

**SOCIEDAD COLOMBIANA
DE CIENCIAS HORTÍCOLAS**



Gulupa



Curuba



Granadilla



Maracuyá

**Cultivo, Poscosecha y Comercialización
de las Pasifloráceas en Colombia:
Maracuyá, Granadilla, Gulupa y Curuba**

**Cultivo, poscosecha y comercialización
de las pasifloráceas en Colombia:
maracuyá, granadilla, gulupa y curuba**

Diego Miranda
Gerhard Fischer
Carlos Carranza
Stanislav Magnitskiy
Fánor Casierra
Wilson Piedrahíta
Luis Enrique Flórez
Editores

Cultivo, poscosecha y comercialización
de las pasifloráceas en Colombia:
maracuyá, granadilla, gulupa y curuba

© Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas

Editores:

Diego Miranda
Gerhard Fischer
Carlos Carranza
Stanislav Magnitskiy
Fánor Casierra
Wilson Piedrahíta
Luis Enrique Flórez

ISBN: 978-958-98678-2-2

Diseño y armada electrónica páginas interiores:
Nadeyda Suárez

Diseño portada:
Carlos Carranza
July Mejía Cabrera

Impresión:
Ruben's Impresores Editores
Ruben Sanabria, Director
rubensimp@hotmail.com

Primera edición, 2009
Bogotá, Colombia

Se autoriza la reproducción y citación del material que aparece en el libro, siempre y cuando se indique de manera explícita: nombre del libro, nombre del autor(es), año, título del capítulo y páginas. Las ideas y observaciones consignadas por los autores están bajo su responsabilidad y no interpretan necesariamente las opiniones y políticas de la Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. La mención de productos o marcas comerciales en el libro, no implica recomendación o apoyo por parte de la Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas; el uso de tales productos debe ceñirse a las recomendaciones de las etiquetas.

Contenido

Prefacio	5
Recursos genéticos de pasifloráceas en Colombia	7
MARIO LOBO Y CLARA INÉS MEDINA	
Zonificación de las especies pasifloráceas comerciales en Colombia	19
LUIS JOEL MARTÍNEZ, SERGIO ANDRÉS GARCÍA Y ROBINSON SANABRIA	
Ecofisiología de las especies pasifloráceas cultivadas en Colombia	45
GERHARD FISCHER, FÁNOR CASIERRA-POSADA Y WILSON PIEDRAHÍTA	
Propagación de especies pasifloráceas	69
DIEGO MIRANDA, MARGARITA PEREA Y STANISLAV MAGNITSKIY	
Manejo integrado del cultivo de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>)	97
ALEJANDRO CLEVES, ALFREDO DE JESÚS JARMA Y JORGE FONSECA	
Manejo integral del cultivo de la granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss.)	121
DIEGO MIRANDA	
Manejo integrado del cultivo de gulupa (<i>Passiflora edulis</i> Sims.)	159
YANETH JIMÉNEZ, CARLOS CARRANZA Y MARLON RODRÍGUEZ	

Manejo integrado del cultivo de curuba (<i>Passiflora tripartita</i> var. <i>mollissima</i>)	191
OMAR CAMILO QUINTERO	
Buenas Prácticas Agrícolas en pasifloráceas	211
FREDY VILLAMIL	
Enfermedades importantes de las pasifloráceas en Colombia	223
JAIRO CASTAÑO-ZAPATA	
Plagas de importancia económica asociadas a las pasifloráceas y su manejo en Colombia	245
HOMERO MORA Y MIGUEL BENAVIDES	
Cosecha y poscosecha en las frutas pasifloráceas	267
MARÍA SOLEDAD HERNÁNDEZ Y GERHARD FISCHER	
Industrialización de la granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss.)	283
MARÍA LUISA RODRÍGUEZ	
Economía y gestión del sistema de producción de pasifloráceas en Colombia	303
LUIS FELIPE RODRÍGUEZ Y LILIA TERESA BERMÚDEZ	
Mercados nacionales e internacionales de las frutas pasifloráceas	327
MARCELA ISAACS	
Resúmenes de investigación en pasifloráceas	345

Prefacio

En momentos en que para Colombia la producción, comercialización y exportación de frutas está adquiriendo gran importancia, no solo por las ventajas comparativas y competitivas que el país tiene para la implementación de proyectos productivos integrales en especies frutales, sino por las tendencias mundiales que muestran incrementos considerables en el consumo de frutas, cualquier aporte cobra gran importancia, en este caso la publicación que presentamos y que hemos titulado “*Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba*”.

Lo crucial que tienen las pasifloráceas para Colombia, radica en considerar al país como posible centro de origen o centro nuclear de algunas de estas especies; por su amplia adaptación a diversos ambientes y de allí su atención creciente dentro de la fruticultura nacional y el desarrollo alcanzado en diferentes plantaciones comerciales.

Se intenta con esta publicación hacer una recopilación y una actualización de los principales avances científicos y tecnológicos, en los diferentes componentes de los sistemas productivos existentes, como son: los recursos genéticos disponibles para las diferentes regiones del país, su ecofisiología, los sistemas de producción del material de propagación y de sus semillas, los métodos de establecimiento de estos cultivos y las técnicas de manejo integrado, la recolección, poscosecha, comercialización y las tendencias de los mercados de exportación.

La temática está organizada con un enfoque de cadena productiva que se inicia desde la preproducción (eslabón de la planificación de los cultivos) hasta

la comercialización y exportación de la producción; con el fin de que nuestros lectores asimilen este enfoque y piensen, que además de ser una política nacional abanderada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el trabajo en cadenas productivas es un sistema de trabajo, en el cual, existe un encadenamiento hacia atrás y hacia adelante, altamente relacionados y mutuamente dependientes y que deben funcionar armónicamente para ser altamente eficaces y eficientes.

Los contenidos son el resultado de los aportes de especialistas y profesionales de diferentes disciplinas, quienes participaron en el “*Seminario Nacional sobre Pasifloráceas*”, realizado el año anterior bajo la organización de la Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, intercambiando sus conocimientos y experiencias productivas y de exportación, con un grupo de productores, investigadores y asistentes técnicos de zonas productoras del país, con el fin de plantear alternativas de solución a las problemáticas tecnológica y socioeconómica vigentes y en cómo reorientar esta actividad productiva para hacerla sostenible. Por todo esto queremos darle nuestros agradecimientos a los especialistas que generaron y apoyaron esta publicación.

Se seleccionaron las especies *Maracuyá*, *Granadilla*, *Gulupa* y *Curuba* que se consideran las de mayor importancia para el país, tanto por el número de productores vinculados, como por las áreas dedicadas a su cultivo en las diferentes regiones y por estar incluidas dentro de las prioridades del Plan Frutícola Nacional. Los autores y editores consideran que la información aquí contenida será de gran utilidad para los productores y que complementa cualquier plan con Buenas Prácticas Agrícolas para los mercados locales especializados y los mercados de exportación.

Finalmente, consideramos que esta publicación se constituye en un aporte más de la Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas dirigida al desarrollo armónico de la fruticultura Nacional y que hoy felizmente ponemos en manos de la comunidad técnica, científica y de los productores de las Pasifloras en Colombia.

Diego Miranda, Gerhard Fischer, Carlos Carranza, Stanislav Magnitskiy, Fánor Casierra, Wilson Piedrahíta y Luis Enrique Flórez

Editores

Recursos genéticos de pasifloráceas en Colombia

Genetic resources of Passifloraceae in Colombia

MARIO LOBO¹ Y CLARA INÉS MEDINA²

Resumen

Las pasifloras (familia Passifloraceae) en las cuales el género más importante es *Passiflora*, comprenden un conjunto de especies con desarrollo, y otras potenciales, desde la óptica de oferta de frutas; posibilidades ornamentales y propiedades medicinales. Colombia es centro de diversidad de un grupo importante de estas especies. Del conjunto de pasifloras, el maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Sims.), la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.), la gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) y la curuba (*Passiflora mollissima* Bailey), han adquirido importancia, con exportación de las tres primeras. El desarrollo de estos cultivos se ha basado en esfuerzos de productores y de algunos investigadores y técnicos, sin visión integral de la función productiva, de la cual el genotipo es componente fundamental. Por ello, en el escrito, se presenta una descripción de los recursos genéticos, con información de diversidad, conservación de la variabilidad de este grupo de taxa y procesos de valor agregado realizados para darle valor de opción y utilidad a la variabilidad heredable.

Palabras clave: variabilidad genética, conservación, utilización.

Abstract

Passion fruits (family Passifloraceae), in which *Passiflora* is the most important genus, comprise a set of species with actual value and others with potential

¹ Investigador titular, Grupo de Recursos Genéticos Vegetales, C.I. La Selva, CORPOICA, Rionegro (Colombia). e-mail: mlobo@corpoica.org.co

² Investigadora, Grupo de Recursos Genéticos Vegetales, C.I. La Selva, CORPOICA, Rionegro (Colombia). e-mail: cmedina@corpoica.org.co

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 pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

development for agricultural, ornamental and medicinal purposes. Colombia is a center of diversity for a large number of these species. Yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Sims.), sweet granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.), purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.) and banana passion fruit (*Passiflora mollissima* Bailey) have gained an importance, making Colombia an exporter of the three first species. The development of these crops has been based on efforts done by some producers, researchers and technicians, without an integral view of the productive function, in which the genotype is a key component. This paper presents a description of passion fruit genetic resources in Colombia, with information related to species diversity, variability conservation of this group of taxa and characterization processes undertaken to change the genetic resources from existent value to option and use values.

Keywords: genetic variability, conservation, use.

Introducción

El conjunto de entidades biológicas conocido como las pasifloras, pertenece a la familia Passifloraceae, nombre dado a estas por los misioneros españoles (Ocampo *et al.*, 2007), por su morfología floral, en relación con la pasión de Cristo (Killip, 1938). El clade tiene alrededor de 630 especies, incluidas en 12 a 18 géneros, distribuidas desde el nivel del mar hasta los 3.800 msnm (Holm-Nielsen *et al.*, 1988). En esta familia, *Passiflora* es el género más importante desde el punto de vista económico, con alrededor de 530 especies, distribuidas especialmente en el nuevo mundo (Ulmer y MacDougal, 2004). Diversas *Passiflora* son sembradas por sus frutos comestibles, al igual que como ornamentales o por sus propiedades medicinales (Coppens d'Eeckenbrugge, 2003; Dhawan *et al.*, 2004; Ulmer y MacDougal, 2004).

Entre las entidades de este conglomerado que han adquirido cierto desarrollo como frutas, se destacan el maracuyá *Passiflora edulis* Sims. var. *flavicarpa*; la granadilla *Passiflora ligularis* Juss., la gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) y la curuba larga *Passiflora mollissima* Bailey (syn. *Passiflora tripartita* var. *mollissima*) taxón a partir del cual Coppens d'Eeckenbrugge *et al.* (2001) clasificaron como especie la llamada curuba india, *Passiflora tarminiana* Coppens Barney, sin que haya consenso al respecto, conceptuando los autores que esta es una forma o variedad botánica de *Passiflora mollissima* Bailey. De las frutas anteriores, fueron

incluidas en la “Apuesta Exportadora Agropecuaria” de Colombia (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006), el maracuyá y la granadilla, taxa, a las cuales se adicionó la curuba, *Passiflora mollissima*, en la propuesta frutícola para Colombia formulada por Tafur (2006).

También, Medina *et al.* (2000), afirmaron que había un conjunto de pasifloras con perspectivas de desarrollo, tanto para consumo fresco, como para procesados y bebidas alcohólicas, entre las cuales señalaron la granadilla de piedra *P. maliformis*, la curuba redonda o gulupa *P. edulis* var. *edulis* y un grupo taxa del subgénero *Tacsonia*. La pulpa de la granadilla de piedra es muy apreciada para consumo en fresco. En Jamaica, ésta se mezcla con vino y azúcar para su consumo; con producción en ese país, de jugos a partir de la fruta (Medina y Lobo, 2000; Medina *et al.*, 2000). La curuba redonda ha sido considerada como promisoría para la Zona Andina alrededor de 2.000 msnm, con posibilidades de consumo fresco y de procesamiento (Lobo y Medina, 2000).

Diversidad de especies

Ocampo *et al.* (2007) revisaron la diversidad de especies de Passifloraceae en Colombia con base en literatura, ejemplares de los herbarios y observaciones de campo. Encontraron en el país 167 especies, de las cuales 165 eran nativas, por lo cual concluyeron que Colombia poseía la mayor riqueza genética de este conglomerado de especies, seguido por Brasil; con una diversidad importante del género *Passiflora* en los Andes de Colombia y Ecuador, los llevó a postular que esta era el centro de diversidad primaria. Al respecto, Escobar (1988) señaló que 40% de los taxa de *Passifloraceae*, se encontraban en los Andes.

Indicaron también, que la distribución de las Passifloraceae ha sido afectada seriamente, en especial en los Andes, con un 70,6% de las especies en riesgo de pérdida de diverso tipo, en consonancia con los criterios de la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Al respecto, cabe señalar que las investigadoras Linda Escobar y Gudrun Schoeniger, estudiaron y colectaron ejemplares de herbario y semillas de diversos taxa: *Passiflora* la primera, y subgénero *Tacsonia*, la segunda. Pero luego de la desaparición de las científicas, quedaron únicamente ejemplares de herbario. Lo anterior es ejemplo de la importancia de la diversidad a nivel de especies, unido a endemismos, existencia de taxa con potencial de explotación productiva y peligro de pérdida de especies e intraespecífica, señala la importancia de

los esfuerzos de conservación; lo cual, a su vez se propicia con procesos de valor agregado.

En consecuencia, se llevó a cabo un proyecto formulado en el seno de la Red Andina de Recursos Filogenéticos (REDARFIT), con liderazgo de CORPOICA, Colombia, la participación del Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos IPGRI (hoy Bioversity Internacional), y entidades nacionales de los países Andinos, con el soporte financiero del BID. En el marco del proyecto, se realizaron acciones de colecta y valor agregado, que en Colombia privilegió el rescate de los materiales de las dos investigadoras mencionadas. También se realizó otro proyecto por parte de un consorcio entre el IPGRI, la Universidad Pontificia Javeriana de Colombia y el Centro Nacional de Investigación en Café, CENICAFE (Chinchiná, Colombia). Este se focalizó en colecta, establecimiento de colecciones y procesos de valor agregado.

Conservación de los recursos genéticos de *Passiflora*

Dados los peligros de pérdida de las *Passiflora* en condiciones espontáneas, es importante la implementación de metodologías de conservación *ex situ*. También dado el tamaño de las plantas, que indica establecimiento de colecciones de campo, con un número reducido de individuos por población, lo que conduce a baja representatividad de las subpoblaciones de cada especie; una alternativa o complemento es la conservación de semilla de cada deme. Esto implica determinar el potencial de almacenamiento por esta vía, lo cual depende de la tolerancia por parte de las simientes, a la desecación. Esto permite diferenciar las semillas llamadas recalcitrantes, esto es aquellas intolerantes a pérdida de humedad y, por lo tanto, no almacenables a largo plazo de las ortodoxas, las que permiten desecación hasta valores alrededor del 5% e intermedias, que toleran ésta en valores entre el 10,0 y 12,5% (Hong y Ellis, 1996).

Al respecto, el *Compendio del Comportamiento en Almacenamiento de las Semillas* (Hong *et al.*, 1996), del IPGRI, el cual incluye información de 7 mil especies, 2 mil géneros de 251 familias, señala comportamiento intermedio o posiblemente intermedio para taxa del género *Passiflora*.

En Colombia se conservan 141 accesiones de *Passiflora* en el Sistema de Bancos de la Nación Colombiana para la Alimentación y la Agricultura,

manejado por CORPOICA, las cuales se relacionan por especie, y número de accesiones por taxa (tabla 1). Estas permanecen almacenadas en neveras a 10°C, con 12% de contenido de humedad, condiciones apropiadas para la semilla de categoría intermedia. Estas comprenden 19 especies identificadas, un conjunto de 10 entidades sin identificación a nivel de taxón y 10 posibles híbridos interespecíficos.

En el contexto anterior, en América Latina y el Caribe se reportan 36 especies e híbridos entre éstas en el Directorio de Colecciones de Germoplasma de América Latina y el Caribe (Knudsen, 2000).

TABLA 1. Poblaciones de *Passiflora* en conservación por parte del Sistema de Bancos de Germoplasma de la Nación Colombiana para la Alimentación y la Agricultura.

Especie	No. accesiones
<i>Passiflora adenopoda</i>	8
<i>Passiflora alata</i>	2
<i>Passiflora ambigua</i>	1
<i>Passiflora apoda</i>	1
<i>Passiflora caerulea</i>	1
<i>Passiflora capsularis</i>	2
<i>Passiflora edulis</i>	18
<i>Passiflora edulis</i> f. <i>edulis</i>	2
<i>Passiflora foetida</i>	1
<i>Passiflora gracilis</i>	1
Pos. híbridos interespecíficos	10
<i>Passiflora ligularis</i>	26
<i>Passiflora maliformis</i>	5
<i>Passiflora manicata</i>	3
<i>Passiflora mixta</i>	2
<i>Passiflora mollissima</i>	18
<i>Passiflora sanguinolenta</i>	1
<i>Passiflora</i> sp.	12
<i>Passiflora tarminiana</i>	18
<i>Passiflora tilaefolia</i>	1
<i>Passiflora tripartita</i>	8
Total accesiones	141

Conocimiento de la variabilidad en *Passiflora*

Diversos procesos de valor agregado se han realizado con los materiales de la Colección de *Passiflora* de la Nación Colombiana para la Alimentación y la Agricultura. Los procesos morfológicos partieron del desarrollo de una lista de descriptores, desarrollados por los autores de este capítulo, con modificaciones y adiciones a lo largo del proceso de toma de información en Colombia y otros países andinos, cuya lista final fue remitida al IPGRI para publicación.

El primer estudio realizado con la Colección Colombiana, correspondió a la caracterización y evaluación morfológicas, el cual incluyó 122 materiales de 20 especies. Con relación a las variables cualitativas, se encontró variabilidad amplia entre conjuntos de materiales, con divergencia entre los subgéneros *Tacsonia* y *Granadillastrum* y ubicación, en el dendrograma, de especies del subgénero *Plectostema* a ambos lados de los taxa anteriores (Medina y Lobo, 2004).

También fue evidente intercalamiento de poblaciones de *P. mollissima* y *P. tarminiana*, lo cual, unido al hecho de compatibilidad de cruzamiento entre las dos entidades, apoya el argumento de que estas corresponden al mismo taxón, pudiendo corresponder a formas o variedades botánicas (Medina y Lobo, 2004), aspecto que recibe apoyo por parte de los resultados obtenidos por Fajardo *et al.* (1998) y Sánchez *et al.* (1999, 2002), quienes indicaron que los dos entes agrupaban estrechamente a nivel molecular.

Los autores Medina y Lobo (2004), indicaron que el mayor polimorfismo morfológico de atributos morfológicos, 80% de éstos, se presentaron en la llamada “gulupa” o curuba redonda, *P. edulis* var. *edulis* (o *P. edulis* Sims.) y *P. tarminiana*, con 75% de características con variabilidad, con anotación por parte de los investigadores, de que el primer taxón tiene un proceso de domesticación incipiente y que los demes del segundo taxón tenían una representación ecogeográfica amplia de la Zona Andina del país.

Igualmente, Medina y Lobo (2004) reportaron que la menor variabilidad fue exhibida por las poblaciones de granadilla (*P. ligularis*), lo cual fue atribuido por Medina *et al.* (2000), al hecho de que los materiales provenían de un área geográfica estrecha con un posible efecto fundador en el proceso de domesticación de la especie.

También, aprovechando la Colección Colombiana, se realizaron procesos de evaluación química relacionadas con el potencial de aprovechamiento de las frutas. En el contexto, Medina y Lobo (2000) indicaron que la granadilla es una fruta apetecida para el consumo fresco, por ser dulce (14,2 °Brix), con acidez relativamente baja (pH 4,47), y con actividades relativamente elevadas de polifenoloxidasas (104,27 UAE) y peroxidasa (89,97 UAE), lo que se traduce en un pardeamiento rápido de los jugos, lo que debe explicar su empleo escaso para este fin.

En cuanto a la curuba, informaron que esta exhibe sabor agridulce (10,08 °Brix, pH 3,37), un buen contenido de ácido ascórbico (42,24 mg 100 g⁻¹) y actividad elevada de poligalacturonasa (36,68 UAE), aspecto que se traduce en ablandamiento rápido de los frutos y vida corta de poscosecha. Estos presentan astringencia por su contenido de fenoles oligoméricos (2,45%) y tienen una actividad reducida de las enzimas polifenoloxidasas (5,03 UAE) y peroxidasa (0,67 UAE), con buen contenido promedio de jugo por fruto (28,96 mL).

En cuanto a la gulupa o curuba redonda, Lobo y Medina (2000) anotaron que esta, pese a ser muy ácida (pH 2,88), tiene un sabor agridulce muy agradable por el contenido de azúcares solubles totales (13,66%); con una pulpa que exhibe una actividad relativamente alta de polifenoloxidasas (58,33 UAE) y peroxidasa (37,88 UAE) y un contenido bueno de pectina total (0,51%).

Otros estudios realizados con materiales de la Colección Colombiana de pasifloras, comprenden análisis de la variabilidad genética del género *Passiflora*, mediante el empleo de marcadores AFLP (Fajardo *et al.*, 1998), variabilidad del DNA de cloroplastos, mediante RFLP (Sánchez *et al.*, 1999) y caracterización de ADN del núcleo a través de RFLP (Sánchez *et al.*, 2002).

En el primer estudio (Fajardo *et al.*, 1998; Sánchez *et al.*, 2002), llevado a cabo con marcadores RAPD, con 52 accesiones de 14 taxa, fue evidente una amplia variabilidad intraespecífica en *P. ligularis* y *P. adenopoda*, con variabilidad interna reducida en *P. edulis* y *P. maliformis*; igualmente se encontró que los agrupamientos correlacionaban estrechamente con los morfológicos reportados en el escrito presente, con excepciones ligeras.

En el segundo, que incluyó 12 taxa (Sánchez *et al.*, 1999; Sánchez *et al.*, 2002), fue evidente la separación entre especies, clasificadas de acuerdo con criterios

morfológicos, con variabilidad intraespecífica en *P. maliformis*, *P. ligularis*, *P. edulis*, y *P. mollissima*, aspecto relevante ya que se ha asumido que el polimorfismo del cpADN, es prácticamente ausente en el caso de especies vegetales.

Segura *et al.* (2002) estudiaron la variabilidad genética de *Passiflora*, con énfasis en el subgénero *Tacsonia*, con poblaciones de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Los investigadores encontraron variabilidad intraespecífica mayor en las accesiones de *Tacsonia* de Ecuador y Perú, en comparación con las de Colombia y Venezuela, aun cuando el estudio adolece de una baja representación de poblaciones por especie y de taxa con mayor desarrollo, como es el caso de *P. mollissima* en Colombia.

Segura *et al.* (2003) evaluaron la variabilidad isoenzimática de los subgéneros *Tacsonia* y *Manicata*, de los Andes de Venezuela, Colombia y Ecuador, con reseña de que los agrupamientos diferenciaron claramente las accesiones de *P. tarminiana*, *P. tripartita*, *P. mixta* y *P. cumbalensis* con relación a otras especies menos típicas del subgénero *Tacsonia*. Los tratadistas adicionaron que las accesiones de las dos últimas especies formaron dos conglomerados, uno dominado por demes colombianos y el otro por los de origen ecuatoriano, con agrupamiento de una entrada de *P. tripartita* var. *mollissima*. Lo precedente apunta a las posibilidades de enriquecer el acervo de algunas *Tacsonia* mediante cruzamientos entre materiales colombianos y ecuatorianos y reafirma la posibilidad de que *P. tarminiana* sea una variante de *P. tripartita* var. *mollissima* (syn. *P. mollissima*).

