

CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y QUIMICA DE PASSIFLORAS ANDINAS COMO APOYO AL DESARROLLO DE ESTAS ESPECIES

Clara I. Medina C. ²no
Mario Lobo A. ¹ids
Rubén D. Correa R.

INTRODUCCION

Las passifloras corresponden a un grupo de plantas que comprende entre 12 y 18 géneros (Killip, 1938, Holm-Nielssen et al, 1988), de los cuales el más importante, por número de especies y por valor económico es *Passiflora* (Sánchez et al, 1999). En el mismo hay alrededor de 400 especies (Sánchez et al 1998), encontrándose dentro de este grupo de plantas algunas taxa, en la zona andina, que han adquirido cierto desarrollo como frutas tanto en Colombia como en otros países, entre las que se destacan la granadilla, *Passiflora ligularis* Juss., y en menor escala la curuba larga, *Passiflora mollisima*, perteneciente al subgénero *Tacsonia*.

Adicionalmente hay una serie de especies con perspectivas de desarrollo como frutas, tanto para consumo fresco, como para procesados y bebidas alcohólicas, entre las que se pueden mencionar la granadilla de piedra, *P. maliformis*, la curuba redonda *P. edulis* var *edulis* y un grupo de taxa del subgénero *Tacsonia*, incluyendo la llamada curuba india *Passiflora* sp. pos. *mollisima* y el ,tacso o tin-tin *P. tripartita*.

La granadilla, especie que ha sido considerada como la segunda passiflora en importancia después del maracuyá, (Medina, Lobo, 2000a), es cultivada principalmente en Colombia y en menor escala en México, Centro América, Bolivia, Perú, Estados Unidos de América y las Indias Occidentales , realizándose su cultivo entre los 900 y 2700 m.s.n.m. (Vanderplank, 1996), observándose que la producción es superior y de mayor calidad a alturas por encima de los 2000 m.s.n.m., zona en la cual hay menor incidencia de problemas sanitarios (Garcés, Saldarriaga,sf). La principal zona de producción en el país es la zona de Urao, donde se llegaron a sembrar 1600 hectáreas (Tamayo, 1999, citado por Medina y Lobo, 2000), llegando a generar el cultivo 1200 empleos directos y 400 indirectos por año (Garcés, Saldarriaga, sf).

La curuba se cultiva desde Venezuela hasta Bolivia a altitudes entre los 2600 y 3600 m.s.n.m., habiendo sido introducido el taxón, a partir de los Andes, zona de diversidad primaria a México, Nueva Zelanda, Nueva Guinea, India, Sri Lanka y Kenia, siendo utilizada en la preparación de jugos y postres a partir de los frutos (Escobar, 1988). Las principales áreas de siembra se encuentran en Ecuador, Colombia y Venezuela (Hoyos, 1989). Esta es una especie promisoría por el sabor delicado de sus frutos, pudiendo constituirse en una alternativa importante para las zonas altoandinas, siendo una opción ara la diversificación de cultivos ilícitos (Medina, Lobo, 2000b). En el país se estima que el cultivo ocupa un área de 2761 hectáreas , produciéndose 27.593 toneladas anuales, con una producción promedio de 9.996 kilogramos por hectárea Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Listado de producción de frutales. Datos sin publicar).

El subgénero *Tacsonia*, al cual pertenece la curuba, agrupa 47 especies, todas ellas de origen andino, presentando todas frutos comestibles. De éstas se han considerado con posibilidades de desarrollo la curuba larga *P. mollisima*, la curuba india *P. sp. pos. mollisima*, el tin-tín *P. tripartita*, y otras taxa como *P. cumbalensis* var.*goudotiana*, *P. parritae*, *P. P. pinnatistipula*, *P. ampullacea* y *P. mandonii* (Escobar,1991). Las *Tacsonia* se encuentran entre los 1800 y 4200 msnm, con una distribución restringida a nivel de especies en la mayoría de éllas (Escobar, 1991).

