cromosomas. Montevideo. Organización de los Estados Americanos. 124 p.
- SCHOENIGER, Gudrun. 1986.** La Curuba: Técnicas para el Mejoramiento de su Cultivo. Santafé de Bogotá: Ed. Guadalupe Ltda., 1986. 257 p. **SCHULTES, R. Algunos apuntes botánicos sobre las Passifloras, 1986.** EN: Mesa redonda de la red latinoamericana de agroindustria de frutas tropicales. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, FAO. Bogotá.
- STOREY, W.B. 1972.** Chromosome numbers of some species of *Passiflora* occurring in Hawaii. Pacific Science 4, 1950. p. 37 - 42. EN: BEAL, P.R. Cytology of the native Australian and several exotic *Passiflora* species - Morphology of satellited chromosomes. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences 30 (1).. pp. 19 - 24.
- URIBE, U.L. 1955.** Flora de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada. Tomo 27. Madrid: Ediciones Cultura Hispánica. ✓