En otro trabajo con *P. tripartita* var. *mollissima* (syn. *P. mollissima*), *P. mixta* y *P. tarminiana*, con demes de Colombia y Ecuador, Segura *et al.* (2005) manifestaron que las poblaciones de los dos primeros taxa exhibían variabilidad superior en el sur de Colombia y el Ecuador, en comparación con la encontrada en el norte de Colombia, con indicación de que *P. tarminiana*, es un grupo claramente diferenciado con introgresión aparente con *P. tripartita* var. *mollissima* y que *P. mixta* exhibió la diversidad mayor encontrada, y la afinidad máxima con *P. tripartita*.

Utilización de los recursos genéticos de *Passiflora*

Hasta el momento la producción de las pasifloras se ha basado en alto grado, en desarrollos hechos por comunidades locales, con apoyo de técnicos del área y

en emprendimientos empresariales, que toman como referente recomendaciones generadas en otras localidades y otras gestadas por investigadores. Muchos de estos esfuerzos, como es el de la producción de granadilla en Urrao, Antioquia, no fueron sostenibles en el tiempo por falta de un sustento tecnológico proactivo y oportuno para prevenir y remediar los limitantes de diversa índole. Por eso, con una base genética amplia como la existente en el país, y la existencia de procesos de siembra de especies, de este conjunto de las cuales Colombia es parte del Centro de diversidad primaria, es imperativo construir planes de producción basados en el manejo integral de la función productiva. Al respecto, en la mayoría de frutales se han detectado falencias en la disponibilidad de material para la siembra, para lo cual existe diversidad genética importante, lo que posibilita una oferta sostenible de materiales mejorados o desarrollados con metodologías participativas con los usuarios.

Por lo anterior, se presentó una síntesis de trabajos relacionados con los recursos genéticos de las pasifloras para despertar conciencia del potencial y posibilidades de búsqueda de los atributos heredables requeridos y las necesidades de obtención de variabilidad no presente en Colombia, aspecto que puede facilitarse por intercambios y acuerdos con países vecinos, para emprendimientos comunes.

Literatura citada

- Coppens d'Eeckenbrugge, G., V.E. Barney, P.M. Jorgensen y J.M. MacDougal. 2001. *Passiflora tarminiana*, a new cultivated species of *Passiflora* subgenus *Tacsonia*. *Novon* 11, 8-15.
- Coppens d'Eeckenbrugge, G. 2003. Promesas de las pasifloras. (CD). En: Memorias X Seminario Nacional y IV Internacional sobre Especies Promisorias. 29-31 de Octubre. Medellín, Colombia.
- Dhawan, K., S. Dhawan y A. Sharma. 2004. *Passiflora*: a review update. *J. Ethnopharmacol.* 94, 1-23.
- Escobar, L.K. 1988. *Passifloraceae. Passiflora*. Subgéneros: *Tacsonia*, *Rathea*, *Manicata* y *Distephana*. pp. 1-23. En: Pinto, P. y G. Lozano (eds.). *Flora de Colombia*. Vol 10. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Fajardo, D., F. Angel, M. Grum, J. Tohme, M. Lobo, W.M. Roca e I. Sánchez. 1998. Genetic variation analysis of the genus *Passiflora* L. using RAPD markers. *Euphytica* 101(3), 341-347.

- Hong, T.D. y R.H. Ellis. 1996. A protocol to determine seed storage behaviour. Tech. Bulletin 1. Intl. Plant Genetic Resources Inst., Roma.
- Hong, T.D., S. Linnington y R.H. Ellis. 1996. Seed storage behaviour: a compendium. Handbooks for Genebanks 4. Intl. Plant Genetic Resources Inst., Roma.
- Holm-Nielsen, L.B., P.M. Jorgensen y J.E. Lawesson. 1988. Passifloraceae. pp. 1-130. En: Harling, G. y L. Anderson (eds.). Flora del Ecuador 31. University of Göteborg, Copenage.
- Killip, E.P. 1938. The American species of Passifloraceae, Field Museum of Natural History. Publication Botanical Series 19(1-2), 1-163.
- Knudsen, H. 2000. Directorio de colecciones de germoplasma en América Latina y el Caribe. Intl. Plant Genetic Resources Inst., Roma.
- Lobo, M. y C.I. Medina. 2000. Maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims. f. *edulis*). pp. 48-50. En: Caracterização de frutas nativas de América Latina. Série Frutas nativas de América 9. Edição Comemorativa do 30º Aniversario da Sociedade Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, Brasil.
- Medina, C.I. y M. Lobo. 2000. Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.), Granadilla de Piedra (*Passiflora maliformis* L.). pp. 38-40. En: Caracterização de Frutas Nativas da América Latina. Série Frutas nativas de América 9. Edição Comemorativa do 30º Aniversario da Sociedade Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, Brasil.
- Medina, C.I. y M. Lobo. 2004. Conocimiento de la variabilidad morfológica y química de pasifloras andinas (Passifloraceae). En: Memorias VII Congreso Venezolano de Fruticultura y II Reunión Venezolana de Investigación de Pasifloras. Maracaibo, Venezuela.
- Medina, C.I., M. Lobo y R.D. Correa. 2000. Caracterización morfológica y química de pasifloras andinas como apoyo al desarrollo de estas especies. pp. 13-18. En: Memorias 3^{er} Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. CDTF. 15-17 de Noviembre. Manizales, Colombia.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2006. Apuesta exportadora agropecuaria 2006-2020, Bogotá.
- Ocampo P., J., G. Coppens d'Eeckenbrugge, M. Restrepo, A. Jarvis, M. Salazar y C. Caetano. 2007. Diversity of Colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation. Biota Colomb. 8(1), 1-45.
- Sánchez, I., F. Angel, D. Fajardo, M.F. Castillo, M. Lobo, J. Tohme y W. Roca. 2002. Caracterización molecular, base sólida para el mejoramiento genético de *Passifloraceae* Juss. Fitotec. Colomb. 2(1), 1-10.

- Sánchez, I., F. Angel, M. Grum, M.C. Duque, M. Lobo, J. Tohme y W. Roca. 1999. Variability of chloroplast DNA in the genus *Passiflora* L. *Euphytica* 106, 15-26.
- Segura, S., G. Coppens d'Eeckenbrugge, A. Bohórquez, P. Ollitrault y J. Tohme. 2002. An AFLP diversity study of the genus *Passiflora* focusing on subgenus *Tacsonia*. *Genet. Resour. Crop Evol.* 49(2), 111-123.
- Segura, S.D., G. Coppens d'Eeckenbrugge, C.H. Ocampo y P. Ollitrault. 2003. Isozyme variation in *Passiflora* subgenus *Tacsonia* and *Manicata*. Relationships between cultivated and wild species. *Genet. Resour. Crop Evol.* 50, 417-427.
- Segura, S.D., C.H. Ocampo y P. Ollitrault. 2005. Isozyme variation in *Passiflora* subgenus *Tacsonia*: geographic and interspecific differentiation among the three most common species. *Genet. Resour. Crop Evol.* 52, 455-463.
- Tafur, R. 2006. Propuesta frutícola para Colombia y su impacto en la actividad económica nacional, regional y departamental. pp. 47-66. En: Fischer, G., D. Miranda, W. Piedrahíta y S. Magnitskiy (eds.). *Memorias 1^{er} Congreso Colombiano de Horticultura*, Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas; Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 17-26 de octubre. Bogotá.
- Ulmer, T. y J.M. MacDougal. 2004. *Passiflora*: Passion-flowers of the world. Timber Press, Oregon, OR.

Zonificación de las especies pasifloráceas comerciales en Colombia

Zonification of commercial Pasifloraceae species in Colombia

LUIS JOEL MARTÍNEZ¹, SERGIO ANDRÉS GARCÍA² Y ROBINSON SANABRIA²

Resumen

En la búsqueda de la sostenibilidad y la competitividad de la agricultura, el análisis de la calidad de las tierras es un aspecto básico que permite tomar decisiones sobre las áreas más apropiadas para ubicar los cultivos y sobre las formas de manejo de los mismos. La determinación de la calidad de las tierras se basa en un análisis comparativo entre los requerimientos que cada cultivo presenta y las características o cualidades de las tierras a evaluar. Lo anterior implica tener información confiable de los requerimientos de cada tipo de uso y de las características de las diferentes unidades de tierra que se van a estudiar. En este trabajo se presenta un enfoque metodológico mediante el análisis de una zona piloto, con fines de explotación comercial para el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en el departamento de Cundinamarca. Se utilizaron criterios referentes al relieve, al clima y a las características de los suelos que permitieran definir clases de calidad con base en el análisis de la lógica difusa (fuzzy logic), dando mayor flexibilidad al manejo de la incertidumbre propia de este tipo de datos. El método propuesto integra los modelos digitales de elevación (DEM), las imágenes de sensores remotos, los sistemas de posicionamiento global (GPS) y los sistemas de información geográfica (SIG), permitiendo su aplicación en

¹ Profesor asociado, Coordinador Programa de Maestría en Geomática, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: ljmartinezm@unal.edu.co

² Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: sagarciaj@unal.edu.co; rsanabriap@unal.edu.co

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 pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

otras zonas productoras de granadilla o en zonas con otros cultivos, teniendo en cuenta una previa adecuación y validación del método.

Palabras clave: granadilla, DEM, SIG.

Abstract

In the search of sustainability and competitiveness of agriculture, the analysis of land quality is a basic aspect that allows making decisions about the areas most adapted for culture establishment and forms of their management. Determination of land quality is based on a comparative analysis between the requests that every culture presents and the characteristics or land quality to evaluate. The previous date implies having reliable information of the requests of every use type and characteristics of different land units that are under study. In this work, a methodological approach appears by means of the analysis of a pilot zone, with aims of a commercial development for cultivation of sweet granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) in the Department of Cundinamarca, Colombia. There were used criteria regarding relief, climate and soil characteristics that allowed defining quality classes based on the analysis of diffuse logic (fuzzy logic), giving major flexibility to the handling of the proper suspense of this type of information. The proposed method integrates the digital elevation models (DEM), images from remote sensors, global positioning systems (GPS) and geographic information systems (GIS) allowing their application in other production zones of sweet granadilla or zones occupied with other crops, taking into account a previous adequacy and validation of the method.

Keywords: sweet granadilla, DEM, GIS.

Introducción

Las pasifloráceas son una familia de plantas de distribución pantropical, que comprende 17 géneros y cerca de 660 especies. En América se encuentran representadas por cuatro géneros y alrededor de 500 especies, la mayoría de ellas del género *Passiflora* (Escobar, 1988). En Colombia, el mayor número de especies del género *Passiflora* se encuentra en la región Andina y de acuerdo con Hernández y Bernal (2000), cerca del 72% se localizan en áreas con alturas superiores a los 1.500 msnm. Colombia se ha convertido en una fuente biológica y comercial de este género de plantas, logrando explotar a nivel económico especies como

Passiflora edulis Sims. var. *flavicarpa* (maracuyá), *P. ligularis* Juss. (granadilla), *P. tarminiana* var. *mollissima* (curuba) y *P. edulis* Sims. (gulupa), debido a su plasticidad de mercado ya sea como frutas frescas o alimentos procesados. La granadilla es originaria de América tropical, extendiéndose desde México hasta Suramérica (Benalcázar *et al.*, 2001), se cultiva en diferentes condiciones agroecológicas que inciden en la producción, aunque en algunos casos pueden ser limitantes para el óptimo crecimiento y desarrollo del cultivo. Aunque las pasifloras se encuentran distribuidas en diversas condiciones agroecológicas no todas esas áreas cumplen con los requisitos de cada especie para lograr una producción competitiva y sostenible. Lo anterior implica que puede haber zonas donde estos frutales se cultivan pero que son marginales y difícilmente se logrará allí una producción rentable para satisfacer mercados exigentes en cantidad y calidad.

Uno de los aspectos básicos para lograr la competitividad y sostenibilidad de la agricultura es la ubicación adecuada de los cultivos de manera que se logre las condiciones agroecológicas y socioeconómicas apropiadas para una producción eficiente y sostenida. De acuerdo con la FAO (1995) el manejo sostenible de las tierras debe cumplir cuatro requisitos principales: se debe mantener la producción, los riesgos se deben limitar, la calidad de las tierras y del agua se debe mantener y el sistema debe ser económica y socialmente aceptable. Debido a que las áreas cultivables presentan una gran variabilidad de características edáficas, climáticas, sociales y económicas, la zonificación es una estrategia importante para establecer cuáles son las áreas más apropiadas para un cultivo, identificar aquellas marginales, así como las que presentan limitantes que impidan el establecimiento del cultivo.

El concepto de calidad ha sido desarrollado y aplicado ampliamente en la industria y desde hace algunos años se utiliza para evaluar los recursos naturales. Etimológicamente se deriva del latín *qualitas*, que se refiere a un conjunto de cualidades de una persona o cosa. La calidad en su contexto general se puede definir como un conjunto de propiedades inherentes a un ente, que permiten apreciarlo como igual, mejor o peor que un modelo establecido. Algunas veces se hace referencia a calidad del suelo (Doran y Jones, 1996) y en otros a calidad de tierra (FAO, 1997; Bouma, 2002) y a veces se utilizan indistintamente como si fueran equivalentes. La calidad del suelo se ha definido como la condición que éste presenta, que le permite funcionar dentro de los límites de ecosistemas naturales o manejados para mantener la productividad animal y vegetal, mantener o mejorar la calidad del agua, del aire,

de la salud y del hábitat para los humanos (Karlen y Stott, 1994; Doran y Parkin, 1994). Según Bouma (2002), la capacidad de funcionamiento del suelo depende además, de factores climáticos y de manejo y en consecuencia considera que es más apropiado hablar de calidad de tierra y no de calidad de suelo.

Existen diversos métodos para efectuar la zonificación de las tierras para la agricultura. Uno de los primeros fue la clasificación por capacidad de uso donde se definen las ocho clases agrológicas, también se han utilizado métodos paramétricos que establecen índices, o dan una valoración asignando puntajes según las características de las tierras y en 1976, la FAO propuso un enfoque más completo e integral conocido como evaluación de tierras, a partir del cual se han desarrollado mejoras tanto en la forma de definir los criterios como en los procedimientos para relacionar las cualidades de las tierras con los requerimientos de los usos. Los procedimientos iniciales se basaban en la definición de clases en forma manual, luego se desarrollaron programas de computador específicos para efectuar el análisis de los datos como el ALES (Rossiter y Van Wambeke, 1989) o el LECS (Wood y Dent, 1983) y se han efectuado integraciones con los Sistemas de Información Geográfica (Martínez y Vanegas, 1997; Martínez y Vanegas, 2004). También se ha trabajado en el desarrollo de métodos apropiados y en la definición de indicadores básicos de calidad (Bouma, 2002) con el fin de mejorar lo que generalmente ha sido un proceso intuitivo y no cuantificable (Pierce y Larson, 1993).

Actualmente se considera que es más eficiente utilizar modelos basados en la recolección de datos que sintetizan un número adecuado de indicadores (Harris *et al.*, 1996). Dichos modelos pueden ser basados en procesos o modelos funcionales como los índices de productividad (Larson y Pierce, 1994), los índices de calidad del suelo (Doran y Parkin, 1994), las funciones de ponderación (Karlen y Stott, 1994) y los modelos basados en lógica difusa (Harris *et al.*, 1996). Al respecto se han logrado algunos avances en la definición de indicadores de calidad de tierras (Ávila *et al.*, 2008) y en el desarrollo de modelos espaciales apoyados en sistemas de información geográfica, involucrando análisis de lógica difusa (Ramos y Martínez, 2006; Martínez, 2006).

Por otra parte se trabaja en el uso de sensores remotos en la agricultura centrándose principalmente en la evaluación de la extensión de las áreas cultivadas y el rendimiento de los cultivos (French *et al.*, 2008). Igualmente en varias aplicaciones relacionadas con el rendimiento como: la discriminación de cultivos presentes en una región, el manejo de los ciclos fenológicos, la evaluación de

las condiciones del cultivo en términos de nutrición, ataque de plagas y enfermedades; el estado hídrico, la variabilidad y fertilidad del suelo entre los más importantes (Tsiligirides, 2008).

El objetivo del presente trabajo es desarrollar y proponer un enfoque metodológico para la zonificación de las áreas con fines de la producción comercial de pasifloras, con base en un estudio de caso para la granadilla en Cundinamarca. El método propuesto integra indicadores de calidad de tierras y tecnologías modernas, como los sistemas de información geográfica (SIG), imágenes de sensores remotos y modelos digitales de elevación (DEM), incorporando el análisis basado en lógica difusa como base para definir las clases y los grados de limitación de cada característica de la tierra.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio cubrió 818.938 ha, localizada en el Departamento de Cundinamarca, entre 4°10'N, 73°30'W y 5°00'N, 74°40'W, e involucra siete de las 15 provincias del departamento: Guavio, Magdalena Centro, Sabana Centro, Sabana de Occidente, Tequendama y Sumapaz (figura 1).

Fuentes y análisis de los datos

Clima

Se recolectaron datos de precipitación de 35 estaciones meteorológicas pertenecientes al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales (IDEAM) y a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y se sistematizaron en el *software* para Sistemas de Información Geográfica, ArcGis (Johnston *et al.*, 2001), y se efectuó la interpolación con el método IDW (Inverse Distance Weighted) para obtener el mapa de distribución espacial de la lluvia. Con los promedios mensuales se elaboraron gráficas para analizar la variación temporal de la lluvia en el área estudiada.

Cobertura vegetal

Para conocer el uso de la cobertura, especialmente la distribución espacial de los bosques, se utilizó una imagen de satélite Landsat TM del año 2001.

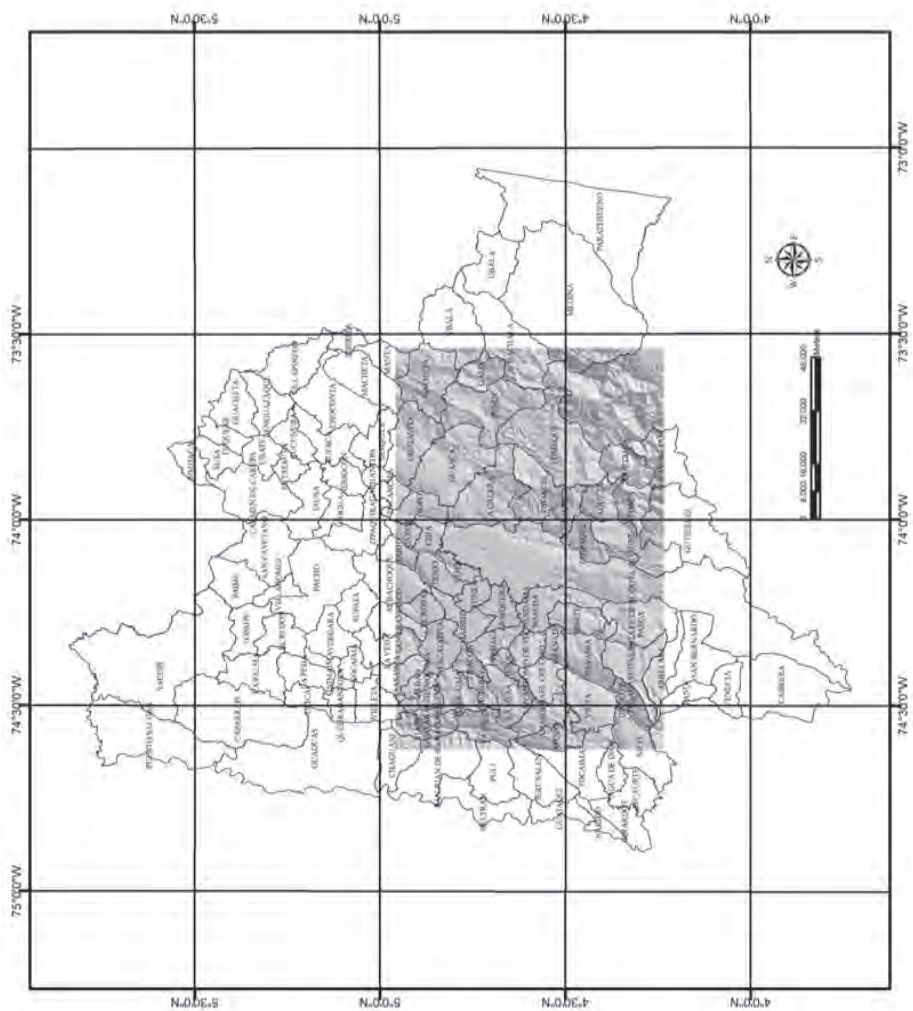


FIGURA 1. Área de estudio.

Esta imagen contaba con poca presencia de nubosidad, permitiendo una clasificación de buena calidad y un menor porcentaje de sombras. Mediante el uso del programa ENVI 4.4 y su módulo de clasificación supervisado con el algoritmo de la mínima distancia, se procedió a tomar muestras en la imagen mediante el uso de la herramienta “Áreas de Interés” (ROI's), para siete clases definidas con anterioridad: suelo desnudo, bosques, áreas de cultivos, zona urbana, sombras y aguas. Dependiendo de la distribución de los valores en la gráfica de reflectancia entre las bandas 2 y 7 (bandas poco correlacionadas), se extrajo los niveles digitales (de 0 a 255) del píxel dependiendo de la clase a la cual pertenecía. Debido a que la imagen abarcaba un área mayor a la necesaria para la zona de estudio se implementó una máscara.

Con la imagen clasificada se evaluó la precisión en la asignación de clases según el valor del píxel realizada por el *software*. Mediante el uso de la herramienta de clasificación interactiva disponible en el programa ENVI 4.4, se ajustaron los valores de los píxel con las clases correctas utilizando la imagen original 3, 2, 1 RGB, de esta forma se refinó la clasificación realizada. Para mejorar la apreciación de la imagen clasificada, se aplicó un filtro 3x3 de paso bajo, el cual suavizó los límites entre clases eliminando píxel no agrupados. Luego se exportó la imagen al programa ArcGis 9.3.

Suelos y relieve

La unidad espacial de análisis fue la unidad de tierra, definida por la FAO (1995, 1997) como una extensión de la superficie terrestre que presenta unas características y cualidades específicas, que puede enmarcarse en un mapa y que tiene un significado importante desde el punto de vista de uso y manejo. Se partió de las unidades de suelo definidas en el estudio de suelos de Cundinamarca (IGAC, 2000) de donde se extractaron los datos de litología y suelos. Se utilizó un modelo digital de elevación (DEM) con resolución de 30 m, suministrado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, para determinar la altitud, y para el cálculo del grado de la pendiente.

Requerimientos del cultivo

Con base en la revisión de resultados de investigaciones sobre requerimientos biofísicos del cultivo de la granadilla, fueron seleccionados los de mayor relevancia: altitud, profundidad efectiva del suelo, pendiente del terreno, drenaje natural, textura, fertilidad del suelo y régimen de humedad. Con base en esta revisión se

establecieron los rangos apropiados para el cultivo y también los niveles óptimos de cada requerimiento. Además de estos requerimientos, los cultivos presentan otros de tipo socioeconómico por ejemplo: insumos, capital, mano de obra, entre otros, que también se pueden considerar como parte de la evaluación, sin embargo en este trabajo sólo se tuvieron en cuenta los de tipo biofísico y ambiental.

Análisis de los datos

En una primera etapa se efectuaron los análisis para obtener cada uno de los indicadores en forma separada, generándose un mapa que muestra el estado de cada indicador para toda el área de estudio. Para cada uno de los requerimientos identificados se estableció una función que lo relaciona con las características de las tierras mediante conjuntos difusos. De esta forma se estableció el grado de limitación que cada una de las características de la tierra presenta para el cultivo mediante funciones de pertenencia que pueden ser lineales, sigmoidales o J-shaped (Burrough, 1989; McBratney y Odeh, 1997).