La granadilla de piedra, *P. maliformis*, al igual que la granadilla, pertenece al subgénero *Passiflora*, sección *Tillaeolia* (Holm-Nielssen et al, 1988; Escobar, 1991; Fajardo et al, 1998). La especie se distribuye en Centro y Suramérica entre los 1000 y 2000 m.s.n.m. (Escobar, 1991). En el país se está comenzando a cultivar esta especie, encontrándose ampliamente dispersa, en la forma de plantas individuales, en huertos familiares.

¹ Investigadores, Corpoica Regional cuatro.

La llamada *curuba redonda*, en Colombia, corresponde al maracuyá morado *P. edulis* var. *edulis*. El nombre se asigna a las plantas de esta forma botánica que crecen en los Andes a alturas alrededor de 2000 m.s.n.m., encontrándose en la vertiente de los Andes en Ecuador, Colombia y Venezuela (Lobo, Medina, 2000). En el país, el cultivo de esta forma botánica se considera promisorio y se han comenzado a establecer plantaciones. Tomando como referente el sistema de información de precios de la Corporación Colombia Internacional, el valor promedio de la fruta se puede estimar en \$0.40 US, lo cual señalaría un ingreso bruto de 6000 dólares-hectárea / año, asumiendo una productividad de 15 toneladas por hectárea.

Para desarrollar adecuadamente las especies anteriores se requiere un gran esfuerzo investigativo, el cual obviaría problemas como los que se han presentado en la producción de granadilla, especie que llegó a adquirir importancia sin un sustento tecnológico apropiado, ocurriendo una serie de problemas a los cuales no se tenían soluciones, con pérdidas monetarias elevadas y disminución sensible de las áreas de siembra.

El primer requisito de apoyo al desarrollo de las *passifloras* andinas, como realidad productiva, es contar con una base genética amplia, debidamente caracterizada en sus atributos, incluyendo el potencial de procesamiento que da un valor agregado a la producción y extiende la vida de poscosecha de los frutos de estas taxa que son considerados como altamente perecibles. Lo anterior se debe complementar con una investigación integral en sistemas de producción, con un sentido de cadena, incluyendo desde el productor hasta el consumidor final, con información de potencial agroindustrial y de mercados e igualmente con el diseño de estrategias de mercadotecnia que permitan capturar las demandas posibles por estas frutas.

En el presente escrito, se presentan algunos trabajos que se han realizado con relación a la base genética de *passifloras* de un grupo de especies potenciales, tratando de convertir las mismas en recursos genéticos a partir de los recursos biológicos colectados de este grupo de taxa. Igualmente, se incluye información sobre caracterización química que pretende conocer el potencial de procesamiento de las especies. El primer trabajo se llevó a cabo como parte de un proyecto internacional, realizado por entidades de investigación de Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, con el apoyo financiero del BID y la Coordinación del IPGRI, en el marco de la REDARFIT, y el segundo grupo de investigaciones en el marco de un proyecto que incluyó frutas Amazónicas y Andinas, apoyado por la Comunidad Europea, con participación de la Universidad de Bath (Inglaterra), la Universidad de Minho (Portugal), la Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuarias, EMBRAPA y la Universidad de Lavras (Brasil).

CARACTERIZACION MORFOLÓGICA

Con el objetivo de conocer los atributos presentes en diferentes especies de *passifloras*, y se utilizó un descriptor, desarrollado por Medina y colaboradores (1997), el cual se modificó a lo largo del proceso de registro de la información. El mismo comprende variables de caracterización, las cuales corresponden a atributos cualitativos, generalmente de alta heredabilidad y características cuantitativas, normalmente de media a baja heredabilidad, esto es, afectados por el ambiente. En el presente escrito se presentan los resultados obtenidos con 111 variables de índole cualitativa, incluyendo los mismos en la figura 1, en forma de dendograma y adicionalmente, se presenta en la tabla 1 un resumen de % de atributos con polimorfismo, por órgano y por especie.