Clasificación de las tierras según su calidad

Los indicadores definidos se integraron mediante un análisis espacial basado en la aplicación de lógica difusa con la fórmula:

$$\text{AND}(t) = \min(t) + [\text{promedio}(t) - \min(t)] * [\min(t) + 1] / 2$$

Donde AND (t) es el valor de veracidad de un operador AND, min (t) es el valor mínimo de veracidad de alguno de los antecedentes del operador AND y el promedio (t) es la media ponderada de los valores de veracidad de los antecedentes del operador AND. Según Reynolds (2001) esta ecuación produce una estimación cautelosa del grado de veracidad, siendo apropiada para la evaluación de factores limitantes o excluyentes, como los que se utilizaron en este análisis. Para la presentación final de las clases se procede a defusificar el mapa final mostrando así clases discretas.

Resultados y discusión

Producción actual de granadilla

El cultivo de granadilla se encuentra principalmente en Huila, Cundinamarca y Antioquia, que participan con el 65, 10 y 5% respectivamente del total del



FIGURA 2. Áreas (ha) sembradas en granadilla por departamento (2006).



FIGURA 3. La evaluación de la calidad de las tierras.

área sembrada (figura 2). En términos de producción Huila, Cundinamarca y Risaralda, para 2006, presentaron los mayores niveles con 27.694, 4.629 y 3.265 t, respectivamente (Agronet, 2008). Sin embargo, el cultivo no ha contado con un sustento tecnológico adecuado, lo que ha influenciado una sensible disminución en las áreas productoras, compensándose con nuevas áreas de producción que han mantenido su crecimiento. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2006), la dinámica de producción del cultivo ha superado el crecimiento en área, lo que ha generado ganancias en productividad, llegando a las 42.535 t en 2006, así mismo los rendimientos se han incrementado en cerca del 1,1%, llegando a 11,6 t ha⁻¹ para el mismo período.

Enfoque conceptual del análisis de calidad de las tierras

En la figura 3 se muestra el enfoque conceptual utilizado para evaluar la calidad de las tierras. La base de la evaluación consiste en un análisis comparativo entre los valores de los indicadores en cada una de las unidades de tierra y los requerimientos que cada función necesita para un desempeño adecuado. El proceso implica identificar las funciones de las tierras, en este caso la producción de granadilla, caracterizar y establecer las condiciones apropiadas y los limitantes para el desempeño. Por otra parte se requiere definir espacialmente las unidades de tierra y sus características. La evaluación de la calidad de las tierras implica conocer el estado actual de las tierras y compararlo con valores conocidos o deseados, en este caso la comparación se efectuó con relación a los requerimientos que se consideran apropiados para el cultivo.

Caracterización del área

Clima

El área de estudio se caracteriza por una distribución heterogénea de las lluvias a lo largo del año, con diferencias en las cantidades mensuales (figura 4). Con base en el resultado (figura 5) pueden definir tres zonas según la precipitación así: lluvias superior a 1.320 mm anuales, con valores mensuales entre 50 y 320 mm, que se presentan con mayor intensidad hacia el sur en la estribación oriental de la cordillera, en cercanías con el departamento del Meta, e igualmente hacia el noroccidente en municipios como Sasaima y Nocaima, donde se pueden alcanzar valores de 2.200 mm anuales de lluvia (figura 4a). Zona con

lluvias entre 964 mm y 1.320 mm anuales, con promedios entre 50 y 175 mm mensuales, principalmente hacia el occidente y sur-occidente, en municipios como Zipacón, La Mesa y Tibacuy, Viotá, Fusagasugá, Une, Quetame, con un comportamiento bimodal que se acentúa en los meses de abril y noviembre (figura 4b). Por último, se presenta una zona con precipitación inferior a 640 mm anuales, con valores mensuales entre 20 y 130 mm, en varios municipios de la Sabana de Bogotá, caracterizada por un comportamiento bimodal de menor intensidad, pero más uniforme a lo largo del año (figura 4c).

La temperatura está relacionada con la altitud del terreno que varía entre 380 m en Tocaima y sus alrededores hasta más de 3.300 m en partes de los municipios de Guasca y Junín. Lo anterior significa que se encuentran varios climas desde el cálido hasta el muy frío o de páramo, pero domina el clima frío y medio.

Suelos y relieve

El cálculo de la pendiente se efectuó a partir de un modelo digital de elevación (DEM) con resolución de 30 m permitiendo de esta forma mejorar la información de suelos proveniente del estudio general de suelos de Cundinamarca (IGAC, 2000). El 14% del área es relativamente plana con pendiente inferior al 7%; el 9% del área tiene pendiente entre 7 y 12%; el 60% del área tiene pendiente entre 12 y 50%; y el 17% del área es muy escarpado con pendiente mayor a 50%. En el área de estudio se encuentran dos unidades de paisaje importantes la planicie que corresponde al área relativamente plana y el paisaje de montaña que es la mayor parte del área. Se encuentra gran variedad de suelos cuyas características se presentan en el estudio de suelos de Cundinamarca (IGAC, 2000).

Cobertura

En la figura 6, se presentan las principales coberturas del área de estudio obtenidas mediante la interpretación de una imagen de satélite Landsat del año 2001, y se muestra el área en porcentaje ocupada por cada clase de cobertura. Los bosques ocupan cerca del 30% del área y los cultivos un 45% aproximadamente, el área restante corresponde a otros tipos de cobertura (figura 7a). Dentro del análisis de calidad efectuado se consideró que las áreas en bosque se deben mantener, por tanto, luego de efectuar el análisis de clasificación de calidad se descontaron dichas áreas.

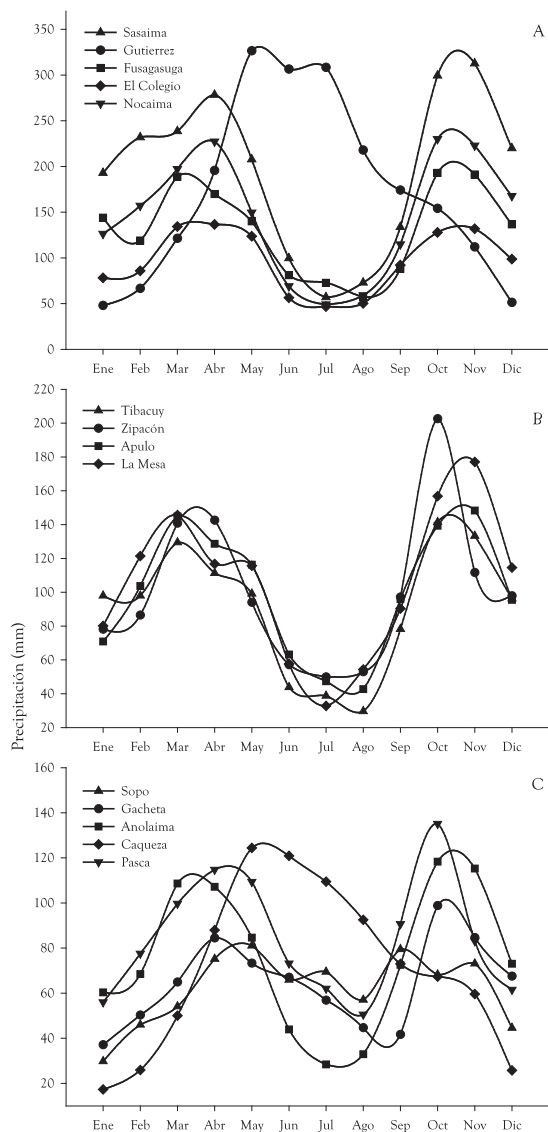


FIGURA 4. Distribución mensual de precipitación para diferentes municipios de la zona de estudio. A, precipitación anual superior a 1.320 mm; B, precipitación anual entre 964 y 1.320 mm; C, precipitación inferior a 964 mm. Fuente: IDEAM, 2008.

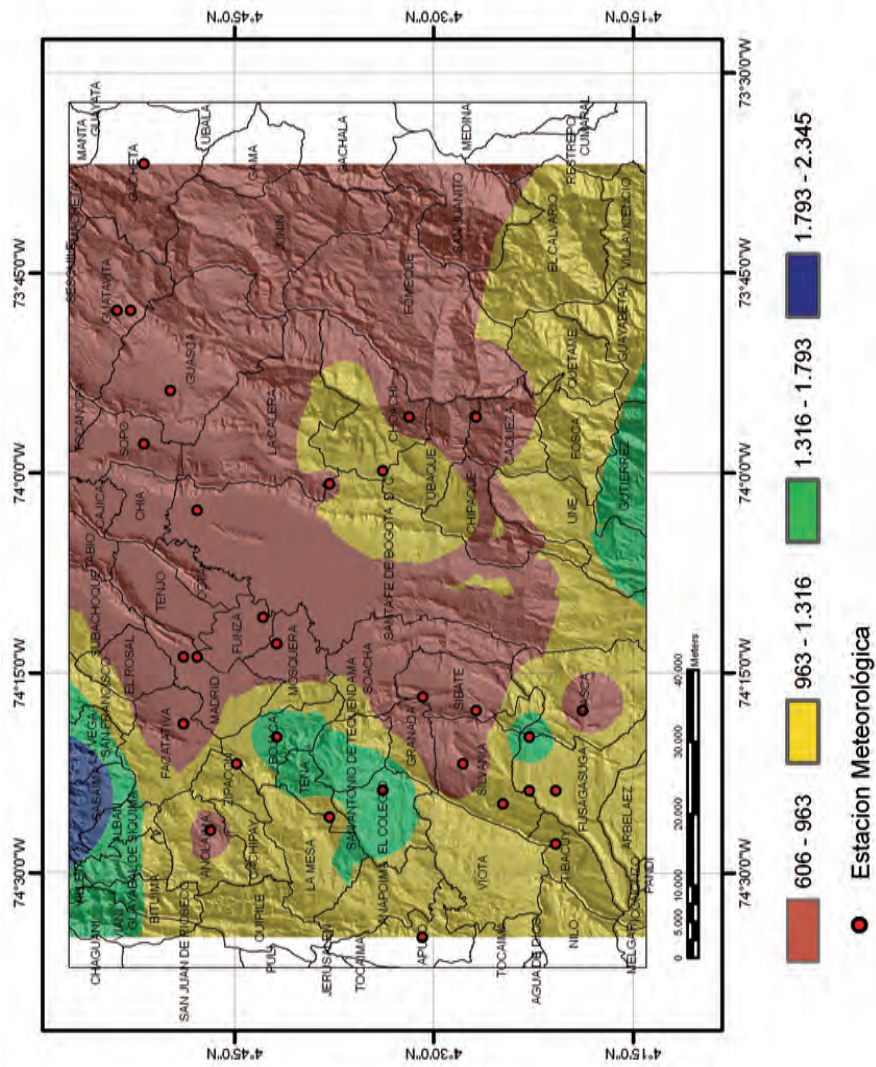


FIGURA 5. Distribución espacial de la lluvia (mm año⁻¹).

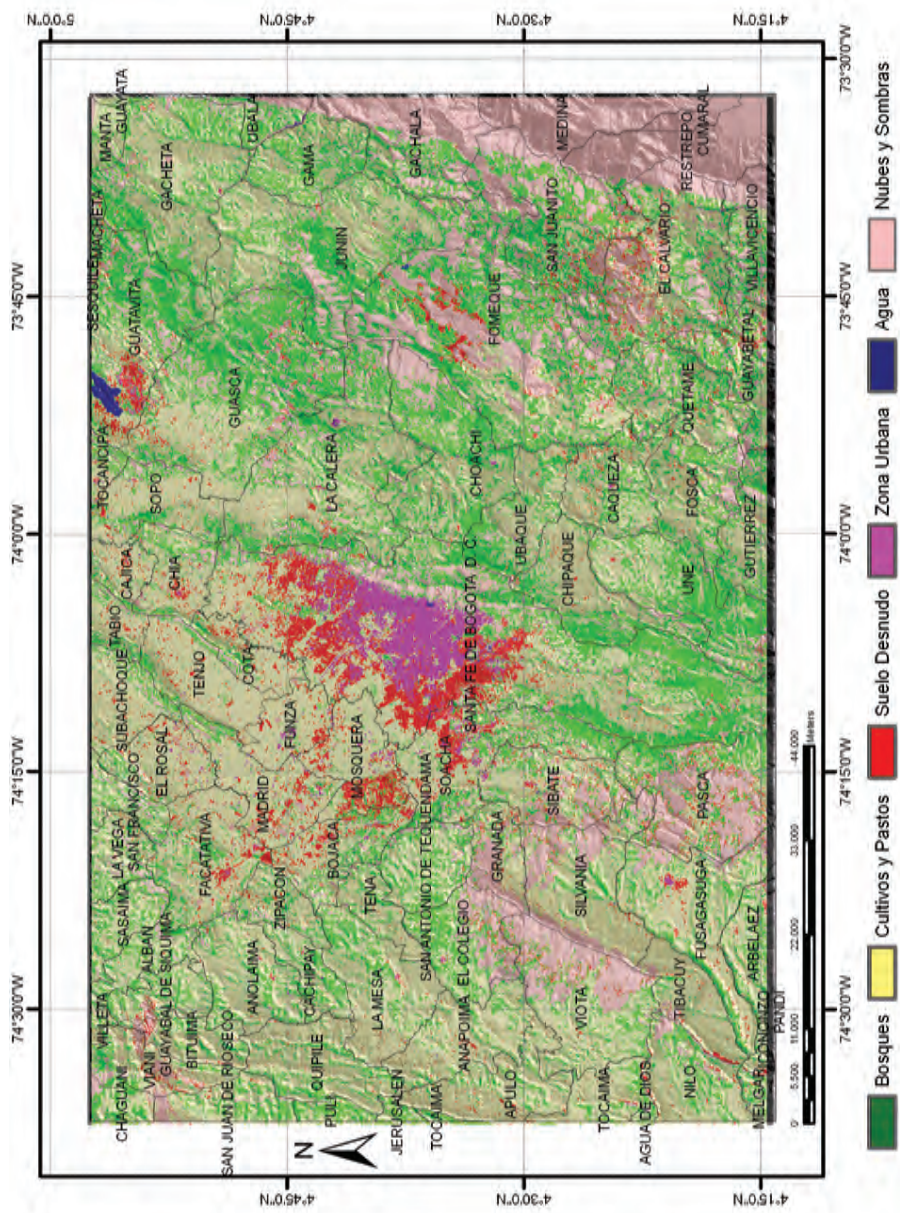


FIGURA 6. Clases de cobertura.

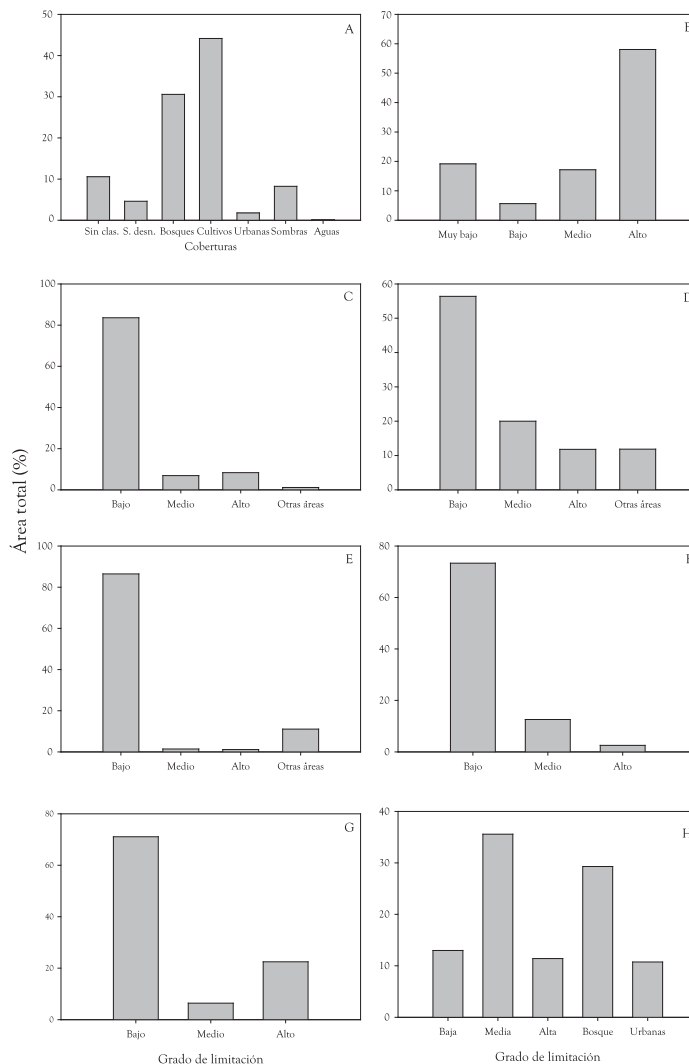


FIGURA 7. Porcentaje del área de estudio ocupada por cada uno de los indicadores de calidad de tierras evaluadas según su grado de incidencia: A, coberturas; B, altitud del terreno; C, textura del suelo; D, profundidad del perfil; E, drenaje natural; F, disponibilidad de agua; G, pendiente; H, calidad final de las tierras. clas., clasificar; S., suelo; desn., desnudo

Selección de los indicadores de calidad de tierras

De acuerdo con los objetivos de este trabajo se establecieron rangos amplios para los distintos requerimientos con el fin de definir los valores óptimos (tabla 1), teniendo en cuenta consideraciones fisiológicas del cultivo, así como el análisis de lo que sucede en la planta cuando se desarrolla bajo condiciones que se consideran inapropiadas.

TABLA 1. Rangos y valores óptimos de los indicadores de calidad de tierras para el cultivo de granadilla.

Requerimiento	Rango	Óptimo
Altitud (msnm)	1.400 – 2.700	1.800 – 2.200
Profundidad efectiva (cm)	> 25	> 50
Pendiente (%)	< 50	< 25
Drenaje	Moderado excesivo	Bien drenado
Textura	F, FA, FA _r , FA _{rA}	F, FA
Fertilidad del suelo		Media – Alta
Régimen de humedad	Ústico – Údico	Údico

Temperatura y altitud

Se consideran que diversas recomendaciones sobre la temperatura óptima para el establecimiento del cultivo pueden variar desde los 12°C hasta los 24°C. Díaz y Múnera (2002) definen un rango de temperatura entre 15 y 18°C, que corresponde con lo propuesto por Saldarriaga (2001) quien explica que las temperaturas superiores a 20°C ocasionan un mayor estrés hídrico en la planta, aumentando las necesidades de agua y fertilizantes, además de una corta duración del ciclo; así mismo establece que temperaturas inferiores a 16°C, aunque conllevan a una mayor durabilidad de la planta, favorecen un crecimiento lento, baja producción y retardo en los procesos de madurez, y en algunos casos el deterioro de los frutos.

La altitud incide en la temperatura y por tanto se consideró como criterio útil para efectuar la zonificación. El rango de altitud considerado para la granadilla varía desde los 1.500 hasta 2.700 msnm; así, Díaz y Múnera (2002) proponen un rango entre los 1.800 y los 2.400 msnm, ajustándose con lo propuesto por Saldarriaga (2001) quien define un rango entre los 900 y 2.700 msnm estableciendo que la calidad del fruto es mayor en alturas superiores a 2.000 msnm en función de una menor incidencia de los problemas sanitarios.

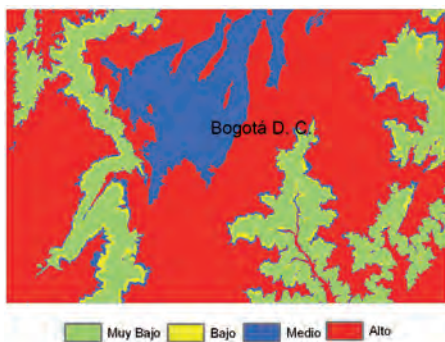
Palomino y Restrepo (1991) consideran que el altiplano húmedo con alturas entre los 1.500 y 2.300 msnm es el mejor rango para la producción; establecen entonces que en altitudes inferiores a 1.500 msnm, se presenta menos viabilidad del polen y en aquellas superiores a los 2.300 msnm, se presentan problemas de polinización entomófila. Sin embargo, Saldarriaga (2001) estima que en alturas inferiores a 1.700 msnm, hay mayor incidencia de insectos plaga, y el tamaño de frutos disminuye, obteniéndose un porcentaje superior al 50% de frutas de segunda calidad; así mismo en altitudes superiores a los 2.200 msnm, en donde se pueden presentar frutos más grandes y el ciclo de producción puede ser más largo, se presenta una mayor incidencia de enfermedades fungosas a nivel foliar. Estas apreciaciones coinciden con Bejarano (sf.), que expresa un rango de estabilización del cultivo entre los 1.600 y 2.500 msnm, estableciendo una altura óptima entre los 1.800 y 2.200 msnm.

De acuerdo con la revisión de literatura efectuada, el cultivo de granadilla puede establecerse en áreas con alturas superiores a 1.400 msnm e inferiores a 2.700 msnm, sin embargo las mejores condiciones se encuentran entre los 1.800 y 2.200 msnm. Con base en el análisis (figura 7b, figura 8a) se encontró que el 58% del área se encuentra ubicada en alturas que son limitantes para el cultivo, bien sea porque son muy frías, por encima de los 2.700 msnm, ó muy calidas por debajo de los 1.400 msnm. El 17% presenta grado de limitación medio por lo que se consideran áreas marginales, y el área restante (25%) presenta condiciones adecuadas para el cultivo.

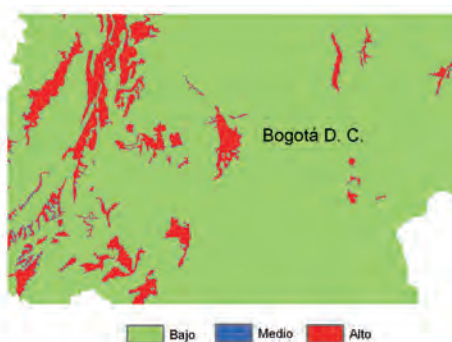
Textura del suelo

Es importante por su influencia en el anclaje de la planta, la retención de humedad y el crecimiento y desarrollo del sistema radical. El cultivo requiere suelos de texturas francas a franco arenosas, o arcillosas (Palomino y Restrepo, 1991), livianos y aireados (Bejarano, sf.), con buena capacidad de retención

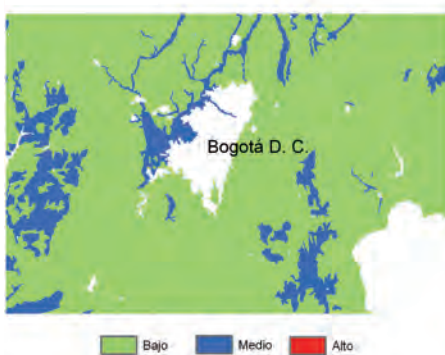
(A) Altura



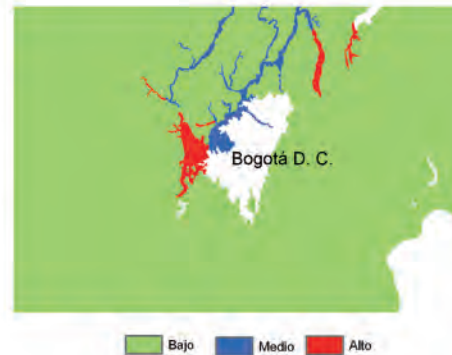
(B) Textura



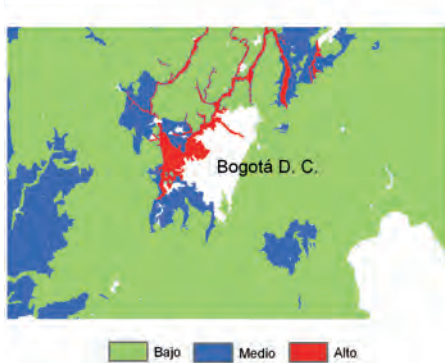
(C) Profundidad



(D) Drenaje



(E) Humedad



(F) Pendiente

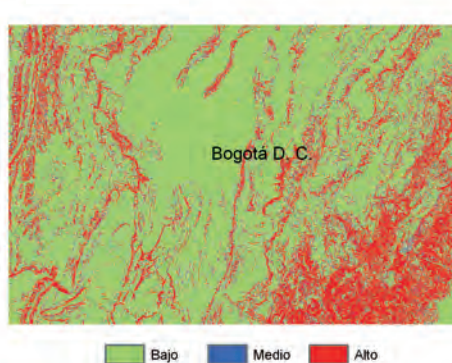


FIGURA 8. Grado de limitación de las tierras para el desarrollo de la granadilla.

de humedad. Se recomienda una profundidad mínima de 60 cm, con drenaje de moderado a bien drenado para evitar encharcamientos y posibles problemas por pudrición de tallo o raíz. Según el análisis efectuado (figura 7c, figura 8b) cerca del 83% del área presenta condiciones apropiadas de textura, el 7% condiciones medias y el 9% limitación alta debido a que son texturas muy arenosas o muy arcillosas.

Profundidad efectiva

Se refiere a la presencia o ausencia de limitantes dentro del suelo para el normal crecimiento y desarrollo del sistema radical. De acuerdo con la revisión de literatura se determinó que en suelos con más de 25 cm de profundidad se puede establecer el cultivo, sin embargo, el mejor desempeño se logra en suelos con una profundidad superior a 50 cm. En las figuras 7d y 8c se muestra la distribución de las áreas según el grado de limitación que presenta esta característica. El 12% del área tiene limitantes debido a la presencia de rocas u horizontes compactos dentro del perfil del suelo, el 20% presenta grado de limitación medio y el 57% no presenta limitante por profundidad del suelo.

Drenaje

Se considera que los suelos con drenaje bueno, moderado y excesivo son adecuados para el cultivo de la granadilla, sin embargo los mejores son aquellos que presentan un buen drenaje natural (tabla 1). La mayor parte del área estudiada presenta condiciones de drenaje apropiadas para el cultivo (86%), mientras solo el 3% presentan problemas, y corresponde con algunos suelos mal drenados de riveras de los ríos y partes bajas (figura 7e, figura 8d).

Disponibilidad de agua

Debido a que en el área de estudio no se encuentran los datos suficientes para hacer balances hídricos y calcular el requerimiento de agua para el cultivo, se procedió a estimar la disponibilidad de agua a partir del régimen de humedad del suelo, con lo que se pudo establecer que el cultivo se desarrolla bien en un régimen údico o ústico (figura 7f, figura 8e), siendo óptimo el régimen de humedad údico cuyo déficit de humedad es inferior a 90 días. El 15% del área presenta fuertes deficiencias de humedad, mientras que el 73% solo requeriría aplicación de riego suplementario.

Díaz y Múnera (2002) definen un rango entre 2.220 y 3.200 mm anuales como apto para el establecimiento del cultivo, sin embargo, Palomino y Restrepo (1991) y Saldarriaga (1998) proponen un rango óptimo de precipitación entre 1.500-1.800 mm año⁻¹ y 1.500-2.500 mm año⁻¹, respectivamente, indicando que a precipitaciones superiores se puede ocasionar caída de flores y pérdida o daño mecánico de frutos pequeños. En general precipitaciones superiores a 1.500 mm anuales, bien distribuidas, son óptimas para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Pendiente

La pendiente influye principalmente en el riesgo a la erosión lo cual afecta la sostenibilidad del cultivo y las condiciones de mecanización. Para el caso de la granadilla, se considera como cultivo no mecanizable y cuyas prácticas de manejo no tienen gran incidencia en la erosión. Por tanto, se consideró como áreas aptas aquellas con pendientes inferiores al 50%, y como óptimo cuando la pendiente es inferior al 25%. Con base en lo anterior el 29% del área de estudio presenta un grado de limitación de medio a alto, y el 71% está ubicado en áreas con pendientes apropiadas para el cultivo (figura 7g, figura 8f).

Fertilidad

Díaz y Múnera (2002) recomiendan suelos con pH entre 4,5 y 6,5, y altos contenidos de materia orgánica, sin embargo Saldarriaga (2001) manifiesta que un pH menor a 5,5 genera un incremento en costos ya que se deben aumentar los correctivos aplicados al suelo, por tanto propone un rango entre 5,5 y 7,5 siendo óptimo el valor de 6,0.

La granadilla requiere suelos de baja a mediana fertilidad (Díaz y Múnera, 2002), sin embargo presentan como elementos limitantes para los procesos de crecimiento y desarrollo al N, P, K, Ca, Mg y B, recomendándose programas de fertilización de estos elementos que sustenten el mínimo de requerimiento nutricional del cultivo, cuando su disposición para la planta se vea limitada por diversas condiciones edáficas (Saldarriaga, 1998).

Clasificación de las tierras de acuerdo con su calidad para el cultivo de granadilla

En la figura 9 se muestra la zonificación del área de acuerdo con la calidad de las tierras para el cultivo de la granadilla. Se definieron tres clases de cali-

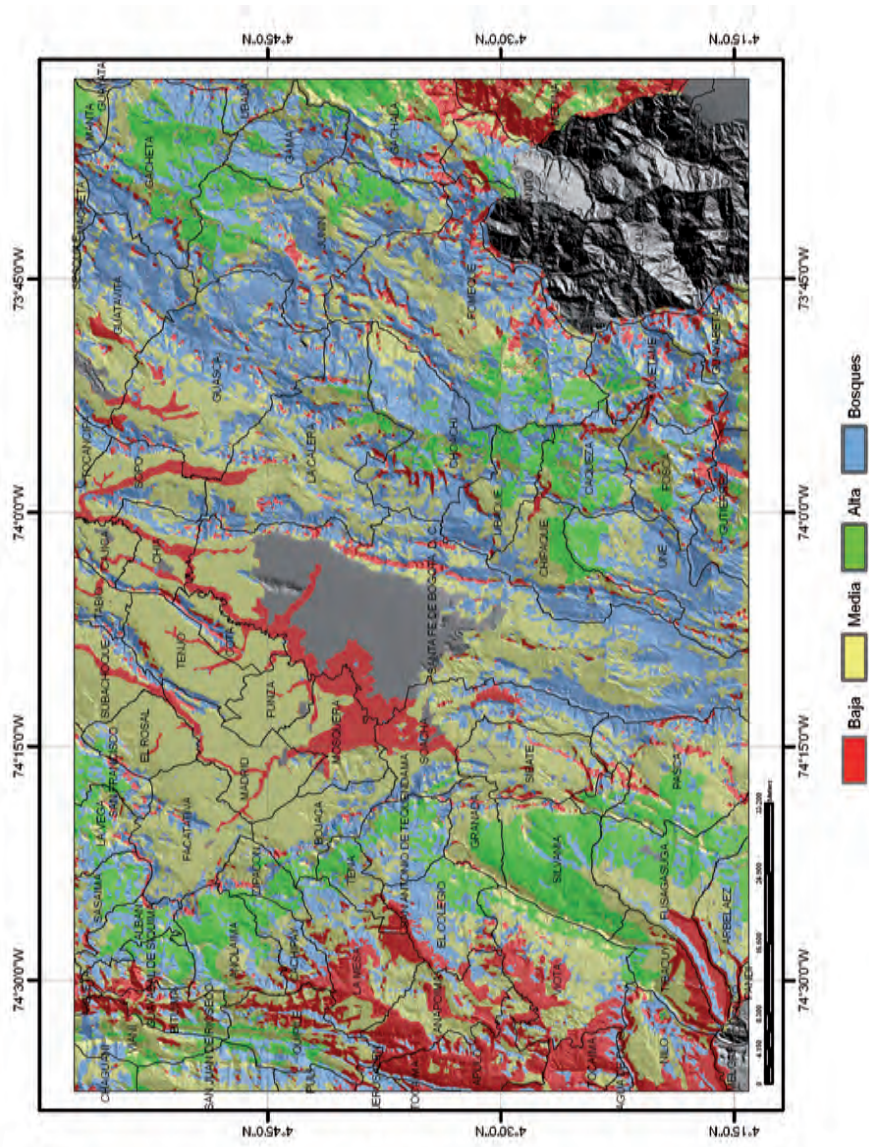


FIGURA 9. Calidad de las tierras para el cultivo de la granadilla.

dad: baja, correspondiente a áreas cuyos limitantes impiden que se logre una producción sostenible y competitiva, las áreas de calidad media implican una mayor aplicación de insumos para lograr una producción apropiada, y las áreas de calidad alta presentan las mejores condiciones para el desarrollo del cultivo. Como se dijo anteriormente, en este trabajo se consideró que las áreas en bosque se deberían mantener y por tanto, se muestran como una clase aparte. Lo anterior significa que el 13% del área presenta baja calidad lo cual equivale a 124.674 ha, el 35% que equivale a 341.736 ha del área total presentan calidad media, el 12% con 109.563 ha corresponden a áreas de alta calidad, y el 29% a zonas de bosque (figura 7h).

Con base en lo anterior se observó que dentro del área estudiada existe un fuerte potencial para el establecimiento del cultivo de granadilla. Es importante tener en cuenta que esta especie tiene un mercado potencial importante y es catalogada como producto hortofrutícola promisorio y exportable de Colombia. Dentro del mercado internacional es considerada como una de las frutas tropicales de mayor aceptación debido a sus propiedades de sabor y aroma (Benalcázar *et al.*, 2001). En Colombia, dentro de las exportaciones de productos frutícolas promisorios para 2003, la granadilla fue el tercer producto de exportación con una participación del 9% y una tasa de crecimiento anual del 5,6%. El principal destino para este producto fue Europa, a donde llega cerca del 23% de la producción nacional, seguido por países de la región como Ecuador y Venezuela (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006).

Conclusiones

El método propuesto integra tecnologías como las imágenes de sensores remotos, los modelos digitales de elevación (DEM), los sistemas de información geográfica para generar información confiable y oportuna sobre la ubicación más apropiada de los cultivos. Es un método de costo relativamente bajo, que se puede aplicar, con ajustes, a otras regiones del país y a otros cultivos, y genera información de fácil manejo mediante portales de Internet, facilitando la accesibilidad de la misma.

Un aspecto que merece mayor investigación se refiere a la definición de los requerimientos biofísicos para los cultivos. Casi siempre sólo se encuentra una descripción cualitativa y muy general de las condiciones que se consideran apropiadas para el cultivo pero no se tienen niveles críticos ni se conoce el

efecto de determinada condición del suelo o factor climático en el desarrollo y producción del cultivo. En el caso de la gulupa, por ejemplo, es poco lo que se ha publicado sobre sus requerimientos, eso al momento de efectuar una zonificación afecta notablemente los resultados.

Se recomienda efectuar este tipo de estudios para las otras especies de pasifloras que tienen potencial de producción y de mercado, de manera que se tengan bases concretas para promover su siembra. Igualmente es importante promover la generación de información confiable y oportuna sobre la ubicación de los cultivos y sobre el manejo ya que es una de las estrategias de la competitividad agrícola que el país afronta.

Literatura citada

- AgroNet. 2008. Análisis y estadísticas de los productos agrícolas. En: <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/AnalisisEstadisticas/tabid/73/Default.aspx>; consulta: mayo de 2008.
- Ávila, E., L.J. Martínez y F.R. Leiva. 2008. Determinación de indicadores para evaluar la calidad de suelos en el agroecosistema papa (*Solanum tuberosum*): estudio de caso. pp. 33-66. En: Leiva, F.R. y R. Villalobos (eds.). Evaluación de la sostenibilidad de sistemas agrícolas de clima frío: caso papa (*Solanum tuberosum*). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Bejarano M., A.D. sf. Guía para la producción de frutales frutales de clima frío moderado. Corporación Latinoamericana Misión Rural; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; IICA. En: www.misionrural.net; consulta: mayo de 2008.
- Benalcázar, L.A., A.G. Canessa I., M. Guabloche Z., H.P. Silva S. y G. Peirano A. 2001. Seminario de agro negocios. Granadilla: extracto y fresco. Facultad de Administración y Contabilidad, Universidad del Pacífico. En: www.upbusiness.net; consulta: mayo de 2008.
- Bouma, J. 2002. Land quality indicators of sustainable land management across scales. Agr. Ecosyst. Environ. 88, 129-136.
- Burrough, P.A. 1989. Fuzzy mathematic methods for soil survey and land evaluation. J. Soil Sci. 40, 447- 492.
- Díaz D., C.A. y G.E. Múnera U. 2002. Contribución al conocimiento de los sistemas productivos de tomate de árbol, lulo, granadilla y mora en Colombia. pp. 22-28. En: Memorias IV Seminario Nacional de Frutales de Clima Frío Moderado. CDTF; Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

- Doran, J. y A. Jones. 1996. Methods for assessing soil quality. Special publication 49. Soil Science Society of America (Sssa), Madison, WI.
- Doran, W.J. y B.A. Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. pp. 3-21. En: Doran, JW., D.C. Coleman, D.F. Bezdicek y R.F. Stewart (eds.). Defining soil quality for a sustainable environment. Special publication 35. Soil Science Society of America (Sssa), Madison, WI.
- Escobar, L.K. 1988. Passifloraceae. *Passiflora*. Subgéneros: *Tacsonia*, *Rathea*, *Manicata* y *Distephana*. pp. 1-23. En: Pinto, P. y G. Lozano (eds.). Flora de Colombia 10. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Johnston, K., J.M. VerHoef, K. Krivoruchko y N. Lucas. 2001. Using ArcGisM Geostatistical Analyst Esri, Redlands, CA.
- FAO. 1995. Planning for sustainable use of land resources. Towards a new approach. FAO Land and Water Bulletin 2, Roma.
- FAO. 1997. Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development. FAO Land and Water Bulletin 5, Roma.
- French, A.N., T.J. Schumge, J.C. Ritchie, A. Hsu, F. Jacob y K. Ogawa. 2008. Detecting land cover change at the Jornada Experimental Range, New Mexico with ASTER emissivities. Rem. Sens. Environ. 112, 1730-1748.
- Harris, R.F., D.L. Karlen y D.J. Mulla. 1996. A conceptual framework for assessment and management of soil quality and soil health. pp. 61-82. En: Doran, J.W. y A.J. Jones (ed.). Methods for assessing soil quality. Special publication 49. Soil Science Society of America (Sssa), Madison, WI.
- Hernández, A. y R. Bernal. 2000. Lista de especies de Passifloraceae de Colombia. Biota Colomb. 1(3), 320-335.
- IGAC. 2000. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca. Tomo 1. Subdirección de Agrología, Instituto Geográfico Agustín Codazzi; DANE. Bogotá. pp. 1-130.
- Karlen, D.L. y D.E. Stott. 1994. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. pp. 53-72. En: Doran, JW., D.C. Coleman, D.F. Bezdicek y R.F. Stewart (eds.). Defining soil quality for a sustainable environment. Special publication 35. Soil Science Society of America (Sssa), Madison, WI.
- Larson, W. y F. Pierce. 1994. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. pp. 37-51. En: Doran, JW., D.C. Coleman, D.F. Bezdicek y R.F. Stewart

- (eds.). Defining soil quality for a sustainable environment. Special publication 35. Soil Science Society of America (Sssa), Madison, WI.
- Martínez, L.J. 2006. Modelo para evaluar la calidad de las tierras: caso del cultivo de papa. *Agron. Colomb.* 24(1), 96-110.
- Martínez, L.J. y D. Vanegas. 1997. Modelo de evaluación de tierras para el uso sostenible y la conservación. pp. 243-350. En: Saldarriaga, J. y T. van Der Hammen (eds.). *Sistema de Información Geográfica para la Amazonia: el caso Guaviare*. Tomo XIII. Bogotá.
- Martínez, L.J. y D. Vanegas. 2004. GIS applications for spatial planning in the Colombian Amazon region: a case study of the Guaviare colonization area. *ITC J.* 1, 215-223.
- McBratney, A. e I. Odeh. 1997. Application of fuzzy sets in soil science: fuzzy logic, fuzzy measurements and fuzzy decisions. *Geoderma* 77, 85-113.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2006. Observatorio agrocadenas. La Cadena de los Frutales de Exportación en Colombia, Documento de trabajo 67. Bogotá.
- Palomino, M. y F. Restrepo. 1991. Síntomas de deficiencias nutricionales en el cultivo de la granadilla *Passiflora ligularis* Juss. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Pierce, F.J. y W.E. Larson. 1993. Developing criteria to evaluate sustainable land management. pp. 7-14. En: Kimble, J.M. (ed.). *Proceedings of the 8th International Soil Workshop: utilization of soil survey information for sustainable land use*. USDA, Washington DC.
- Ramos, J.P. y L.J. Martínez. 2006. Aplicación de la lógica difusa para clasificación de la aptitud de los suelos. *Análisis Geográficos* 32, 29-40.
- Reynolds, K. 2001. NetWeaver: a knowledge-base development system. Forest Service, United States Department of Agriculture (USDA). Washington DC.
- Rositer, D. y A. van Wambeke. 1989. ALES. Automated Land Evaluation System. ALES version 2.2 user's manual. Department of Agronomy, Cornell University, New York, NY.
- Saldarriaga, L. 1998. Manejo poscosecha y comercialización de granadilla. Serie de paquetes de capacitación sobre manejo poscosecha de frutas y hortalizas. Convenio SENA - Reino Unido. Manizales, Colombia.
- Saldarriaga, L. 2001. Guía básica para el establecimiento y mantenimiento del cultivo de la Granadilla (*Passiflora ligularis*). ASOHOFRUCOL; Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola, Bogotá.

- Tsiligirides, T.A. 2008. Remote sensing as a tool for agricultural statistics: a case study of area frame sampling methodology in Hellas. *Comp. Electron. Agr.* 20, 45-77.
- Wood, S.R. y F.J. Dent. 1983. LECs: a land evaluation computer system methodology. Manual 5. Version 1. United Nations Development Programme (UNDP), Roma.

Ecofisiología de las especies pasifloráceas cultivadas en Colombia

Ecophysiology of Passifloraceae species cultivated in Colombia

GERHARD FISCHER¹, FÁNOR CASIERRA-POSADA² Y WILSON PIEDRAHÍTA³

Resumen

Las pasifloráceas crecen tanto en los climas tropicales cálidos como en los fríos (latitud 0 hasta 35°), y las en zonas subtropicales dentro de un rango determinado. En Colombia, las pasifloráceas cultivadas requieren diferentes rangos de temperatura para su óptimo crecimiento, desarrollo y producción: el maracuyá entre 24 y 28°C, la granadilla entre 16 y 24°C, la gulupa entre 15 y 20°C y la curuba entre 13 y 16°C. Temperaturas más altas deshidratan el líquido estigmático, imposibilitando la fecundación de las flores. En gulupa se encontró el rango óptimo para la polinización entre 25 y 30°C. La alta radiación solar aumenta el potencial de rendimiento, la coloración y los grados Brix del fruto, pero induce el riesgo de “golpe de sol”. En Colombia, las altitudes recomendadas para su cultivo son: 0-1.300 msnm en maracuyá, 1.400-2.200 msnm en gulupa, 1.500-2.200 msnm en granadilla y 1.800-3.200 msnm en curuba. Debido a la permanente fructificación de estas especies, la precipitación debe alcanzar valores entre 1.500 y 2.500 mm año⁻¹ y debe estar bien distribuida, exigiendo el valor del límite superior del rango en zonas más bajas; sin embargo, durante el período de

¹ Profesor asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
e-mail: gfischer@unal.edu.co

² Profesor asociado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. e-mail: fanor.casierra@uptc.edu.co

³ Profesor asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
e-mail: wdpiedahitac@unal.edu.co

floración, la lluvia debe ser mínima, dado que el polen humedecido se revienta y pierde su funcionalidad. La sequía afecta negativamente la iniciación floral, pero una humedad relativa del 80% favorece la viabilidad del polen, la receptividad de los pistilos para la polinización y la fecundación. La tolerancia al viento es poca porque deseca prematuramente el estigma, dificultando la fecundación. Las pasifloráceas prosperan bien en suelos sueltos (francos a franco-arenosos), profundos y ricos en materia orgánica, bien drenados y con pH, en general, entre 5,5 y 7,5.

Palabras clave: temperatura, radiación solar, altitud, precipitación, viento, suelo.

Abstract

Passifloraceae species grow both in the tropical warm climates as well as in the cold ones (latitudes 0-35), and, in subtropical zones, inside a certain climate range. In Colombia, the cultivated Passifloraceae require different ranges of temperature for optimal growth, development and production: between 24 and 28°C for yellow passion fruit, between 16 and 24°C for sweet granadilla, between 15 and 20°C for purple passion fruit, and between 13 and 16°C for banana passion fruit. Higher temperatures dehydrate the stigmatic liquid, disabling the fertilization of flowers. In purple passion fruit, the optimum range for pollination was found between 25 and 30°C. High solar radiation increases the yield potential, coloration and Brix grades of fruits, but induces the risk of sun burn. In Colombia, the recommended altitudes for these cultures are: 0-1,300 m a.s.l. for yellow passion fruit, 1,400-2,200 m a.s.l. for purple passion fruit, 1,500-2,200 m a.s.l. for sweet granadilla, and 1,800-3,200 m a.s.l. for banana passion fruit. Due to the permanent fructification of these species, precipitation must reach values between 1,500 and 2,500 mm year⁻¹ and be well distributed, with a demand of the highest value at the lowest altitudinal sites. Nevertheless, during the period of flowering, the rain fall must be minimal, since the dampened pollen bursts and loses its functionality. The drought affects negatively floral initiation, but 80% relative moisture favors to pollen viability, receptivity of pistils for pollination and fertilization. The tolerance to wind is low because wind desiccates prematurely the stigma, making the fertilization difficult. Passifloraceae crops prosper well in soils with good porosity (loam to loam-sands), deep and rich in organic matter, well drained and with pH values, in general, between 5,5 and 7,5.

Keywords: temperature, solar radiation, altitude, precipitation, wind, soil.

Introducción

La amplia gama de microclimas existente en Colombia favorece la presencia de una gran diversidad de especies vegetales útiles, entre ellas, diferentes frutales de enorme potencial, como las pasifloráceas, tanto para consumo interno como para la exportación. Uno de los factores limitantes más serios para el desarrollo de renglones promisorios en los mercados de países productores es la carencia de conocimiento en el área de la ecofisiología, debido a la falta de investigación estructurada en esta materia. Aunque se considera que el potencial de rendimiento y calidad de los cultivares frutícolas depende, en primer lugar, de su composición genética (Whiley y Searle, 1996). El medio ambiente tiene un efecto marcado en la expresión del genotipo y por ello, la provisión de un ambiente que ofrezca un mínimo de estrés es una condición indispensable para lograr altos rendimientos y mejor calidad de fruto.

Las frutas de la pasión se originaron en los bordes de los bosques húmedos de los valles bajos tropicales, donde las temperaturas medias se encuentran entre 20 y 30°C, con alta humedad relativa y precipitaciones igualmente altas, bien distribuidas (Winks *et al.*, 1988). Sin embargo, como ocurre en otros cultivos, este ambiente no parece ser el óptimo para un crecimiento y una producción favorable. En la actualidad, las pasifloráceas comerciales están distribuidas en los trópicos a diferentes altitudes, y en zonas subtropicales con temperaturas calientes o frescas, dependiendo de las exigencias de cada especie (Menzel y Simpson, 1994).

Aunque en Colombia existe alguna información referente a las exigencias agroecológicas de las especies pasifloras comerciales consideradas aptas para su crecimiento, desarrollo, producción y calidad, se presenta cierta confusión en la literatura internacional. Así, mientras Morley-Bunker (1999) recomienda como zonas aptas para el cultivo de las pasifloráceas regiones que no son frías, con sol directo y protegidas de vientos fuertes y fríos. Por su lado, McCain (1993) clasifica a las pasifloráceas dentro de los frutales con potencial para las zonas frías subtropicales. Probablemente, debido al uso del término “passion fruit”, refiriéndose en muchos casos a la gulupa (purple passionfruit, *Passiflora edulis* Sims.), y también en algunos a la granadilla (*P. ligularis* Juss.) o a la maracuyá (*P. edulis* f. *flavicarpa*), surgen diferencias en las recomendaciones agroecológicas. En estos casos, siempre hay que tener en cuenta la zona climática y geográfica donde el autor ha obtenido sus experiencias y conocer la especie y variedad.