De las características registradas, 4 no presentaron variabilidad, las cuales incluyen: crecimiento tipo enredadera, ausencia de estípulas salientes, inflorescencias con una flor y presencia de opérculo floral.

En el dendograma se puede apreciar la separación de los subgéneros *Tacsonia* (*P. mollisima*, *P. sp. pos. mollisima*, *P. tripartita* y *P. antioquiensis*) y *Passiflora* o *Granadilla* (*P. ligularis*, *P. maliformis*, *P. edulis* var *edulis* y *P. caerulea*), ubicándose a ambos extremos del dendograma dos grupos del subgénero *Plectostema* (*P. adenopoda* y *P. foetida* en uno de ellos y *P. hanni*, *P. alnifolia*, *P. apoda*, *P. capsularis*, *P. sanguinolenta* y *P. plectostema*).

Igualmente, en el mismo, hay agrupamientos por especies, con algún grado de intercalamiento, a nivel de las accesiones de *curuba redonda* y *curuba india* del subgénero *Tacsonia*. Esto último, unido a reportes previos de agrupamiento de estas dos especies, como producto de trabajos de caracterización molecular (Fajardo et al, 1998, Sánchez et al, 1999), apoyan la idea de que ambas son variantes de la misma especie.

En general se puede apreciar que la variabilidad existente en la colección es buena, debiendo existir un alto grado de heterocigosidad a nivel de los materiales, ya que estas son taxa con bajo grado de desarrollo que presentan una alta alogamia. Lo anterior se potencia al considerar que en las *passifloras* las barreras de cruzabilidad no están muy laramente definidas, obteniéndose híbridos entre materiales distantes. En este sentido, los autores del presente estudio obtuvieron plantas F1 fértiles entre las especies *P. mollisima* y *P. manicata*, ubicadas en dos subgéneros diferentes: *Tacsonia* y *Granadillastrum* (datos no publicados) Pese a lo anterior, es conveniente continuar con procesos de colecta que permitan ampliar aún más la base genética para el desarrollo de las especies promisorias.

La variabilidad de la colección puede apreciarse al observar la tabla 1, en la cual se incluye el polimorfismo a nivel de diferentes órganos de las especies con potencial de desarrollo, incluidas en los estudios. La especie *P. edulis* var *edulis* fue la que presentó mayor variabilidad a nivel de los atributos, con alrededor de 80% de éstos con diferentes estados, seguida de la curuba india con 75% de polimorfismos. Cabe señalar que las dos especies anteriores, tienen la primera una domesticación incipiente y que la segunda viene de diferentes zonas del país, lo cual podría explicar la mayor variabilidad de estas taxa. Las taxa anteriores a su vez, conjuntamente con *P. ligularis*, fueron las que incluyeron mayor número de accesiones, exhibiendo *P. ligularis* menor polimorfismo, lo cual es atribuible al hecho de que los materiales de esta especie provienen de un área

geográfica más estrecha y además que ha sido objeto de un proceso de domesticación más intensivo, reconociéndose que este puede involucrar reducción de variabilidad inicial por el llamado efecto fundador, o sea, una base genética reducida en los materiales a partir de los cuales se inició la domesticación y además procesos selectivos, reconociéndose la importancia de la acción antrópica sobre caracteres cualitativos en los procesos de selección de materiales para siembra.

Tabla 1. Grado de polimorfismo % obtenido con atributos de índole cualitativa en especies promisorias del género *Passiflora*, clasificados por órganos de la planta. C.I. "La Selva".