Las pasifloráceas comestibles crecen dentro de un rango climático en la regiones tropicales cálidas y frías, es decir entre latitud 0 hasta 35°, siendo posible su cultivo en los trópicos ecuatoriales entre el nivel del mar hasta 3.200 msnm. Las variaciones en las condiciones climáticas, en muchos casos, son responsables de la respuesta en la producción de pasifloráceas en diferentes localidades y épocas del año (Menzel y Simpson, 1994). Los mismos autores afirman que varios investigadores han demostrado que la producción de las pasifloráceas está confinada a ciertas épocas del año, con cambios en la fructificación debidos a variaciones en la temperatura, el fotoperiodo, la irradiancia o la precipitación, siendo en muchos estudios, estos factores correlacionados entre si.

Todas las pasifloráceas requieren de una humedad moderada, pero difieren en su tolerancia a las temperaturas frescas (National Research Council, 1989) y tienen en común que solamente pueden cultivarse comercialmente en sitios libres de heladas (Lüdders, 2003).

El presente trabajo pretende revisar la información científica relacionada con los diferentes factores ecofisiológicos de las pasifloras: la temperatura, la luz, la altitud, el agua, el estrés por sequía, la humedad relativa, el viento, el suelo, la humedad relativa, el viento y el suelo.

Temperatura

Las regiones productoras de pasifloráceas cerca al ecuador presentan condiciones isotérmicas y la temperatura media depende de la altitud, además en el transcurso del año se presentan pocos cambios en la radiación. La temperatura afecta de manera indirecta el comportamiento de los agentes polinizadores. Temperaturas entre 20-25°C fomentan el vuelo de las abejas aumentando el número de flores polinizadas, aspecto de vital importancia en las pasifloráceas.

En zonas con veranos calientes, la duración de la vida útil del cultivo se disminuye; adicionalmente, se ha reportado una alta sensibilidad de las plantas a las heladas con daños severos cuando la temperatura se reduce hasta -2°C. Por tanto, en regiones frías, se recomienda la siembra en laderas, con plantaciones espaciadas para una buena circulación del viento (Morley-Bunker, 1999).

La **granadilla** se comporta muy bien a temperaturas que oscilan entre 14 y 24°C con un óptimo entre 16 y 18°C; las temperaturas superiores aumentan en forma significativa el consumo de agua y fertilizantes, por otro lado, las

temperaturas inferiores al óptimo conllevan a una mayor duración de la planta pero con crecimiento lento y baja producción (Castro, 2001).

En cultivos de granadilla, temperaturas mayores a 20°C, de una parte, ocasionan un mayor estrés hídrico, aumentando considerablemente las necesidades de agua y de fertilizante, y de otra, acortan la duración del ciclo de vida del cultivo (Castro, 2001); de igual forma la aparición y severidad de la enfermedad denominada Secadera, causada por *Nectria haematococca* Berk. & Br., es más grave en franjas altimétricas inferiores a 1.600 m y temperaturas promedio superiores a 20°C (Castro, 2001). Las temperaturas inferiores a 18°C ofrecen condiciones para una mayor durabilidad de la planta, pero con crecimiento lento y baja producción. Temperaturas menores a 10-12°C disminuyen la fecundación e incrementan el aborto de flores, que puede alcanzar un 90 a 95% y además, ocasionan cuarteamiento de los frutos jóvenes (Rivera *et al.*, 2008). En general, estos autores afirman que la granadilla se ve afectada en zonas con temperaturas muy bajas (con presencia de heladas), con vientos fuertes o con riesgo de granizo y por ello no son recomendables, debido a que bajo estas condiciones se producen caída de flores y daños en los frutos.

El desorden fisiológico del cuarteamiento del fruto desarrollado de la granadilla se relaciona mucho con las oscilaciones de temperatura demasiado fuertes entre el día y la noche (Castro, 2001; Rivera *et al.*, 2008). También Bernal (1994) se refiere al rajado que presenta un agrietamiento que rodea todo el fruto haciéndolo extremadamente duro y no comerciable. Este autor expresa que no existe un criterio claro acerca de las causas de este fenómeno, aparentemente causado por cambios bruscos de temperatura cuando suceden lluvias repentinas en días soleados, o probablemente se debe a algún síntoma de deficiencia (figura 1).



FIGURA 1. Rajado del fruto en una planta de granadilla en un huerto en San Raimundo (Cundinamarca), que tiene como posibles agentes causales la susceptibilidad varietal, cambios bruscos en la temperatura y en la humedad del suelo y las deficiencias nutricionales (Ca, B), ver Fischer (2005a).

Para las condiciones de Colombia, Jiménez (2006) reporta que las temperaturas óptimas para el cultivo de la **gulupa** están en el rango de 15 a 20°C. Sin embargo, las plantas maduras de gulupa pueden tolerar una helada ligera, pero sufren daños con temperaturas de 1 a 2°C bajo cero (Beal y Farlow, 1984, cit. en Nakasone y Paull, 1998).

En este cultivo, temperaturas bajas, alrededor de 15°C en el día y 10°C en la noche reducen el crecimiento vegetativo y por ende la producción, pero las temperaturas altas cercanas a 30°C en el día y 25°C en la noche, pueden disminuir la producción de flores (Nakasone y Paull, 1998). Sin embargo, en el híbrido gulupa x maracuyá, Meinke y Karnatz (1990) encontraron que la producción de hojas, flores y frutos fue mayor a una temperatura constante de 25°C que a 18°C. También, Menzel y Simpson (1994) encontraron que la fotosíntesis en hojas individuales de gulupa es óptima cuando la temperatura del aire oscila entre 22 y 33°C.

Utsunomiya (1992) transfirió plantas de gulupa antes de la floración a cámaras de crecimiento, observando que aquellas expuestas a 30/25°C (día/noche) abrieron antes sus flores y el período de floración fue más corto que en las mantenidas a 20/15°C; sin embargo, en este rango de temperatura alta

hubo poco cuajamiento de frutos, encontrándose ovarios pequeños con menos óvulos. Por otro lado, el peso de frutos fue más alto a 20/15°C, debido al incremento del grosor de la cáscara. Ambos rangos de temperatura tuvieron poca influencia sobre la cantidad de jugo, pero sí sobre su composición; fue así, como a 20/15°C, se acumuló más sacarosa en el fruto, mientras que a 30/15°C se aumentó el contenido de monosacáridos (glucosa y fructosa).

En Viamão, Brasil (30°S) una temperatura mínima de 14 a 22°C y una máxima entre 21 y 30°C fueron importantes para garantizar un cuajamiento adecuado de la gulupa (Manica *et al.*, 1985). En Nambour, Australia, una temperatura de 14°C en la época fría fue suficiente para el crecimiento de hojas de gulupa, mientras la floración y el cuajamiento se redujeron mucho a esta temperatura (Menzel y Simpson, 1994).

Ishihata *et al.* (1989) observaron en Japón que el desarrollo de la yema floral fue inhibido en épocas veraniegas cuando la temperatura media superaba los 25°C, por lo cual concluyeron que el rango óptimo de temperatura para la floración estaba entre 13 y 25°C. Otros resultados fueron reportados por Menzel *et al.* (1987), en los cuales se encontró que temperaturas altas (30/25°C día/noche) en el híbrido gulupa x maracuyá 'Purple Gold' causaron una mayor proporción de hojas, pero un menor porcentaje de raíces relacionado con el peso seco total de la planta, mientras este calor, en general, disminuyó el crecimiento y la floración, comparado con 25/20°C.

En gulupa, el crecimiento del tallo fue mayor a una temperatura de 33/28°C (día/noche) debido al crecimiento de ramas laterales, pero en este rango de temperatura el rendimiento de frutos fue más bajo comparado con el obtenido a 23/18°C el cual fue más alto, debido al mayor número y peso individual de los frutos (Utsunomiya, 1992).

En pasifloráceas, en general, la temperatura afecta la polinización. En gulupa, Ishihata *et al.* (1989) observaron que el rango entre 25 y 30°C fue óptimo para la polinización, mientras las temperaturas de 15 a 35°C casi la anularon (figura 2).

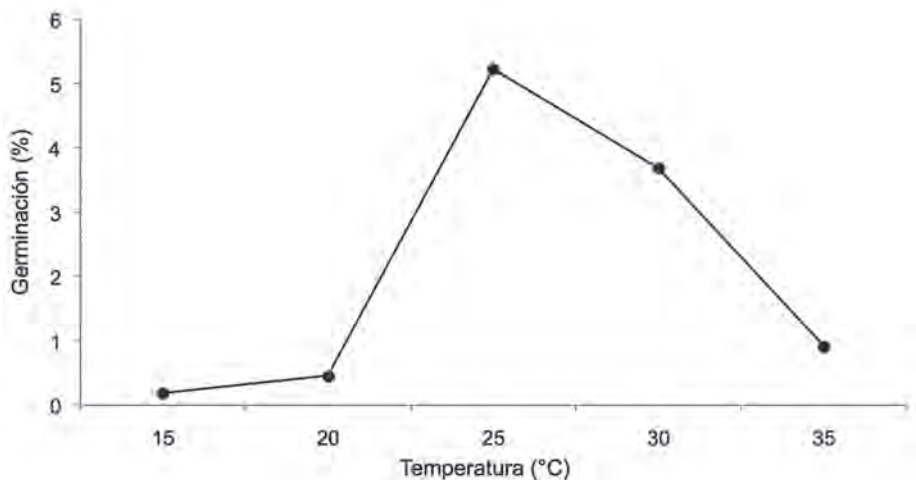


FIGURA 2. Efecto de la temperatura sobre la germinación del polen de la gulupa (tomado de Menzel y Simpson, 1994).

A 18°C Meinke y Karnatz (1990) encontraron menos semillas y frutos más pequeños comparados con aquellos producidos a 24°C, lo cual, se sugiere que fue debido a un reflejo de la reducida germinación del polen a la menor temperatura, no obstante el porcentaje de las flores cuajadas en frutos fue similar. En Australia, Menzel y Simpson (1994) reportaron un bajo cuajamiento de frutos en días cálidos y secos con temperaturas máximas que sobrepasaban los 36°C.

La acidez del fruto se puede ver afectada por la relación de temperatura diurna/nocturna. Así, para encontrar frutos con menor acidez en el híbrido gulupa x maracuyá 'Summer Queen' durante épocas de poca luz (invierno) y bajo invernadero en Japón, Yonemoto *et al.* (2006) compararon las temperaturas diurnas/nocturnas de 30/30°C, 30/25°C, 30/20°C y 24/17°C, y encontraron que la combinación óptima era 30/25°C con la mayor relación azúcares/acidez (6,8), mientras una relación 24/17°C mostró el mayor peso del fruto (93,5 g) y acidez titulable (3,99%), resultando en una relación azúcares/ácidos muy baja (4,7).

Varios estudios se refieren a la temperatura del suelo para el cultivo de la gulupa o sus híbridos. Menzel y Simpson (1994) concluyen que temperaturas bajas del suelo afectan la floración y rangos entre 20 y 30°C la favorecen. Siendo necesario, para la floración de gulupa, la presencia de temperaturas del aire

relativamente altas, para el caso, se requiere de una moderada temperatura del aire (20-25°C/15°C día/noche). Simon y Karnatz (1983) constataron que una temperatura elevada del suelo, entre 23 y 28°C, puede llegar a compensar una menor floración. Ensayos con el híbrido gulupa x maracuyá 'E-23' demostraron que para el crecimiento óptimo del tallo, nudos, hojas y flores una temperatura edáfica de 24°C es favorable, pero, para las raíces la de 38°C superó la de 24°C (Menzel y Simpson, 1994).

El **maracuyá** puede crecer y desarrollarse en climas cálidos, tropicales y subtropicales. En climas templados su crecimiento es normal pero se retarda el inicio de la producción. El crecimiento óptimo ocurre entre 24 y 28°C. En regiones con temperaturas promedio por encima de este rango, el crecimiento vegetativo de la planta es acelerado, pero disminuye su producción debido a que altas temperaturas deshidratan el líquido estigmático, imposibilitando la fecundación de las flores (Chacón, 1995). Para el cultivo del maracuyá, Didier (2001) recomienda zonas con temperaturas superiores a 6°C.

En **curuba**, la temperatura promedio de desarrollo se encuentra entre los 13 y 16°C, siendo las temperaturas más bajas perjudiciales por la presencia de heladas (Campos, 2001). Por otra parte, el National Research Council (1989) menciona líneas de *Passiflora mollissima* que pueden aguantar temperaturas de -5°C por poco tiempo.

En resumen, la temperatura del aire afecta tanto la polinización como el cuajamiento de los frutos de las pasifloráceas de tal forma que aunque el rango óptimo de temperatura difiere con la variedad, es un factor clave en la selección del sitio de siembra. Así, para maracuyá, las temperaturas óptimas se encuentran entre 24 y 28°C, para granadilla entre 16 y 24°C, para gulupa entre 15 y 20°C y para curuba entre 13 y 16°C.

Luz

La duración, intensidad y calidad de la luz están dentro de los factores climáticos más importantes que determinan la calidad del fruto. La radiación solar, por su función en la fotosíntesis, además de influir sobre el tamaño y calidad de los frutos, es importante en la coloración y en el contenido de los sólidos solubles (índice refractométrico) que presenta el fruto en su madurez (Fischer, 2000a). La luminosidad influye sobre el desarrollo de las pasifloráceas, princi-

palmente por la superficie del dosel expuesta, interviene en procesos como la diferenciación de primordios florales, la floración y la coloración del fruto, por la formación de azúcares y pigmentos, dado que es indispensable para la síntesis de antocianinas (Rivera *et al.*, 2008).

De acuerdo con Didier (2001) la suficiente intensidad solar normalmente no es un problema en países tropicales, siempre y cuando, la longitud del día sea suficiente para estas especies que necesitan entre 10 y 11 horas luz por día, mientras la formación de flores se inhibe con menos de 8 horas luz por día.

Las pasifloráceas son susceptibles a cambios en la radiación solar. El potencial del rendimiento disminuye en la medida que la irradiancia (radiación solar por área y tiempo) se encuentra por debajo de la plena radiación, incluso durante periodos cortos como una semana o un mes. Este fenómeno tratan de explicarlo Menzel y Simpson (1994) mediante la interacción entre la temperatura y la radiación, que afecta drásticamente la floración, en el caso de presentarse altas temperaturas durante épocas de baja radiación.

Los golpes de sol son quemaduras en los frutos por exposición directa a los rayos solares y se ven favorecidos por podas severas que exponen los frutos a la radiación solar directa. Se manifiestan como manchas de color marrón oscuro, ubicadas en la parte expuesta, que a su vez se constituyen en fuentes de entrada a patógenos al fruto. Se controlan preventivamente evitando podas severas cuando los frutos estén próximos a la cosecha; adicionalmente deben removerse los frutos afectados para reducir fuentes de inóculo dentro del cultivo.

Todas las frutas pasifloráceas son muy susceptibles al golpe del sol, aún cuando ya se hayan desprendido de la planta. Por ejemplo en Nueva Zelanda, Sale (1987) reportó que se deben recoger los frutos maduros que han caído al suelo, dos a tres veces por día para evitar el golpe del sol. Sin embargo, cuando esta ocurriendo poco brillo solar es suficiente recogerlos dos a tres veces por semana. Adicionalmente, se debe tomar en consideración que estas quemaduras en frutos caídos no ocurren cuando se utiliza el emparrado como sistema de tutorado.

La **granadilla** requiere buenas condiciones de luminosidad para aumentar su tasa fotosintética por ello en zonas con alta nubosidad, los frutos toman una coloración parda; por ello las zonas con un promedio de 8 horas de brillo solar por día son las más adecuadas para su cultivo (Castro, 2001).

En **gulupa**, los cambios en la radiación solar influyen sobre la productividad, y los días nublados reducen el crecimiento, el número de botones florales y la apertura de las flores. Menzel *et al.* (1986) observaron rendimientos bajos en gulupa en épocas siguientes a una baja radiación solar. En el híbrido gulupa x maracuyá 'E-23', al comparar una irradiancia baja ($2,1$ ó $6,3 \text{ MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$) con valores de $10,5$; $14,6$ ó $20,9 \text{ MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, los valores altos aumentaron el crecimiento longitudinal de las ramas pero redujeron el área foliar, el peso seco y el número de las yemas florales de las plantas (Menzel *et al.*, 1986). Esta respuesta a una menor irradiancia puede ser una explicación a la abscisión de flores reportada. El incremento en la densidad de plantas que conlleva a un sombreamiento entre las ramas, probablemente, también reduce el rendimiento de plantas individuales, sin embargo la producción por hectárea puede incrementarse hasta un cierto nivel (Menzel y Simpson, 1994); sin embargo, A. Casas (comunicación personal, 2006) afirma que el exceso de radiación solar causa daños en el fruto y en el desarrollo de la planta.

En el **maracuyá**, Watson y Bowers (1965, cit. por Menzel y Simpson, 1994) sugirieron que reacciona fotoperiódicamente, porque en días cortos de 8 horas no se produjeron flores, como sí ocurrió en Hawai (21°N) donde hubo flores bajo una longitud natural de 11 horas o menos. Menzel y Simpson (1994) atribuyen estos resultados a una falta de inducción floral debido a una insuficiente radiación solar o temperatura.

Altitud

Los diferentes regímenes de temperatura para el crecimiento de las pasifloráceas se pueden elegir teniendo en cuenta la altitud, siendo la temperatura el factor más afectado por la elevación. En Colombia, hay una reducción promedio de $0,6^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m de incremento en la altitud. Como consecuencia, a medida que aumenta la altitud, la tasa de crecimiento de la planta disminuye, se incrementa la radiación, especialmente la ultravioleta, el crecimiento longitudinal del tallo se ve afectado, y los frutos están más propensos al golpe de sol. Por la reducción en la presión parcial de gases con el incremento de la elevación, las plantas tienden a aumentar el número de estomas para compensar, especialmente, el menor contenido de CO_2 (Fischer, 2000b).

Con referencia a los rendimientos de las pasifloráceas en las zonas altas, la temperatura y la irradiancia parecen tener un efecto importante sobre la fluc-

tuación temporal de la producción, sin embargo, en huertos sin riego, el déficit hídrico también puede ser un factor determinante (Menzel y Simpson, 1994).

La **granadilla** prospera bien en clima frío moderado con altitudes entre 1.600 y 2.200 msnm, con un óptimo de 1.800 msnm (Bernal, 1994). Altitudes menores a 1.500 msnm reducen la viabilidad del polen. En sitios inferiores a 1.700 msnm, es mayor la incidencia de los insectos plaga, se disminuye el tamaño de los frutos, obteniéndose un porcentaje superior a 50% de frutas de segunda calidad, lo que reduce significativamente la rentabilidad del cultivo. En plantaciones de granadilla, establecidas a altitudes superiores a 2.500 m, si bien es cierto, se presentan frutos más grandes y el ciclo de producción es más largo, también existe una mayor incidencia de enfermedades fungosas causadas por patógenos como *Nectría* y *Botrytis*. Adicionalmente, a esta altitud también se disminuye la población de agentes polinizadores naturales (Castro, 2001).

El National Research Council (1989) reporta que la granadilla crece bien en altitudes medias; sin embargo, no soporta temperaturas inferiores a -1°C. En Ecuador, se cultiva entre 2.200 y 2.700 msnm, pero en Bolivia y Colombia a partir de 800 msnm.

En el caso de **gulupa**, la producción comercial en Colombia se encuentra entre 1.400 y 2.200 msnm; la producción en altitudes mayores inicia a los 12 a 18 meses y el tamaño de la fruta se reduce (H. Guevara y J. Luna, comunicación personal, 2006). De otra parte, en altitudes de 1.200 a 1.500 msnm la vida útil del cultivo es de 8 años, mientras que a 800 msnm las plantaciones son económicamente viables sólo durante 3 a 4 años (Nakasone y Paull, 1998).

El **maracuyá** amarillo es la pasiflorácea “más tropical en su requerimiento”, en Colombia se cultiva comercialmente desde el nivel del mar hasta los 1.300 msnm. Es muy importante resaltar el buen comportamiento del cultivo en la zona marginal de la franja cafetera, o sea, por debajo de los 1.350 msnm en los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda (Chacón, 1995).

Campos (2001) destaca la buena adaptación de la **curuba** en zonas tropicales y subtropicales; en el caso de Colombia se produce comercialmente en altitudes que fluctúan entre 1.800 y 3.200 msnm, mientras Angulo y Fischer (1999) limitan la zona de buen crecimiento entre 2.000 y 3.000 msnm para esta especie. Se logra una mejor adaptación de la curuba a condiciones más

frescas que para *P. edulis*, y puede crecer hasta a 3.400 msnm, p.e. en Cuzco (Perú), además, por corto tiempo, tolera temperaturas de hasta -5°C (National Research Council, 1989).

Agua

El suministro adecuado de agua, es fundamental para el buen desarrollo de los frutales, especialmente después de la plantación y durante la época de floración, por tanto, el cuajamiento y el llenado del fruto presentan limitaciones en plantaciones instaladas en zonas sin riego, con altos niveles de evapotranspiración, y en climas fríos, por la disminución de la precipitación con la altitud (Fischer, 2005b). Las funciones fisiológicas del agua, de acuerdo con Kramer y Boyer (1995), se pueden resumir en cuatro puntos: es el elemento esencial del protoplasma (80 a 90% del peso fresco), es disolvente, reactivo, y además, mantiene la turgencia de la planta.

En las especies pasifloráceas, donde se presenta floración y fructificación durante todo el año, la precipitación debe estar distribuida en todos los meses del año y se convierte en un factor crítico en aquellos sitios donde no hay facilidad para el suministro de riego adicional. Cuando falta el agua en alguna de las fases críticas, como en la brotación de yemas florales, fecundación, cuajamiento y llenado, los frutos se quedan pequeños o se caen. El estado de mayor demanda de agua por el fruto es durante su llenado. En la maduración se requiere en menor proporción (Fischer, 2000a).

Un suministro equilibrado de agua asegura un contenido adecuado de carbohidratos y ácidos en el fruto al momento de la madurez y una menor velocidad de degradación durante las fases de poscosecha, mientras durante el período de floración, la lluvia debe ser mínima, por cuanto el polen mojado, se revienta y pierde su funcionalidad. También en los climas húmedos y lluviosos se puede presentar ablandamiento del exocarpo del fruto (Rivera *et al.*, 2008). Además, la lluvia abundante disminuye la actividad de insectos reduciendo la polinización (Nakasone y Paull, 1998).

En general, las pasifloráceas requieren una precipitación bien distribuida cercana a 1.500 mm por año, por ello, no crecen bien en zonas con una temporada seca marcada, sin riego suplementario (Didier, 2001). Como límite pluviométrico inferior, Gilmour (1983, cit. en Lüdders, 2003) sugiere para los cultivos

de granadilla y gulupa zonas con un mínimo de 900 mm de precipitación uniformemente distribuida.

Para el caso de la **granadilla** en Colombia, Castro (2001) recomienda una adecuada precipitación con cantidades superiores a 1.500 mm al año, bien distribuidos, con un requerimiento promedio de 4 mm de agua por planta al día. Si no se cuenta con sistema de riego, es importante hacer coincidir la prefloración con el máximo de lluvias para poder obtener mayores rendimientos. Bernal (1994) especifica que el rango de la precipitación en granadilla debe estar entre 1.500 y 2.500 mm distribuidos durante el todo el año.

Como se mencionó anteriormente, la lluvia durante la apertura floral puede tener efectos perjudiciales sobre cuajamiento de los frutos en pasifloráceas. En Japón se encontró que la **gulupa** durante un clima lluvioso redujo el cuajado de frutos a menos del 50% debido al rompimiento al de los granos de polen en contacto con el agua (Ishihata *et al.*, 1989); es por ello que los periodos extensos de lluvia afectan negativamente el cuajamiento de pasifloráceas y se constituyen en un problema en las zonas productoras del país. Adicionalmente, las frutas de la pasión, especialmente la gulupa, son susceptibles a la pudrición radical, por lo cual los productores deben evitar el encharcamiento de los cultivos.

El **maracuyá** ha sido cultivado exitosamente en Hawai con una precipitación de 1.000 a 1.500 mm y con riego adicional durante épocas secas (Nakasone y Paull, 1998).

En el caso de la **curuba**, los cultivos se pueden establecer en sitios con un rango entre 1.000 a 1.500 mm anuales, repartidos uniformemente; por tanto, si las condiciones no son favorables, se debe utilizar riego artificial (Campos, 2001).

Sequía

En pasifloras, la tolerancia a la sequía es poca, debido a su sistema radical fibroso y superficial, que puede resultar en poca inducción floral y en caída de frutos, hasta llegar a la defoliación de la planta (Morley-Bunker, 1999). El déficit hídrico reduce el crecimiento foliar, la producción de flores, el tamaño de los frutos, y en caso de estrés severo, se defolian las ramas y se

induce la caída de frutos (Menzel y Simpson, 1994). En general, una reducida producción de las especies pasifloráceas en condiciones de un estrés hídrico, se atribuye más a una disminución de botones florales que a una abscisión prematura de flores o frutos. Por consiguiente, estas especies no pueden crecer en zonas con una temporada seca marcada cuando no hay disponibilidad de riego suplementario (Didier, 2001).

En plantas de **granadilla** expuestas a estrés hídrico de hasta -70 kPa (medido con tensiómetro), disminuyó notablemente el área foliar, el número de hojas por planta, el crecimiento longitudinal de ramas y la relación parte aérea/raíz de las plantas (Casierra-Posada y Roa, 2007). Esta reacción se atribuyó al incremento de la longitud de raíces bajo condiciones de estrés hídrico con miras a una mayor posibilidad de toma de agua, y a la reducción de la superficie foliar, con el fin de reducir la tasa de transpiración. Adicionalmente, mencionan los autores, que el ABA (ácido abscísico) induce la acumulación de iones en las vacuolas de las células epidermales de las raíces, los cuales incrementan el potencial osmótico citosólico en estas células. Esto provoca una mayor permeabilidad de las membranas celulares de la raíz, lo que conduce a una mayor posibilidad en la toma de agua por parte de las raíces.

El valor de la relación raíz: parte aérea se incrementó 22,5% como consecuencia de la exposición de las plantas de *Passiflora ligularis* al estrés hídrico; esta condición también indujo diferencia en cuanto a la asignación de materia seca en los diferentes órganos de las plantas. Mientras que en hojas y ramas se produjo una reducción de 13,3 y 13,4% en el contenido de materia seca, respectivamente, como consecuencia del estrés hídrico, en el tallo y las raíces se incrementó su contenido 19 y 16,9%, respectivamente (Casierra-Posada y Roa, 2007), lo cual se puede apreciar en la figura 3. El incremento en la masa radical puede argumentarse con un aumento en la longitud de las raíces inducido por el ABA bajo condiciones de estrés hídrico, lo cual tiene una relación directa con el incremento de la acción enzimática de la xiloglucano-endo-transglucosilasa (XET) y con la acumulación de aminoácidos como la prolina, de las cuales, la última actúa como osmoprotectante. La enzima XET debilita los enlaces entre xiloglucanos y celulosa en las paredes de las células posibilitando así su proceso de elongación (Hartung y Gimmler, 1994; Cramer *et al.*, 2001; Park *et al.*, 2003).

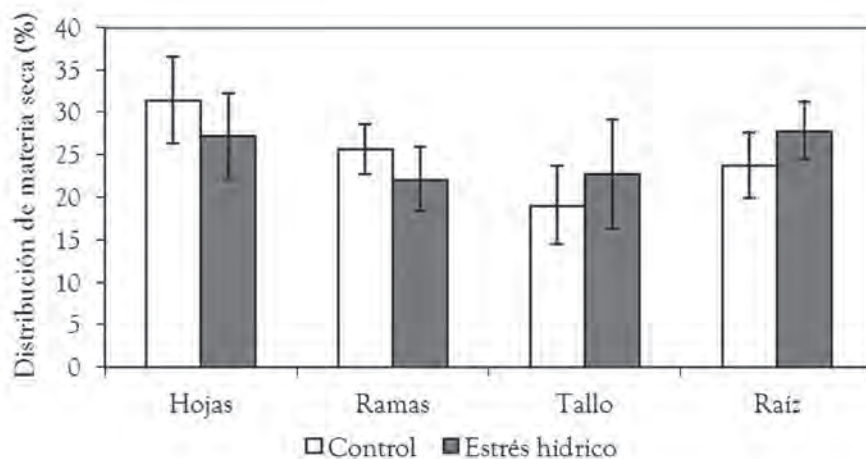


FIGURA 3. Modificación del patrón de acumulación de materia seca en plantas de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) expuestas a estrés hídrico. Tomado de Casierro-Posada y Roa (2007).

En el híbrido **gulupa** x maracuyá 'E23' Menzel *et al.* (1986) evaluaron la respuesta a diferentes niveles de humedad del suelo irrigando sólo cuando el potencial de agua del suelo bajaba a -2,5 kPa (capacidad de campo), -10, -140 ó -1.500 kPa en un suelo arenoso; estos tratamientos eran equivalentes a riegos cada 4-7, 7-8, o 16-18 días. El crecimiento vegetativo fue afectado por el estrés hídrico e igualmente la iniciación floral no ocurrió en el tratamiento más severo. Sin embargo, parece que el botón floral en desarrollo adquiere cierta resistencia a la desecación del suelo, mientras que el tamaño de la flor sí se reduce con la severidad del estrés hídrico, pero sin abscisión prematura. Mientras las raíces mantienen más tiempo su crecimiento durante un estrés hídrico, las ramas laterales se alargan menos y la abscisión de hojas se acelera, comparada con los tratamientos control. Por otra parte, cuando los híbridos gulupa x maracuyá se someten a estrés hídrico, el potencial hídrico foliar se recupera en el lapso de un día después de un riego, mientras que el crecimiento foliar se reinicia 4 días después y la fotosíntesis en unos 6 días (Menzel y Simpson, 1994).

Menzel y Simpson (1994) afirman que a pesar de que en pasifloráceas, el nivel mínimo de humedad del suelo no está definido para los diferentes tipos

del suelo, el potencial hídrico del mismo no debe reducirse por debajo de -13 a -20 kPa, para una producción de frutos óptima. De manera particular, Staveley y Wolstenholme (1990) recomiendan que en gulupa (colocada sobre el portainjerto clonal *Passiflora caerulea*) el potencial hídrico del suelo no debe exceder -20 kPa durante los periodos críticos de diferenciación floral y cuajamiento del fruto. Adicionalmente, las plantas expuestas a este tipo de estrés reaccionaron incrementando su contenido en carbohidratos no estructurales en la base del tallo.

Humedad relativa (HR)

En general, la HR del aire influye sobre la temperatura del aire, la presencia de vientos, nieblas, lloviznas y, además, disminuye la insolación. La alta HR dificulta la transpiración adecuada del frutal, originando una deficiente absorción de los nutrientes que son tomados por flujo en masa; la planta se torna sensible al desarrollo de enfermedades y se disminuye la eficacia de las aplicaciones de agroquímicos aplicados en forma de aspersión. Además, en periodos de floración dificulta la transferencia de polen y el vuelo de las abejas. Si en una zona existen periodos prolongados con HR alta, es aconsejable sembrar las plantas a mayor distancia y además garantizar la aireación de la copa, mediante el aclareo de ramas (Fischer, 2000c). Por otra parte, una HR muy baja (<40%), acompañada de vientos calurosos, pueden originar marchitamiento de flores, deshidratación, y cese de la fotosíntesis por el cierre de los estomas; además puede suceder la muerte de brotes tiernos.

Para la mayoría de los frutales, una HR entre 65 y 75% es la más adecuada, sin embargo Morley-Bunker (1999) advierten que una alta HR aumenta la susceptibilidad a enfermedades foliares y de frutos en pasifloráceas. En la **granadilla**, Garcés y Saldarriaga (1992) recomiendan una HR alta y uniforme alrededor de 85% para favorecer la viabilidad del polen y la receptividad de los pistilos, factores importantes para la polinización y fecundación. Por su parte, Bernal (1994) recomienda para la granadilla un HR cercana al 75% y Angulo (2008) entre 70 y 75%.

Viento

La tolerancia de las especies pasifloráceas al viento es poca (Morley-Bunker, 1999). Los vientos suaves tienen efectos benéficos sobre las plantas, como el

secado de las hojas y frutos mojados después de una lluvia y el refrescado de las hojas en días calurosos; además, aseguran la renovación del CO_2 en la zona de vegetación. En contraposición, los vientos fuertes imposibilitan el vuelo de los agentes polinizadores, causan roturas en los limbos foliares, golpes y cicatrices en los frutos que finalmente pueden originar su caída. De otra manera, los vientos intensos pueden originar un derrame de las flores, y en casos extremos, derribar la espaldera y las plantas.

Mientras Friedrich y Fischer (2000) afirman que la velocidad del viento de $1,7 \text{ m s}^{-1}$ ($6,12 \text{ km h}^{-1}$) es la óptima para el crecimiento de frutales, Gil-Albert (1989) sostiene que para garantizar el vuelo de las abejas, la velocidad del viento debe alcanzar un valor máximo de 10 km h^{-1} .

Los vientos cálidos y secos, en forma prolongada, aumentan la transpiración y deshidratación del dosel y exageradamente causan el denominado “asurado” o golpe de calor en la copa. Por otra parte, bajo estas condiciones, la pérdida de agua en el huerto se incrementa gravemente por evapotranspiración alta, lo que genera el desecamiento del suelo e incrementa las necesidades de agua de riego. Por lo anterior, en sitios con alta incidencia de viento, se recomienda la instalación de una barrera con especies arbóreas.

En resumen, los vientos excesivos en el cultivo de **granadilla** afectan en forma indirecta el proceso de floración y polinización, por cuanto abejas y abejorros, especies polinizadoras se desplazan mejor en ambientes con poco viento. También, los vientos fuertes pueden ocasionar daños mecánicos a las flores, pudiendo desecar prematuramente el estigma y el estilo, reduciendo el desarrollo del tubo polínico y afectando la germinación del polen. En ambientes en calma se obtiene un mejor cuajamiento de los frutos, mientras que los vientos secos producen aumento en la tasa de transpiración, desecación de los brotes tiernos y disminución de los valores de los índices de crecimiento (Rivera *et al.*, 2008).

Suelo

Las pasifloráceas, por hábito de crecimiento trepador, permiten la conservación del suelo, al evitar su contacto directo con los rayos solares y al reducir el impacto erosivo de la lluvia (Castro, 2001).

Las características físicas del suelo como la pendiente, la profundidad efectiva, el perfil, la textura, la estructura y el drenaje natural influyen directamente en el desarrollo de estos cultivos, por ello Rivera *et al.* (2008) los consideran determinantes para su éxito. Por otra parte, según Nakasone y Paull (1988), las pasifloráceas pueden tolerar un rango amplio de tipos de suelo, pero son plantas altamente susceptibles a un drenaje pobre que favorezca la hipoxia. En cuanto a la reacción del suelo, el pH puede oscilar entre 5,5 a 6,8; y finalmente, los suelos arcillosos y pesados no se consideran adecuados, por lo cual Morley-Bunker (1999) menciona los francos arenosos como los más favorables, especialmente, por su baja tolerancia al encharcamiento.

Para **granadilla**, Castro (2001) recomienda los suelos francos, arcillosos o arenosos, con capacidad para retener humedad, aireados, sin riesgo de inundación, con contenidos medios o altos de materia orgánica, y cuyo perfil A sea de 30 a 40 cm. Los suelos pesados y sometidos a encharcamiento prolongado impiden el crecimiento de las raíces y provocan pudriciones radicales bastante nocivas para el cultivo. En cuanto al pH, el rango más favorable se encuentra entre 6,0 y 6,5 (Bernal, 1994). Para la determinación de las características deseables del suelo, se recomienda hacer calicatas en sitios representativos de los terrenos a cultivar, que permitan conocer las características del perfil y prever posibles inconvenientes en el cultivo, tales como encharcamiento, presencia de horizontes endurecidos, horizontes limitados, niveles freáticos altos y presencia de sales, entre otros.

Lekeu (2001) destaca que aunque la **gulupa** crece en diversos tipos de suelo, estos deben acondicionarse en caso de ser compactos o mal drenados, se prefieren aquellos con texturas arenosas para el crecimiento y desarrollo del sistema radical. En cuanto al pH, es aconsejable que se encuentre entre 6,5 a 7,5. Mientras Morton (1987) recomienda suelos con altos contenidos de materia orgánica y baja presencia de sales, Lekeu (2001) reporta una cierta tolerancia a la salinidad de la gulupa.

El **maracuyá** requiere suelos ricos en materia orgánica, fértiles, profundos y con drenaje suficiente que impida el anegamiento. El valor de pH, debe ubicarse entre 5,5 y 8,0; la producción en suelos a valores de pH altos se explica, según Chacón (1995), por su tolerancia a la salinidad. En suelos con drenaje limitado, el exceso de humedad favorece el desarrollo de enfermedades radicales, como la pudrición seca del cuello de raíz, causada por el hongo *Fusarium*

sp., la cual puede causar una destrucción total del cultivo; terrenos con textura arcillosa obligan a la construcción de drenajes superficiales, que impidan la acumulación de aguas lluvias o de riego en el cuello de la raíz. En resumen, los suelos de textura franca, con alta capacidad de retención de agua, favorecen el cultivo porque suministran a la planta los niveles de humedad que este demanda (Chacón, 1995).

Estudios realizados en Brasil, usando ocho niveles de conductividad eléctrica del agua (CE_A), entre 1 y 8 $dS\ m^{-1}$, demostraron que el maracuyá es moderadamente tolerante a la salinidad, con respecto al vigor y el desarrollo inicial de la planta (Loureiro *et al.*, 2002). Sin embargo, la CE_A a partir de 4,43 $dS\ m^{-1}$ mostró efectos nocivos en la germinación de semillas de esta especie.

Con referencia al relieve del terreno, las pasifloráceas en Colombia se establecen tanto en zonas planas como inclinadas. Por ejemplo el cultivo de la curuba predomina en zonas altas de ladera, donde se dificulta un poco el establecimiento de los diferentes tipos de espaldera; en el caso de cultivos en las zonas planas, si bien, es más fácil el manejo, Campos (2001) menciona el problema de presencia de heladas y vientos fuertes.

Literatura citada

- Angulo, R. 2008. Granadilla *Passiflora ligularis*. Bayer CropScience, Bogotá.
- Angulo, R. y G. Fischer. 1999. Los frutales de clima frío en Colombia. La curuba. Ventana al Campo Andino 2(2), 24-28.
- Bernal, J.A. 1994. El cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis*). pp. 183-196. En: Memorias Curso Regional de Actualización en Frutas Tropicales. C.I. Nataima, CORPOICA, Espinal, Colombia.
- Campos, T. 2001. La curuba. Su cultivo. IICA, Ed. Guadalupe, Bogotá.
- Casierra-Posada, F. y H.A. Roa. 2007. Efecto del déficit hídrico moderado en el suelo sobre el crecimiento y distribución de materia seca en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Rev. UDCA Actual. Divulg. y Cient. 9(2), 169-180.
- Castro, L. 2001. Guía básica para el establecimiento y mantenimiento del cultivo de la granadilla. Asociación Hortofrutícola de Colombia (ASOHOFRUCOL), Bogotá.
- Chacón, C. 1995. Fertilización del maracuyá. pp. 187-192. En: Guerrero, R. (ed.) Fertilización de cultivos en clima medio. Monómeros Colombo-Venezolanos, Bogotá.

- Cramer, G.R., C.L. Schmid y C. Bidart. 2001. Analysis of cell wall hardening and cell wall enzymes of salt-stressed maize (*Zea mays*) leaves. *Aust. J. Plant Physiol.* 28, 101-109.
- Didier, C. 2001. Growing passion fruit. *Tropical Fruits Newsletter* 38-39, 24-27.
- Fischer, G. 2005a. El problema del rajado del fruto de uchuva y su posible control. pp. 55-82. En: Fischer, G., D. Miranda, W. Piedrahita y J. Romero (eds.). *Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.) en Colombia*. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Fischer, G. 2005b. Aspectos de la fisiología aplicada de los frutales promisorios en cultivo y poscosecha. *Rev. Comalfi* 32(1), 22-34.
- Fischer, G. 2000a. Efecto de las condiciones en precosecha sobre la calidad poscosecha de los frutos. *Rev. Comalfi* 27(1-2), 39-50.
- Fischer, G. 2000b. Ecophysiological aspects of fruit growing in tropical highlands. *Acta Hort.* 531, 91-98.
- Fischer, G. 2000c. Ecofisiología en frutales de clima frío moderado. pp. 51-59. En: *Memorias 3^{er} Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado*. 20-22 de noviembre. CORPOICA, Manizales, Colombia.
- Friedrich, G. y M. Fischer. 2000. *Physiologische Grundlagen des Obstbaues*. Verlag Ulmer, Stuttgart, Alemania.
- Garcés, J.A. y R.I. Saldarriaga. 1992. *El cultivo de la granadilla*. Cooperativa Integral de Urao, Colombia.
- Gil-Albert, F. 1989. *Tratado de arboricultura frutal*. Vol. II. La ecología del árbol frutal. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Hartung, W. y H. Gimmmler. 1994. A stress physiological role of abscisic acid (ABA) in lower plants. *Prog. Bot.* 55, 157-194.
- Ishihata, K., T. Shindo, y S. Iwahori. 1989. Floral bud differentiation and development in purple passionfruit, *Passiflora edulis* Sims. *Bulletin Faculty of Agriculture, Kagoshima University* 39. 103-112.
- Jiménez, Y. 2006. *El cultivo de la gulupa Passiflora edulis Sims*. Trabajo final. Especialización en Horticultura, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Kramer, P.J. y J.S. Boyer. 1995. *Water relations of plants and soil*. Academic Press, San Diego, CA.

- Loureiro, F., H. Gheyi, S. Batista, C. Uyeda y P. Fernandes. 2002. Water salinity and initial development of yellow passion fruit. *Scientia Agric.* 59(3), 491-497.
- Lekeu, J.-P. 2001. Passion fruit. pp. 626-631. En: Raemaekers, R.H. (ed.). *Crop production in tropical Africa*. DGIC; Ministry of Foreign Affairs; External Trade and International Cooperation, Bruselas, Bélgica.
- Lüdders, P. 2003. Granadilla (*Passiflora edulis* Sims.) a multiple useful tropical fruit. *Erwerbs-Obstbau* 45, 186-191.
- Manica, I., R. Ritzinger, O.C. Koller, J. Riboldi, R.M. Ramos y A.E.C. Rodrigues. 1985. Efecto de seis espaciamientos de plantío sobre la producción del tercer año del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) en Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Fruits* 40, 265-270.
- McCain, R. 1993. Goldenberry, passionfruit, and white sapote: potential fruits for cool subtropical areas. pp. 479-486. En: Janick, J. y J.E. Simon (eds.). *New crops*. Wiley, Nueva York, NY.
- Meinke, H. y A. Karnatz. 1990. Influence of air and soil temperatures on grafted and self-rooted *Passiflora* hybrids. *Scientia Hort.* 43, 237-246.
- Menzel, C.M. y D.R. Simpson. 1994. Passionfruit. pp. 225-241. En: Schaffer, B. y P.C. Andersen (eds.). *Handbook of environmental physiology of fruit crops*. Vol. II: Subtropical and tropical crops. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Menzel, C.M., D.R. Simpson y A.J. Dowling. 1986. Water relations in passionfruit: effect of moisture stress on growth, flowering and nutrient uptake. *Scientia Hort.* 29, 239-249.
- Menzel, C.M., D.R. Simpson y C.W. Links. 1987. Effect of temperature on growth, flowering and nutrient uptake of three passionfruit cultivars under low irradiance. *Scientia Hort.* 31, 259-266.
- Morley-Bunker, M. 1999. Passionfruit. pp. 252-255. En: Jackson, D.I. y N.E. Looney (eds.). *Temperate and subtropical fruit production*. 2a ed. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Morton, J.F. 1987. *Fruits of warm climates*. Julia F. Morton, Miami, FL.
- Nakasone, H.Y. y R.E. Paull. 1998. *Tropical fruits*. CAB International, Wallingford, UK.
- National Research Council. 1989. *Lost crops of the Incas*. National Academy Press, Washington DC. pp. 286-295.

- Park, J.A., S.K. Cho, J.E. Kim, H.S. Cheng, J.P. Hong, B. Hwang, C.B. Hong y W.K. Kim. 2003. Isolation of cDNAs differentially expressed in response to drought stress and characterization of the Ca-LEAL1 gene encoding a new family of atypical LEA-like protein homologue in hot pepper (*Capsicum annuum* L. cv. Pukang). *Plant Sci.* 165, 471-481.
- Rivera, B., D. Miranda, L.A. Ávila y A.M. Nieto. 2008. Manejo integral del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Ed. Litoas, Manizales, Colombia.
- Sale, P.R. 1987. Passionfruit culture. Ministry of Agriculture and Fisheries; Tauranga. En: <http://www.hortnet.co.nz/publications/hortfacts/hf708009.htm>; consulta: mayo de 2008.
- Staveley, G.W. y B.N. Wolstenholme. 1990. Effects of water stress on growth and flowering of *Passiflora edulis* (Sims.) grafted to *P. caerulea* L. *Acta Hort.* 275, 551-558.
- Simon, P. y A. Karnatz. 1983. Effect of soil temperature on growth and flower formation of purple passionfruit (*Passiflora edulis* Sims. var. *edulis*). *Acta Hort.* 139, 120-128.
- Utsunomiya, N. 1992. Fruit set and fruit growth of purple passion fruit affected by temperature. *Acta Hort.* 321, 641-647.
- Whiley, A.W. y C. Searle. 1996. Ecophysiology of tropical fruit crops and its impact on production systems. pp. 3-14. En: *Proc. International Conference on Tropical Fruits*. Kuala Lumpur, Malasia.
- Winks, C.W., C.M. Menzel y D.R. Simpson. 1988. Passionfruit in Queensland. 2. Botany and cultivars. *Queensland Agr. J.* 114, 217-224.
- Yonemoto, Y., N. Kozai y T. Ogata. 2006. Suitable night temperature conditions for reducing the acidity content in winter-harvested passion fruit. En: http://ss.jircas.affrc.go.jp/english/publication/highlights/2006/2006_24.html; consulta: mayo de 2008.