ORGANO NUM.VAR	P. mollisima	P.mollisima India	P. tripartita	P. ligularis	P. edulis Var edulis	P. maliformis
Tallo-6	50.00	66.67	0.00	33.33	66.67	83.33
Zarcillos-6	50.00	100.00	0.00	100.00	83.33	100.00
Estípulas-9	66.67	88.89	44.44	77.78	77.78	66.67
Pecíolo-4	25.00	25.00	0.00	50.00	50.00	50.00
Hojas-17	35.29	70.59	52.94	35.29	88.23	47.06
Brácteas-10	40.00	70.00	30.00	60.00	80.00	60.00
Flor-37	67.57	78.38	56.76	64.86	83.78	59.46
Fruto-17	41.18	64.70	35.29	47.06	64.70	52.94
Semilla-5	40.00	100.00	0.00	80.00	100.00	80.00
Total -111	53.15	74.77	61.26	58.55	79.28	61.26
No. Acces.	10	18	5	24	21	7

CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA

En la tabla se incluyen las diferentes variables fisico-químicas registradas en frutos maduros de granadilla, *P. ligularis*, curuba, *P. mollisima*, curuba redonda, *P. edulis* var *edulis* y granadilla de piedra, *P. maliformis*.

Los resultados

incluidos permiten concluir que la granadilla presenta un sabor dulce, lo cual se deduce del contenido de azúcares y del hecho de que no es un fruto demasiado ácido. La alta actividad de polifenoloxidasas y peroxidasa puede explicar el hecho de que no sea muy utilizada la fruta para la fabricación de jugos ya que el sabor del jugo debe cambiar en poco tiempo por la acción oxidativa de estas enzimas. Al respecto, la granadilla tiene excelente aceptación para consumo en fresco, anotando Grajales (1991), citado por Lobo y Medina (2000a) que el sabor y aroma de esta fruta, complementariamente con la relación sólidos solubles/acidez, limitan la utilización de la fruta como materia prima para industria.

Los frutos de curuba son agridulces, presentando un buen contenido de vitamina C. En este sentido Romero-Castañeda (1991), citado por Medina y Lobo (2000b), señaló que el jugo de curuba es de buena calidad, siendo aceptado a nivel nacional e internacional. Otro aspecto importante, derivado del análisis, es la actividad de poligalacturonasa, enzima relacionada con el ablandamiento, lo cual explica la corta vida de poscosecha de este

fruto y su alta perecibilidad. La fruta puede ser empleada para la fabricación de jugo, vino, sorbete, dulce, gelatina y rellenos en pastelería (Sarmiento, 1986; Hoyos, 1989; Geilfus, 1994; Romero-Castañeda, 1991; Vanderplank, 1996), no siendo consumidos frescos por presentar cierta astringencia, la cual se deriva del contenido de fenoles, especialmente fenoles oligoméricos, ocurriendo la sensación de astringencia por la coagulación de las proteínas de la saliva y el epitelio mucoso debido a la combinación de éstas con los fenoles. Cabe señalar que el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Colombia, desarrolló un protocolo de procesamiento de la fruta para la obtención de néctares y concentrados (Bernal y Correa, 1998).

La curuba redonda *Passiflora edulis var edulis*, pese a ser muy ácida, exhibe un buen contenido de azúcares totales, lo cual produce un excelente contraste agridulce, resultados similares fueron encontrados en maracuyá, *Passiflora edulis var flavicarpa* por Lima et al (1994) y Tocchini et al (1995). El fruto presenta un actividad, relativamente alta de polifenoloxidasas y peroxidasa, aspecto a considerar en la producción de jugos, en los cuales debe estudiarse el proceso oxidativo (pardeamiento) de los mismos. Los frutos además de presentar perspectivas para consumo en fresco, pueden ser empleados para la producción de jugos, néctares, concentrados y licores, debiendo evaluarse otros derivados como son: mezclas con jugos de otras frutas, sorbetes y su posibilidad de ser un ingrediente en la fabricación de cremas y artículos de confitería (Lobo, Medina, 2000). Igualmente y basados en resultados obtenidos con maracuyá (Texeira, 1994), se considera que la cáscara y semillas podrían ser empleadas en alimentación animal, siendo recomendable realizar análisis bromatológicos al respecto.

Tabla 2. Características químicas registradas en frutos completamente maduros de diferentes especies del género *Passiflora*. C.I. "La Selva".