Propagación de especies pasifloráceas

Propagation of Passifloraceae species

DIEGO MIRANDA, MARGARITA PEREA² Y STANISLAV MAGNITSKIY³

Resumen

Como un aporte al conocimiento de los métodos de propagación de cuatro especies de pasifloráceas importantes para Colombia se describen los métodos más empleados. En la reproducción sexual las semillas de *Passiflora* sp. se consideran ortodoxas, lo que implica posibilidad de secarlas hasta 6-8% de la humedad con los fines de almacenamiento. Para el almacenamiento a corto plazo (un año), se recomienda almacenar las semillas de *Passiflora* sp. con un contenido de humedad entre 9-10% en un cuarto frío con temperatura de 5°C y humedad relativa del 60%. Recién extraídas del fruto muestran diferentes casos de latencia que dificultan la reproducción del cultivo. La combinación de diferentes tratamientos pregerminativos puede aumentar el porcentaje de germinación de las semillas *Passiflora* sp. Los tratamientos pregerminativos más exitosos para romper la latencia y aumentar el porcentaje de germinación son: 1) diferentes tipos de escarificación, 2) estratificación fría o temperaturas alternas previas a germinación e 3) imbibición de las semillas en una solución de ácido giberélico. Las temperaturas recomendadas para germinación de las semillas son alternas entre 20 y 30°C, en cajas de Petri o rollos de papel. En campo, la emergencia de plántulas a partir

¹ Profesor asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: dmirandal@unal.edu.co

² Profesora titular, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: emperead@unal.edu.co

³ Profesor asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: svmagnitskiy@unal.edu.co

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 pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

de semillas frescas de maracuyá empieza entre 11 y 12,5 días desde siembra, en granadilla ocurre entre 19 y 25 días, gulupa o curuba entre 12-15 días. Asexualmente las pasifloras pueden propagarse mediante estacas, esquejes e injertos. Los sistemas *in vitro* empleados incluyen cultivo de meristemos, embriogénesis somática y la micropropagación. La aplicación de la biotecnología en los programas de mejoramiento requiere de metodologías específicas que permitan regenerar plantas a partir de células y tejidos cultivados *in vitro* logrando la sanidad de las plantas y la propagación de líneas superiores,

Palabras clave: sustrato, viveros, propagación sexual, propagación asexual, *in vitro*.

Abstract

As a contribution to knowledge of propagation of four Passifloraceae species in Colombia, the methods used are described. In sexual propagation, the seeds of *Passiflora* sp. are considered orthodox and could be dried up to 6-8% moisture contents for the purposes of storage. For short-term storage (up to one year), it is recommended to store seeds of *Passiflora* sp. with a moisture contents between 9-10% in a cold chamber with temperature of 5°C and relative humidity of 60%. The seeds, when immediately extracted from fruits, show different types of dormancy that hamper the propagation of the crop. The combination of different treatments may increase the germination percentage of *Passiflora* sp. seeds. The most successful treatments to break dormancy and increase germination percentage are: 1) different types of scarification, 2) cold stratification and alternating temperatures prior to germination, and 3) imbibition of seeds in a solution of gibberellic acid. For seed germination in petri dishes or paper rolls, temperatures alternating between 20 and 30°C are recommended. In the field, the seedling emergence from seeds recently extracted from fruits starts between 11 and 12.5 days from sowing in yellow passion fruit, between 19 and 25 days from sowing in sweet granadilla, and between 12-15 days from sowing in purple passion fruit and banana passion fruit. *Passiflora* sp. can be propagated asexually by cuttings and grafts. *In vitro* systems used include meristem culture, somatic embryogenesis and micropropagation. The application of biotechnology in breeding programs requires specific methods to regenerate plants from cells and tissues cultured *in vitro* achieving healthy plants and propagation of superior lines.

Key words: substrate, nurseries, sexual propagation, asexual propagation, *in vitro*.

Introducción

Antes de introducir al tema de propagación en pasifloráceas, es necesario tener una visión rápida acerca del estado actual de los procesos de propagación vegetal y su problemática en Colombia, haciendo énfasis tanto en productores, como viveristas y técnicos. El difícil acceso por productores de material vegetal inicial de siembra, la poca disponibilidad de materiales mejorados para iniciar procesos de producción sumados a la carencia de estudios de adaptación y aclimatación de especies hacen de que la propagación de material vegetal de buena calidad haya tenido poco desarrollo en Colombia.

La alta dispersión de las zonas de cultivo conlleva a la proliferación de ‘viveros’ con poco control tanto en la utilización de sustratos como en la disponibilidad de plantas madre ha generado dispersión de problemas sanitarios limitantes que ameritan correctivos de diferente índole.

Problemática de los viveros

La propagación asexual convencional se hace en viveros contruidos según las circunstancias de los productores, unos más artesanales (de pequeños productores), los de productores empresariales y aquellos de viveristas especializados en la producción de material de propagación. Algunas recomendaciones muy generales para los productores no especializados serían: la construcción de semilleros con adobes sobre el suelo, con soportes plásticos o metálicos, utilizando bandejas de germinación o bolsas cuando se van a sembrar pocas plántulas. Los semilleros y almacigos se construyen con un ancho máximo de 1 m y la longitud depende del área a sembrar y la disponibilidad del terreno (Rivera *et al.*, 2002).

Generalidades sobre el uso de sustratos

En algunas ocasiones no es posible utilizar el suelo como soporte para el cultivo y conviene recurrir al ‘sustrato’ definido como ‘Todo material sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo *in situ*, que colocado en un contenedor, puro o en forma de mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte’. La utilización de un sustrato obedece principalmente a que existen condiciones edáficas con graves limitaciones, también es indispensable donde la existencia de problemas fitopatológicos implica desinfecciones muy repetitivas, que generan degradación del suelo y altos costos. En la preparación de cualquiera de los sustratos

es necesario corregir algunas de sus características, lo que obliga a no utilizar un solo material, sino a utilizar mezclas, bien sea de sustratos orgánicos más reactivos o más inertes, escogiéndolas de acuerdo con las posibilidades reales de cada explotación.

En este capítulo solo haremos referencia a los métodos de propagación más empleados en cuatro de las especies pasifloráceas más importantes de Colombia:

El **maracuyá amarillo** (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) produce una fruta con características especiales por su sabor intenso, alta acidez, agradable aroma y elevado contenido de vitamina C. La **granadilla** (*Passiflora ligularis* Juss.) es considerada una de las frutas exóticas de mayor importancia en Colombia, puesto que se destaca por su valor económico. La **gulupa** (*Passiflora edulis* Sims.) es originaria del sur del Brasil y ha sido ampliamente distribuida desde el siglo XIX a diferentes países de Suramérica, el Caribe, Asia, África, India y Australia (Jiménez, 2006). La **Curuba de Castilla** (*P. mollissima* var. *tripartita* (Kunth.) Holm-Nielsen & Jørgensen). Esta especie es una planta alógama, razón por la cual presenta una alta variabilidad genética, por lo que el empleo de semillas con fines de propagación no es recomendable debido a su alta heterogeneidad.

Reproducción sexual

La reproducción sexual involucra el intercambio de material genético entre los dos padres de plantas para obtener una nueva generación. Implica la unión de las células masculinas y femeninas, la formación de semillas y la producción de individuos con alta variabilidad genética. Ofrece ventajas respecto a otros métodos de propagación ya que, es usualmente el único método de producción de nuevas variedades o cultivares, es quizás el método más barato y el más fácil para producir gran número de plantas, puede ser un camino para evitar ciertas enfermedades. La reproducción sexual, que parte de semillas de cultivares ó variedades que bien pueden encontrarse silvestres, en fincas de agricultores, en colecciones de trabajo particulares u oficiales ó en bancos de semillas para conservación *ex situ*.

La selección de plantas para semilla

Las flores de las especies del género *Passiflora* son perfectas; sin embargo pueden ser autoincompatibles e incluso incompatibles en algunos cruzamientos,

por lo que en plantaciones se requiere de la siembra intercalada de diferentes genotipos y la presencia de polinizadores o realización de polinización manual (Ruggiero, 1996). El conocimiento de esta característica puede facilitar la selección de plantas y la producción de híbridos a partir de clones (Bruckner, 1994) o la propagación de plantas vigorosas sin correr el riesgo de multiplicar un material indeseable (Vasconcellos y Cereda, 1994)

Características de las semillas

Los frutos de Passifloraceae son cápsulas o bayas (IBPGR, 1985). La pulpa de los frutos sirve a menudo como fuente de alimentación para animales del bosque, base de la endozoocoria, como forma de la dispersión de semillas en su hábitat natural (Fragoso y Huffman, 2000; Cáceres, 2002) y puede tener cierta importancia para su germinación. Dentro de sus parámetros morfológicos y anatómicos, las semillas de Passifloraceae se caracterizan por un pulposo arilo conectado al funículo (IBPGR, 1985). La semilla es endospermica con un embrión recto, testa (cubiertas seminales) dura lignificada compuesta por 3-5 capas de células (Pérez-Cortéz *et al.*, 2005) y una capa membranosa semipermeable ubicada entre la testa y el embrión (IBPGR, 1985). Las semillas de *Passiflora* sp. se consideran ortodoxas (Costa *et al.*, 1974; IBPGR, 1985), lo que implica que se las puede secar hasta el 6-8% del contenido de humedad sin afectar su viabilidad y su potencial de almacenamiento. La emergencia de plántulas es fanerocotilar y epigea. *Passiflora* spp. tiene latencia exógena, probablemente la combinación de latencia mecánica y química. Según los autores, algunas características de las semillas de los materiales en estudio se muestran en la tabla 1.

TABLA 1. La composición de las frutas pasifloráceas de importancia en Colombia.

Material	Peso fresco de la cáscara (g)	Peso fresco de la pulpa (g)	Peso seco de 100 semillas (g)
Maracuyá	163,1	78,37	2,02
Granadilla	63,82	78,88	3,25
Curuba	30,23	96,83	2,43
Gulupa	28,55	25,56	2,73

Las semillas del agricultor, extracción y su almacenamiento

En muchas regiones andinas productoras de pasifloras, gran parte de las semillas utilizadas son obtenidas y guardadas por el agricultor. Se extraen las semillas de frutos con madurez fisiológica y su preparación para la siembra o almacenamiento incluye la fermentación y la extracción de semillas del fruto (despulpado) (Rossetto *et al.*, 2000), eliminando aquellas semillas que flotan en la superficie del agua (semillas vanas) y luego se someten estas a secamiento a temperatura ambiente bajo sombra por 24-36 horas. Las semillas secas se ponen a germinar luego de lavarlas con hipoclorito de sodio al 0,5% durante 1 minuto y después con agua destilada. Estudios realizados por Nakagawa (1992) y Cardoso *et al.* (2001) aseguran que el vigor, la germinación, emergencia y el desarrollo de las plántulas normales procedentes de semillas extraídas después de la fermentación, son mejores que las de semillas sin fermentación.

En pasifloráceas las condiciones mínimas de almacenamiento de semillas en fincas de agricultores deben ser proporcionadas en un refrigerador con temperatura alrededor de 4°C y 60% HR. Cuando se hace en condiciones de laboratorio el almacenamiento en cámara, se puede realizar a una temperatura de 18°C y 24% de HR utilizando un empaque preferiblemente permeable.

Condiciones de germinación, latencia y tratamientos pregerminativos

Las temperaturas recomendadas para germinación de las semillas son alternas entre 20°C y 30°C en cajas de Petri o rollos de papel (Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária, 1992). Las semillas de *Passiflora* sp. recién extraídas del fruto pueden tener entre 90-100% de germinación, pero dependiendo de la variedad y las condiciones de prueba, la germinación pueden ser menor a 44%, tal como ocurren en algunos biotipos de maracuyá (Maciel y Bautista, 1997). En general, la germinación de semillas de *Passiflora* sp. es lenta, por ejemplo, las semillas de curuba empiezan a germinar en condiciones de laboratorio después de 9 días del inicio de la prueba y alcanzan 50% después de 1 mes (Delanoy *et al.*, 2006). Las semillas de maracuyá germinan a 25°C a partir de 5 días de iniciada la prueba y pueden alcanzar hasta 89% de germinación para el día 21 (Meza *et al.*, 2007). Con fines de estandarizar el protocolo de germinación de gulupa a 20-30°C se sugiere realizar el primer conteo de las plántulas a los 15 días y el conteo final a los 22 días, después de este tiempo no se esperaría un aumento significativo en el porcentaje de germinación (Pereira *et al.*, 1994).

Las semillas de Passifloraceae recién extraídas del fruto a menudo muestran diferentes casos de latencia (IBPGR, 1985) que dificultan la propagación sexual del cultivo. Los tratamientos pregerminativos más exitosos para romper la latencia y aumentar el porcentaje de germinación son: 1) diferentes tipos de escarificación, 2) estratificación fría o temperaturas alternarias previas a germinación y 3) imbibición de las semillas en una solución de ácido giberélico GA_3 (Huacasi, 1982 y IBPGR, 1985).

La escarificación (remoción o debilitamiento de los cubiertos seminales, parcial o completa) puede aumentar el porcentaje de germinación de semillas de *Passiflora* sp. (IBPGR, 1985 y Wagner *et al.*, 2005), lo que indica la presencia de casos de latencia exógena en dichas semillas. Las semillas de maracuyá sometidas a la escarificación mecánica muestran porcentajes más altos de germinación y de vigor (Wagner *et al.*, 2005). Según Kuhne (1968) y Morley-Bunker (1980) la germinación de semillas de gulupa a 20°/30°C durante 6 semanas aumenta significativamente después de la remoción completa o parcial de testa usando lija, mientras que la escarificación química de las semillas al tratarlas con 75% de ácido sulfúrico por 6 horas fue parcialmente efectivo (Morley-Bunker, 1980). Al mismo tiempo, la escarificación parcial o completa puede constituir una desventaja para la emergencia de plántulas de *Passiflora* sp. cuando se siembran las semillas escarificadas en un sustrato no-estéril, tal como arena, suelo u otro sustrato orgánico-mineral (Alexandre *et al.*, 2004), lo que puede contribuir a las infecciones fungosas (Teixeira *et al.*, 1996).

El tratamiento de las semillas secas con temperaturas frías (estratificación fría) igualmente puede aumentar el porcentaje de germinación en semillas de *Passiflora* sp. La estratificación por 200 horas a temperaturas de 5°C aumenta significativamente el porcentaje de germinación de semillas de granadilla (Santos *et al.*, 1994). Las semillas de maracuyá después de 60 y 90 días de ser almacenadas en ambientes refrigerados a 5°C presentaron hasta 98% de germinación comparado con 73,5% de germinación en semillas recién extraídas del fruto (Cardona *et al.*, 2005). Igualmente, la alternancia de temperatura entre 25 y 35°C durante el proceso de germinación favorece en gran medida la germinación de semillas *P. caerulea* previamente escarificadas (Severin *et al.*, 2004).

En cuanto a las aplicaciones pregerminativas de ácido giberélico sobre las semillas, se reportaron casos de rompimiento de latencia en semillas de maracuyá y gulupa al imbibirlas en soluciones de 0,14 mM GA_3 durante 7 días (Isutsa,

2004). El ácido giberélico es conocido por sustituir el efecto positivo de la estratificación fría o de luz sobre la germinación de diferentes tipos de semillas caracterizadas por tener latencia fisiológica (Copeland y McDonald, 2004).

La luz no tiene siempre el mismo efecto sobre la germinación de las semillas de *Passiflora* sp. La semilla de maracuyá es fotoblástica negativa con un porcentaje de germinación mayor obtenido en semillas sometidas a plena oscuridad (Nakagawa *et al.*, 1991; Maciel y Bautista, 1997). A niveles de luz muy bajos, típicos de piso de bosque tropical, la germinación de semillas de curuba puede ser inhibida (La Rosa, 1984). Al contrario, existen numerosos reportes, que semillas de algunas Passifloraceae, tal como maracuyá o *P. incarnata* (Benvenuti *et al.*, 2001), exhiben un comportamiento fotoblástico negativo -germinan menos al ser expuestas a luz natural-. La luz fluorescente y la luz natural del ciclo diario inhiben la germinación de las semillas de maracuyá (Aular *et al.*, 1996), del mismo modo que la luz azul y roja lejana (Maciel y Bautista, 1997).

Con fines prácticos, la combinación de diferentes tratamientos pregerminativos puede aumentar el porcentaje de germinación de las semillas de *Passiflora* sp., por ejemplo, el método recomendado para germinación de las semillas de curuba, según Delanoy *et al.* (2006), puede ser remoción del punto basal de las semillas (27% germinación) o remoción del punto basal de las semillas en combinación con imbibición de las mismas en una solución de 50 ppm GA₃ por 48 horas (18% germinación). Igualmente, en gulupa (Morley-Bunker, 1980) o *P. alata* (Rossetto *et al.*, 2000), el rompimiento mecánico de las cubiertas seminales junto con la aplicación de ácido giberélico GA₃ favorece la germinación de las semillas.

En campo, la emergencia de plántulas a partir de semillas frescas de maracuyá empieza después de un periodo 11 a 12,5 días desde su siembra en un sustrato (Aular *et al.*, 1996; Meza *et al.*, 2007); las plántulas de maracuyá alcanzan el 50% de emergencia entre 18 y 22 días (Aular *et al.*, 1996) o 17 y 18 días (Meza *et al.*, 2007). El inicio de emergencia en semillas de granadilla ocurre entre 19 y 25 días después de la siembra, registrándose un aumento máximo entre 30 y 60 días (Santos *et al.*, 1994).

Las semillas de *Passiflora* sp. se consideran ortodoxas, lo que implica posibilidad de secarlas hasta 6-8% de la humedad con los fines de almacenamiento. Según Ospina *et al.* (2000), estas semillas se diferencian en cuanto a su tole-

rancia a desecación. En maracuyá pueden ser secadas hasta 11% sin afectar su viabilidad; mientras que las semillas de granadilla se puede secar hasta 9%. El almacenamiento de semillas de maracuyá con contenido de humedad 6,0-6,2% en ambientes refrigerados de 5°C en un empaque plástico por 2 o 3 meses resulta en valores de germinación cercanos a 95 o 82% respectivamente, superiores a los obtenidos (73,5%) a partir de semillas recién extraídas del fruto (Cardona *et al.*, 2005), lo cual se puede atribuir a un efecto de estratificación. Aragão *et al.* (2003) reportan que el almacenamiento de las semillas de maracuyá con contenido de humedad de 8-10% bajo condiciones de cámara fría de 4°C y 60% HR fue exitoso para preservar la viabilidad de semillas por un periodo 10 meses de almacenamiento. En este caso las semillas recién extraídas de frutas e inicialmente caracterizadas por un 80-82% de germinación y 70-80% de vigor presentaron entre 70 y 80% de germinación después del almacenamiento, independientemente del tipo de empaque (aluminio o papel). Con fines prácticos de almacenamiento a corto plazo (un año), se recomienda almacenar las semillas de *Passiflora* sp. con un contenido de humedad entre 9-10% en un cuarto frío con temperatura de 5°C y humedad relativa del 60%.

Siembra en semilleros y almácigos

Los semilleros tienen como función principal el mantener temporalmente las semillas y plántulas (almácigos) previo a su establecimiento en el sitio definitivo. Para esto se usan amplio número de contenedores construidos con diferentes materiales, lo mismo que diferentes sustratos de soporte para las plantas. La selección de cualquiera de ellos depende inicialmente del tipo de planta a propagar, del desarrollo de su sistema radicular, y de los recursos del agricultor o del viverista. La siembra en germinadores, utiliza diferentes sustratos e implica casi siempre, un segundo transplante a contenedores.

Los almácigos pueden ser construidos en tierra utilizando cajas de madera de 35 x 50 x 7,5 cm de profundidad, donde se utiliza suelo como soporte y se siembran las semillas superficialmente. Una modalidad es la construcción de germinadores en tierra, en eras levantadas, con suelo como soporte o cualquier otro sustrato ó mezcla, de 10 m de largo por 1,2 m de ancho y 0,15 m de alto, separados 0,40 m entre sí. Otros agricultores utilizan arena como sustrato el cual debe ser previamente esterilizado. En la siembra, se distribuyen las semillas en surcos a 2 cm de profundidad, con una distancia entre surcos de 15 cm, colocan-

do en promedio 20 semillas por metro lineal. Cuando las plántulas alcanzan los 3 o 5 cm de altura, se eliminan las menos vigorosas y luego se trasladan a bolsas de polietileno donde permanecen 2 meses para posteriormente ser trasladadas al huerto (Rivera *et al.*, 2002).



FIGURA 1. Diferentes estados de desarrollo de plántulas de granadilla en bolsa.

Siembra directa en bolsas: Se emplean bolsas plásticas de 10 x 25 cm o de 18 x 30 cm. Se pueden llenar con mezcla de sustratos, siendo los más utilizados (proporciones de tierra (3), arena (1) y materia orgánica descompuesta (1) en una bolsa de 1 libra), estas mezclas pueden variar dependiendo de la disponibilidad de nuevos sustratos. Sembrando de 2 a 3 semillas por saco, a 1,5 cm de profundidad. Entre las ventajas de este sistemas tenemos una mayor precocidad, menor posibilidad de contaminación por patógenos, mejor control del ambiente para crecimiento, mejor aprovechamiento de las semillas y del área de producción de las mismas y menor estrés al transplante (Neto, 1995).

Las enfermedades en los semilleros y almácigos son causadas por organismos que normalmente habitan en el suelo, razón por la cual, el suelo debe desinfectarse. Uno de los métodos de desinfección utiliza el tratamiento químico con Dazomet (Basamid® GR), humedeciendo el suelo con anterioridad para garantizar el efecto fumigante del producto. Luego, se espolvorea el suelo con 40 a 60 g m² de producto comercial. El suelo se revuelve, se mezcla bien con el producto y se tapa con plástico durante 10 días; transcurrido este tiempo,

se destapa, se revuelve y se deja destapado durante 15 días, para proceder a utilizarlo en el semillero o para llenar las bolsas del almácigo (Castro, 2001).

Tratamiento físico: mediante solarización húmeda (Tamayo, 1999). Consiste en colocar el suelo (en un sitio donde se garantice exposición solar constante) en eras de 10 a 20 cm de alto por 1 m de ancho y el largo que se requiera, sobre un plástico para evitar el contacto con el piso y la pérdida de humedad del suelo, luego se humedece a capacidad de campo y se cubre con plástico transparente calibre 2 ó 4, sellando toda la era, durante 20 días en épocas de verano y 30 días en épocas de invierno.

Siembra y manejo de plántulas: una vez plantadas las semillas, estas se cubren con una capa delgada del sustrato, cuando las plántulas emergidas alcanzan los 3 o 5 cm de altura se eliminan las menos vigorosas. Luego se trasladan a bolsas de polietileno (se recomienda utilizar bolsas ‘cafeteras’ de 15 x 25 ó 15 x 28 cm) para un mejor desarrollo de las plantas en el almácigo, ya que el uso de bolsas pequeñas deforma las raíces (Bernal y Tamayo, 1999) (figura 1). Para el transplante de las plántulas a la bolsa, el suelo del semillero se debe humedecer lo suficiente para facilitar la extracción y no causar heridas a las raíces, seleccionando aquellas plántulas que tienen un buen sistema radical sin deformaciones ‘cola de marrano’ (Tamayo y Morales, 1999). La siembra en el sitio definitivo se hace cuando las plántulas superan los 20-30 cm de altura, con 4 a 6 pares de hojas verdaderas (aproximadamente 40 días de periodo vegetativo) (figura 1).

Propagación asexual

Esta propagación, se fundamenta en dos características de las células de los tejidos vegetales, la totipotencia celular (definida como la capacidad que tiene cualquier célula para dar origen a todos los tipos de células diferenciadas de un organismo dado, así como la reproducción completa del organismo (Lackie y Dow, 1989), y la desdiferenciación entendida como la capacidad de algunas células especializadas, que cumplen funciones en un determinado tejido, de regresar a un estado meristemático (Campana y Ochoa, 2007). Se generan clones (individuos o progenies con características idénticas a la planta madre).

La propagación clonal o vegetativa

Este tipo de propagación en pasifloráceas puede ser 1) convencional a partir de diferentes estructuras de la plantas (principalmente estacas y esquejes)

que conservan la potencialidad de enraizar, 2) la propagación por injertos de segmentos de la planta sobre tallos de plantas receptoras más resistentes y 3) la micropropagación a partir de tejidos vegetales cultivados *in vitro* (figura 1). La actividad de mantenimiento de clones es una de las justificaciones más importantes para esta propagación (Campana y Ochoa, 2007).