Característica	P. ligularis	P. mollisima	P. edulis var. Edulis	P. maliformis
Longitud fruto cm	6.60	9.12	4.95	4.56
Ancho del fruto cm	5.97	3.37	5.97	4.29
Peso del fruto gr	67.46	54.77	46.36	33.59
% Pulpa	33.49	53.47	38.52	28.00
% Semilla	20.79	17.08	15.15	10.41
Contenido jugo ml/fruto	20.54	28.96	15.67	7.11
Grados Brix	14.21	10.08	13.66	16.80
PH	4.47	3.37	2.88	3.38
Vitamina C mg/100 gr	38.08	42.24	28.56	24.99
Azúcares totales %	13.60	8.00	12.66	12.17
Azúcares reductores %	8.70	7.04	6.94	5.18
Almidón %	0.49	1.87	2.86	1.28
Fenoles poliméricos	0.026	0.51	0.045	0.026
Fenoles oligoméricos	0.076	2.45	0.038	0.020
Fenoles diméricos	0.028	0.73	0.044	0.017
Peroxidasa UAE	89.97	0.67	37.88	106.81
Polifenoloxidasas UAE	104.27	5.03	58.33	51.81
Poligalacturonasa UAE	17.03	38.68	12.00	17.40
Pectina total %	0.35	0.43	0.51	0.34
Pectina fraccionada				
Alta metoxilación	1.18	4.49	2.82	0.37
Baja metoxilación	0.049	3.79	1.31	1.32
Protopectina	0.17	0.32	0.56	0.24

La granadilla de piedra exhibe, igualmente, sabor agridulce y un rendimiento en jugo relativamente bajo, aspecto sobre el cual es importante estudiar la posible variabilidad que se presenta a nivel de diferentes accesiones de esta especie. La fruta presenta una actividad alta de peroxidasa y relativamente elevada de polifenoloxidasas, tópicos que habría que considerar en la producción de jugos, evaluando el pardeamiento de los mismos, para poder desarrollar metodologías que impidan los procesos. La fruta es apreciada para consumo en fresco a pesar de poseer una cáscara demasiado dura y difícil de abrir (Medina, Lobo, 2000a). La pulpa puede ser blanca o amarilla translúcida, existiendo una mayor preferencia por el segundo tipo (Medina, Lobo, 2000a). En Jamaica, la pulpa se utiliza para ser servida con vino y azúcar y se considera que el jugo es excelente para la preparación de bebidas frías (Morton, 1987).

BIBLIOGRAFIA

BERNAL, H.Y.; CORREA, J.E. 1998. Passifloraceae. *En*: Especies Vegetales Promisoiras de los países del Convenio Andrés Bello. Santafé de Bogotá. SECAB. Tomo XII. Pp. 325-381.

ESCOBAR, L. 1988. Flora de Colombia. Bogotá. COLCIENCIAS. 138 p.

- ESCOBAR, L. 1991.** Sistemática y Evolución de las Passifloras. En: Simposio Nacional de Passifloras, 1. Palmira, Colombia. Memorias. Universidad Nacional de Colombia/FES/CIRAD. pp. 51-79.
- FAJARDO, D.; ANGEL, F.; GRUM, M.; TOHME, J.; LOBO, M.; ROCA, I.; SANCHEZ, I. 1998.** Genetic Variation analysis of the genus *Passiflora* L. using RAPD markers. *Euphytica* 101:341-347.
- GARCÉS, I.; SALDARRIAGA, R.L. sf.** El Cultivo de la Granadilla. Medellín, Ediciones Gráficas. 34 p.
- GEILFUS, F. 1994.** *Passiflora mollisima*. El Árbol al Servicio del Agricultor. En: Manual de agroforestería para el desarrollo rural. 1ed. Turrialba. 237 p.
- GRAJALES, J.A. 1991.** Posibilidades de Mercado Internacional para Jugos Procesados Tropicales. En: Simposio Nacional de Passifloras, 1. Palmira, Colombia. Memorias. Universidad Nacional de Colombia/FES/CIRAD. pp. 191-195.
- HOLM-NIELSEN, L.; JORGENSEN, P.M.; LAWESSOMN, J.E. 1988.** Flora de Ecuador. 31. In: Passifloraceae (Harling, G., and Andersson, L., edits). University of Gosteborgs, Sweden. pp: 130-138.
- HOYOS, I. 1989.** Curuba Parcha (*Passiflora mollisima* HBK, Bailey). En: Frutales de Venezuela. Caracas, Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. pp. 210-211.
- KILLIP, E.P. 1938.** The American Species of *Passifloraceae*. Vol19. Parts 1 and 2. Field Museum of Natural History. Chicago. pp.613-656.
- LIMA, A.A.; SANTOS; FILHO, H.P.; FANCELLI, M.; SANCHEZ, N.F.; BORGES, A.L. 1994.** Cultura do Maracujá. Brasília. Embrapa-SPI. Colecao Plantar. 74 p.
- LOBO, M.; MEDINA; C.I. 2000.** Maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims f. *Edulis*). En: Caracterizacao de frutas nativas de América Latina. Série Frutas Nativas. Edicao comemorativa do 30° Aniversário da Sociedade Brasileira de Fruticultura. (En impresión).
- MEDINA, C.I.; LOBO, M.; GRUM, M.; COPPENS, G.; TILLET, S.S.; AMEZQUITA, G. SEGURA, S.; VELEZ, J.G.; VEGA, J.; VILLACIS, L.A.; 1997.** Descriptores de las Passifloras (Versión preliminar).
- MEDINA, C.I.; LOBO, M. 2000 a.** Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss), Granadilla de Piedra (*Passiflora maliformis* L.). En: Caracterizacao de frutas nativas de América Latina. Série Frutas Nativas. Edicao comemorativa do 30° Aniversário da Sociedade Brasileira de Fruticultura. (En impresión).
- _____ 2000 b.** Curuba (*Passiflora mollisima* (H.B.K.) Bailey). En: Caracterizacao de frutas nativas de América Latina. Série Frutas Nativas. Edicao comemorativa do 30° Aniversário da Sociedade Brasileira de Fruticultura. (En impresión).
- MORTON, J. 1987.** Fruits of warm climates. Miami, USA. Cahpman & Hall. 247p.
- ROMERO-CASTAÑEDA, R. 1991.** *Passiflora mollisima*. En: Frutas silvestres de Colombia. 2ed. Santaféde Bogotá. pp. 406-408.
- SANCHEZ, I.; ANGEL, F.; FAJARDO, D.; CASTILLO, M.F.; LOBO, M.; GRUM, M.; TOHME, J.; ROCA, W. 1998.** Caracterización por medio de marcadores moleculares, como base en el mejoramiento genético del género *Passiflora* L. Poster, XLIV Reunión Anual Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical. Maracaibo, Venezuela.
- SANCHEZ, I.; ANGEL, F.; GRUM, M.; DUQUE, M.; LOBO, M.; TOHME, J.; ROCA, W. 1999.** Variability of chloroplast DNA in the genus *Passiflora* L. *Euphytica* 108:15-26.
- SARMIENTO, G.E. 1986.** *Passiflora mollisima*. En: Frutas en Colombia. 1 ed. Santafé de Bogotá. Ediciones Cultural Colombiana. pp. 43-45.
- TEXEIRA, C. 1994.** Maracujá. En: Maracujá: Cultura, Matéria prima e aspecto economico. Campinas, Brasil. ITAL. Serie Frutas Tropicais. pp. 1-39.
- TOCHINI, R.P.; NISIDA, A.L.A.C.; HASHIMUZUME, T.; MEDINA, J.C.; TURATTI, J.M. 1995.** Processamento: produtos, caracterizacao e utilizacao. En: Maracujá. Campinas, Brasil. ITAL. pp. 161-195.
- VANDERPLANK, J. 1991.** Passion flowers. Cambridge, Massachusetts; He MIT Prees, Massachusetts Institute of Technology.