Estructuras de propagación

En la propagación asexual es muy importante para iniciar este proceso conocer el origen de las estructuras, o sea las características genéticas, la condición fisiológica y las condiciones del crecimiento de la planta madre, entre estas, la edad, tipo de material recolectado, el estado nutricional, y la sanidad entre otros. A continuación se mencionan algunos criterios para selección de las estructuras más utilizadas en pasifloráceas:

Seleccionar desde los huertos caracterizados (plantas madre) y en pleno desarrollo, donantes vigorosos y sanos, con tallos de desarrollo intermedio, ubicados en el tercio medio de la planta, y el tercio medio de la rama, con buena cantidad de reservas alimenticias, de 20 y 45 cm de largo que tengan de 2 a 3 nudos. El corte basal de la estaca se hace justo abajo de un nudo (sitio donde preferentemente se emiten las raíces adventicias-rizogénesis) y el corte superior se realiza de 1,3 a 2,5 cm arriba del otro nudo.

Propagación por estacas en granadilla

Las estacas a utilizar deben proceder de plantaciones en inicio de producción y ser seleccionadas de diferentes plantas que presenten un buen desarrollo, vigor, alta producción y buen estado fitosanitario. Las estacas para la propagación deben proceder de ramas maduras, medianamente lignificadas, de 30 a 40 cm de longitud, con 3 ó 4 yemas vegetativas sanas, bien formadas, y entrenudos no muy largos (Castro, 2001). El corte debe hacerse con tijeras podadoras, el inferior en forma horizontal, 3 ó 4 cm por debajo de una yema y el superior oblicuo, 3 ó 4 cm por encima de otra (Bernal, 1990).

Las estacas se deben desinfectar en una solución que contenga fungicida y tratarse con hormonas de enraizamiento. Ruiz (2001), utilizando estacas basales de granadilla sumergidas en ácido naftalen acético (ANA) 150 ppm y adicionando bencil amino purina (BAP) 250 ppm, obtuvo enraizamientos hasta del 50%. Castro (2001) menciona que la inmersión en una solución de ácido

indolbutírico (AIB), en concentraciones de 2.000 ppm durante 5 segundos, asegura un alto porcentaje de prendimiento. Las plántulas estarán listas para ser llevadas al campo, cuando tengan una altura entre 40 y 50 cm aproximadamente, 50 ó 60 días después de la siembra.

Propagación por esquejes en gulupa

Estudios realizados por Forero y Becerra (2008), evaluaron el método de propagación asexual en gulupa *Passiflora edulis* Sims., mediante el uso de estacas obtenidas del tercio alto, medio y bajo de la planta, determinando las características del enraizamiento y algunos cambios de magnitud de las estacas en diferentes sustratos. Se concluyó que los tercios medio y basal de la rama productiva son los más apropiados (figura 2) para obtener las estacas para la propagación, con longitudes aproximadas de 35 cm (tres brotes). La estaca de tercio basal fue la más apropiada para el enraizamiento en sustratos inertes sueltos (arena), que facilitan la expansión de raíces. Existió una correlación positiva entre el peso de la estaca y el número de raíces primarias, las estacas de mayor número de raíces adventicias emitidas primarias, fue la estaca de tercio basal de la rama. En general un medio adecuado para el enraizamiento de estacas se logra en casa de mallas (ó en umbráculo con polisombra) donde se siembran las estacas en sustratos sueltos, con temperaturas de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ y 60 a 85% HR, con ventilación y con riego nebulizado de 15 minutos de duración realizados cada 12 horas.

Propagación por injerto en maracuyá

Este método no es muy usado comercialmente, ya que incrementa los costos, su utilidad sería el poder utilizar patrones (portainjertos) resistentes a hongos del suelo o a encharcamientos, y sobre ellos injertar plantas que presenten buenas características agronómicas, como precocidad, sabor y tamaño de fruto. En pasifloráceas los tipos de injerto de mayor uso son los de cuña lateral, el injerto de yema o parche.

Aunque en Colombia se ha utilizado esta técnica, no es tan apetecida principalmente por la baja disponibilidad de patrones, los altos costos y alta utilización de espacio requerido para la labor. Sin embargo, en países como Brasil, varios autores (Ruggiero, 2000; Meletti y Bruckner, 2000) resaltan la necesidad de usar portainjertos resistentes para controlar muerte prematura y Fusariosis

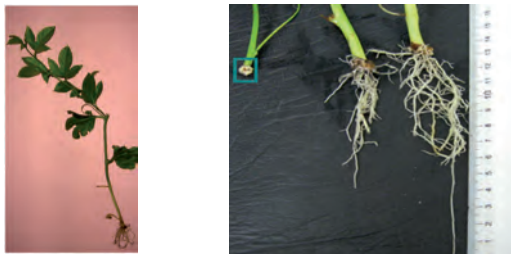


FIGURA 2. Izq.: Estaca del tercio medio con un brote y sistema radical. Der.: Formación de calo y raíces de estacas de gulupa procedentes de los tercios apical, basal y medio (izquierda a derecha), tomado de Forero y Becerra (2008).

en maracuyá. Terblanche (1986), evaluó durante tres años *P. edulis* injertado sobre *P. caerulea* y reportó un 41% más de producción que *P. edulis* injertado sobre *P. edulis* f. *flavicarpa* y un 74% más que *P. edulis* sembrada a pie franco.

Entre los patrones más utilizados en Brasil tenemos además de *P. caerulea*, otras especies de pasifloras nativas, como *Passiflora nitida*, *P. laurifolia* y algunas accesiones de *P. suberosa*, *P. alata*, *P. coccinea*, *P. giberti* y *P. setacea* las cuales vienen presentando resistencia a muerte prematura y *Fusarium* spp. (Menezes *et al.*, 1994; Oliveira *et al.*, 1994). No obstante Meletti e Bruckner (2001), aseguran que los portainjertos provenientes de semillas de la mayoría de esas especies, presentan inconvenientes (en el injerto de púa lateral), de generar plantas con tallos muy delgados, por tanto incompatibles con el diámetro de las baretas que son obtenidas de plantas adultas. Ese hecho dificulta el injerto, aumenta el costo de producción y el tiempo requerido para la formación de nuevas plantas (Siqueira y Pereira, 2001).

Una alternativa a esta situación es la utilización de patrones obtenidos de estacas de *P. actinia*, *P. caerulea* y de *P. setacea* x *P. edulis* f. *flavicarpa* provenientes de estacas enraizadas mediante soluciones de ANA (500-1.000 mg L⁻¹) que enraízan durante 2 meses, se injertan y a los tres meses se obtiene enraizamientos con brotación del 100% en *P. caerulea*, 87% en *P. setacea* x *P. edulis* f. *flavicarpa* y solo del 57% en *P. actinia* (Chaves *et al.*, 2004), mientras que los prendimientos fueron del 67, 96 y 98% respectivamente. *P. caerulea*, presentó el 26% de mortalidad de los portainjertos. Resultados en Colombia obtenidos en curuba muestran prendimientos del 100% cuando se utiliza *Passiflora mixta* como portainjerto y como copa *Passiflora tripartita* var. *mollissima*.

Propagación por injerto en granadilla

Holguín y Posada (1990) encontraron tres especies silvestres con resistencia a la ‘secadera’ (*Nectria haematococca* Merc.), enfermedad que constituye actualmente la mayor limitante del cultivo: *Passiflora maliformis* L. var. *pubescens*; *Passiflora ambigua* Hensl.; y *Passiflora serrulata* Jacq. A pesar de que *P. maliformis* es prácticamente inmune al hongo, no se recomienda como patrón útil para *P. ligularis*, debido a la alta susceptibilidad que presenta a nemátodos del género *Meloidogyne* (Bernal, 1999). Aunque *P. serrulata* también es resistente a ‘secadera’, es una especie que proviene de tierras muy calientes y secas, lo que generaría dificultades de adaptación en las condiciones agroecológicas en que se cultiva la granadilla. En el sistema de propagación por injerto se utilizan métodos de púa en hendidura, púa terminal y de yema.

Sistemas *in vitro*

Los cultivos de células y tejidos vegetales *in vitro* constituyen en la actualidad una alternativa para la producción de plantas uniformes cuya producción por los métodos convencionales resulta difícil y en ocasiones económicamente poco viable.

Cultivo de meristemos

En las últimas décadas el potencial de propagación de plantas *in vitro* ha tomado gran interés debido a las ventajas obtenidas por estos sistemas como la uniformidad, vigor, velocidad de propagación y el número de plantas regeneradas. La incidencia de los virus en algunas especies del género *Passiflora* requiere del cultivo de meristemos para la obtención de plantas sanas lo que permite establecer cultivos comerciales exentos de enfermedades y plagas.

Embriogénesis somática

La embriogénesis somática es el proceso por el cual las células somáticas promueven la formación de estructuras embriogénicas características sin la fusión de gametos. La producción masiva de embriones somáticos y la capacidad de germinación para el desarrollo de plantas pueden generar un potencial de alta significancia para cruces naturales prolongados por semilla, además de los sistemas de transferencia de genes.

Morfogénesis

La morfogénesis es considerada como la fase más importante dentro de los sistemas *in vitro*, puesto que a partir de cualquier segmento de la planta se obtienen los diferentes órganos requeridos para la multiplicación de plántulas.

Rivera y Perea (2001) estudiaron el potencial morfogénico de cinco especies de *Passiflora* utilizando como explantes segmentos de hojas y yemas axilares. La diferenciación de brotes a partir de hojas (caulogénesis) de *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* se logró sobre los segmentos de lamina foliar, es decir a partir de la nervadura central y tejido parenquimático en el medio Murashige y Skoog (M&S) (1962) con adición de 8,88 μM BAP, 10,74 μM ANA, 1 mg L^{-1} Tiamina y 160 mg L^{-1} de floroglucinol (figura 3).

En *P. mollissima* y *P. mixta* se indujo la caulogénesis en el medio Nitsch & Nitsch (N&N, 1969) con suplemento de BAP 8,88 μM , favoreciendo la formación de brotes por la vía directa e indirecta después de cinco semanas.

Micropropagación

En el proceso de multiplicación de brotes en *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* la activación de las yemas fue observada en el medio M&S combinado con 13,32 μM de BAP, 1 mg L^{-1} de Tiamina y 160 mg L^{-1} de florogucinol, los cultivos permanecieron durante la primera semana en oscuridad y luego se utilizó el fotoperiodo 16 horas luz y 8 de oscuridad, temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Se observó el desarrollo de los brotes más abundantes y vigorosos (Rivera y Perea, 2001).

Los trabajos realizados por Kantharajah y Dodd (1990) reportan la regeneración de plántulas de *P. edulis* var. *edulis* a partir de segmentos nodales utilizando 8,88 μM utilizando Bencil adenina (BA).

Isutsa (2004) logro establecer la regeneración de plantas mediante el empleo de yemas apicales de *Passiflora edulis* Sims. en el medio M&S (1962) con adición de BAP 22,2 μM y AG₃ 11,6 μM y para la inducción de raíces utilizó 21,5 μM ANA. Recientemente Manjarrés y Perea (2009) obtuvieron la germinación de plántulas de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) utilizando el medio M&S (1962) suplementado con ácido giberélico 0,5 mg L^{-1} y la propagación por segmentos nodales en el medio M&S con adición de 8,88 μM de BAP y Kinetina 4,65 μM obteniéndose el desarrollo de plántulas en un tiempo de 16 semanas (figura 4).

Para mayor información se presenta en la tabla 2 el resumen de las investigaciones realizadas por diferentes autores en el género *Passiflora*.

TABLA 2. Resumen de las investigaciones realizadas en sistemas *in vitro* en *Passifloras*.

Especies	Explante	Reguladores de crecimiento	Autores
<i>P. edulis</i>	Yemas apicales	22,2 µM BAP 11,6 µM AG ₃ 8,88 µM BAP	Isutsa, 2004
<i>P. edulis</i> var. <i>flavicarpa</i>	Nervadura central Parénquima foliar	10,74 µM ANA	Rivera y Perea, 2001
<i>P. ligularis</i>	Segmentos de hoja	0,0-9,3 µM Kinetina 0,0-10,74 µM ANA	Rivera y Perea, 2001
<i>P. mollissima</i> <i>P. mixta</i>	Segmentos de hoja	8,88 µM BAP	Rivera y Perea, 2001
<i>P. mollissima</i> <i>P. mixta</i>	Segmentos nodales	8,88 µM BAP	Rivera y Perea, 2001
<i>P. ligularis</i>	Segmentos nodales	0,0-9,3 µM Kinetina 0,0-10,74 µM ANA	Rivera y Perea, 2001
<i>P. edulis</i> var. <i>flavicarpa</i>	Segmentos nodales	4,4-17,7 µM BA	Biasi <i>et al.</i> , 2000
<i>P. edulis</i> var. <i>flavicarpa</i>	Discos de hojas	0,0-5,3 µM BA	Otahola, 2000
<i>P. edulis</i> x <i>P. edulis</i> <i>flavicarpa</i>	Cotiledones	10 µM BA 10% agua de coco Transferencia a 10 µM ANA	Hall <i>et al.</i> , 2000
<i>P. suberosa</i>	Discos de hojas	0,0; 2,2 o 4,4 µM BA	Monteiro <i>et al.</i> , 2000
<i>P. caerulea</i>	Hojas	10,0 µM BA + 0,1 µM AIA	Jasrai y Mudgil, 1999
<i>P. mollissima</i> <i>P. edulis</i> var. <i>flavicarpa</i> <i>P. giberti</i>	Segmentos nodales	BA y Kinetina diferentes concentraciones	Cancino <i>et al.</i> , 1998
<i>P. edulis</i> var. <i>flavicarpa</i>	Hipocótilos Hojas	5 µM BA + 2 µM AIA	Faria y Segura, 1997
<i>P. edulis</i> var. <i>flavicarpa</i>	Yemas ápicales	2-20 µM BA + 2 µM AIA	Faria y Segura, 1997
<i>P. foetida</i>	Endospermo triploide	8,8 µM BA	Mohamed <i>et al.</i> , 1996
<i>P. edulis</i> var. <i>flavicarpa</i>	Yemas primordias	1,0 µM BA + 1,0 IBA Transferencia a 10 µM BA	Kawata <i>et al.</i> , 1995
<i>P. edulis</i> var. <i>flavicarpa</i> <i>P. mollissima</i> <i>P. giberti</i> <i>P. maliformis</i> <i>P. amethystina</i> <i>P. edulis</i> x <i>P. edulis</i> <i>flavicarpa</i>	Cotiledones Hipocotiledones Hojas	8,88 µM BA 10% agua de coco	Dornelas y Vieira, 1994
<i>P. edulis</i>	Yemas adultas y juveniles	10 µM Kinetina + 5 µM AIA	Drew, 1991
<i>P. edulis</i>	Segmentos nodales	8,8 µM BA	Kantharajah y Dodd, 1990
<i>P. mollissima</i>	Segmentos nodales	0,0-22,20 µM BAP	Moran-Robles, 1979
<i>P. mollissima</i>	Segmentos nodales	0,0-22,20 µM BAP	Moran-Robles, 1978

Adaptado por los autores, tomado de Carneiro Vieira y Sampaio Carneiro (2005).

La biotecnología en el fitomejoramiento de las pasifloráceas

La importancia de las *Passifloras* como frutas promisorias ameritan el desarrollo de programas de mejoramiento para obtener variedades tolerantes a plagas, enfermedades y a condiciones abióticas externas. Los estudios sobre habilidad combinatoria de especies del género *Passiflora* para la obtención de híbridos sexuales, han evidenciado la presencia de barreras para la hibridación. Es importante destacar que en la mayoría de los cruzamientos se presenta el aborto de frutos, germinación deficiente, plantas sin ningún vigor y esterilidad del polen (Payan y Martin, 1975).

Sin embargo, debido a la presión por enfermedades limitantes de la producción y ante la necesidad de incrementar la productividad en Colombia, se empieza a implementar el uso de híbridos en pasifloráceas cuya nomenclatura internacional debemos conocer. Las abreviaturas más utilizadas para nombrar los híbridos son:

H>>Historia del cultivar<< - Probablemente de no muy larga existencia

B: Breeder (mejorador)

D: Descripción o citación (con o sin nombre)

S: Selector. La persona quien seleccionó un clon

♀ Padre femenino del híbrido

♂ Padre masculino del híbrido.

Un ejemplo de las abreviaturas utilizadas para un híbrido artificial son los siguientes:

1) *P. 'Excel'* (*P. caerulea* ♂ × *P. edulis* forma *edulis* ♀) **B** Leslie A. King. 1999 **D** Leslie A. King: the *Passiflora* hybrid 'Excel' *P. edulis* (♀) × *P. caerulea* (♂).- *Passiflora* 10(2), 16.

Algunos de los híbridos más utilizados en Colombia son: *P. antioquiensis* (*P. mollissima* × *P. exoniensis*) es una planta extramadamente vigorosa. Tiene flores más grandes que *P. antioquiensis* y rosado más oscuro que *P. mollissima*. Su fruto es reprotado como delicioso (Vanderplank, 1991). *P. mixta* ♂ × *P. mollissima* ♂ tiene un crecimiento vigoroso pero no es tan florífero como *P. mixta*, no tan autofértil como *P. mollissima* (conocido en Colombia como el

híbrido Momix). *P. mollissima* x *P. mixta* es de crecimiento más rápido y más fuerte que el de sus padres, el fruto es mucho más largo y jugoso que los de sus padres, pero con un delicioso sabor.

La aplicación de la biotecnología en los programas de mejoramiento requiere de metodologías específicas que permitan regenerar plantas a partir de células y tejidos cultivados *in vitro* logrando la sanidad de las plantas, la propagación de líneas superiores, el rescate de embriones producto de cruces interés específicos, híbridos somáticos a través de protoplastos y transformación de plantas. Además, contribuyen a la implementación de bancos de germoplasmas de *Passifloras* para prevenir la extinción de muchas de sus especies, teniendo en cuenta que el hábitat se encuentra amenazado (Rivera y Perea, 2001).

Protoplastos

Rivera (1997) desarrolló un sistema para el aislamiento de protoplastos provenientes de hojas jóvenes de *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* de 5 a 7 semanas y cotiledones de 3 a 6 semanas, empleando tres enzimas: celulasas-R10, pectoliasa-Y23 y macerozima las cuales fueron manipuladas separadamente. Las mejores densidades de cultivo para los protoplastos fueron 5×10^4 protoplastos/mL obtenidos de cotiledones y $1,5 \times 10^5$ protoplastos/mL para los aislados de hojas. La liberación de los protoplastos se observó después de 16 horas de cultivo con una viabilidad del 70% (figura 5).

Dornelas y Vieira (1993) aislaron protoplastos de *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*, *P. amethystina* y *P. cincinnirata* utilizando la combinación de enzimas celulasa 2% y macerozima onozuka 0,4% logrando densidades de $4,0 \times 10^6$ protoplastos en 500 mg de tejido cotiledonar. Así mismo, estos autores utilizaron polen de *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*, *P. incarnata* y *P. alata* en densidades de $5,4 \times 10^4$ y $1,2 \times 10^5$. La enzima celulisina ha sido esencial para la obtención de protoplastos de *Passifloras* a partir de polen.

La importancia de un programa de mejoramiento genético de las especies del género *Passiflora* utilizando la biotecnología como complemento del mejoramiento convencional permite conferir resistencia a virus, hongos, bacterias y plagas los cuales podrían generar variedades mejoradas.

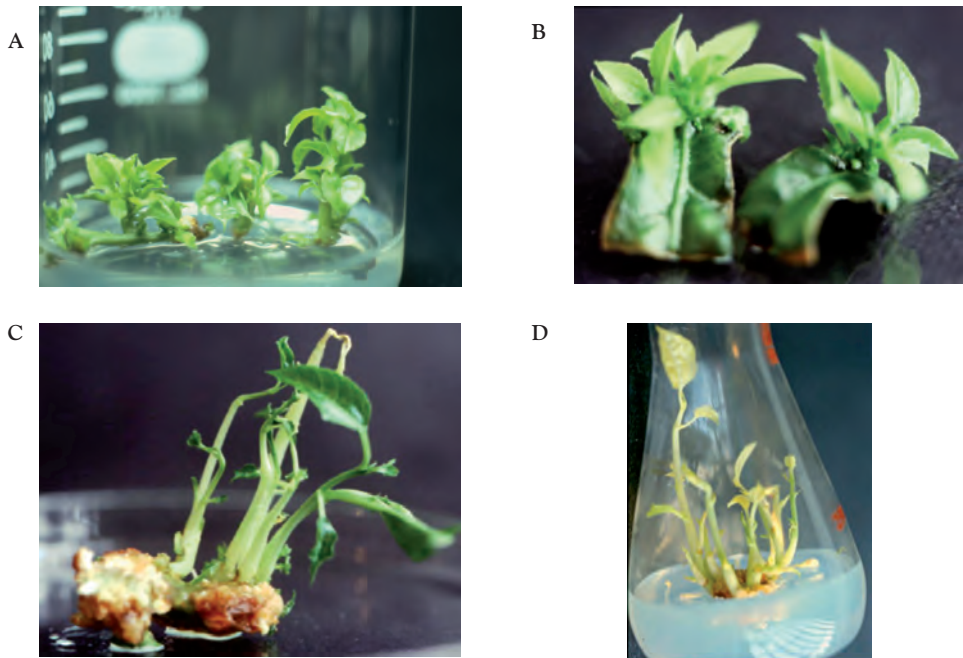
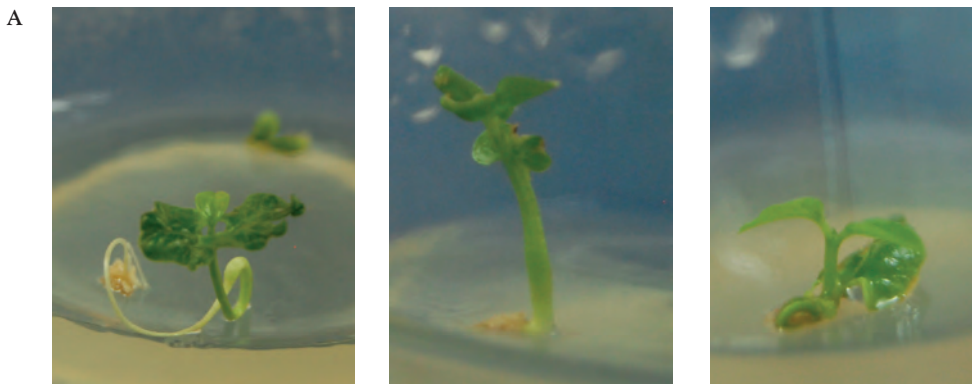


FIGURA 3. Proceso de morfogénesis. A. Desarrollo de brotes a partir de segmentos de tallo. B. Proliferación de brotes en segmentos de hojas. C. Caulogénesis indirecta: inducción de callo y regeneración de brotes. Propagación clonal. D. Desarrollo y multiplicación de brotes utilizando yemas axilares (Rivera y Perea, 1992, 2001).



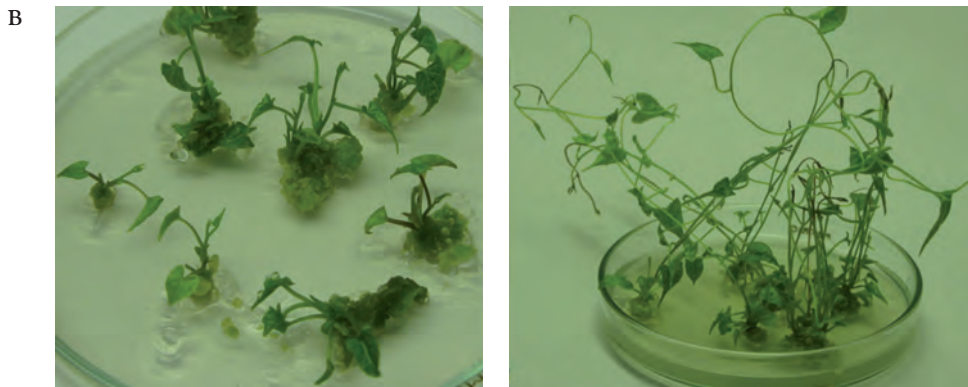


FIGURA 4. A. Secuencia de la germinación de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.); B. Propagación de gulupa a partir de segmentos nodales (Manjarrés y Perea, 2009).

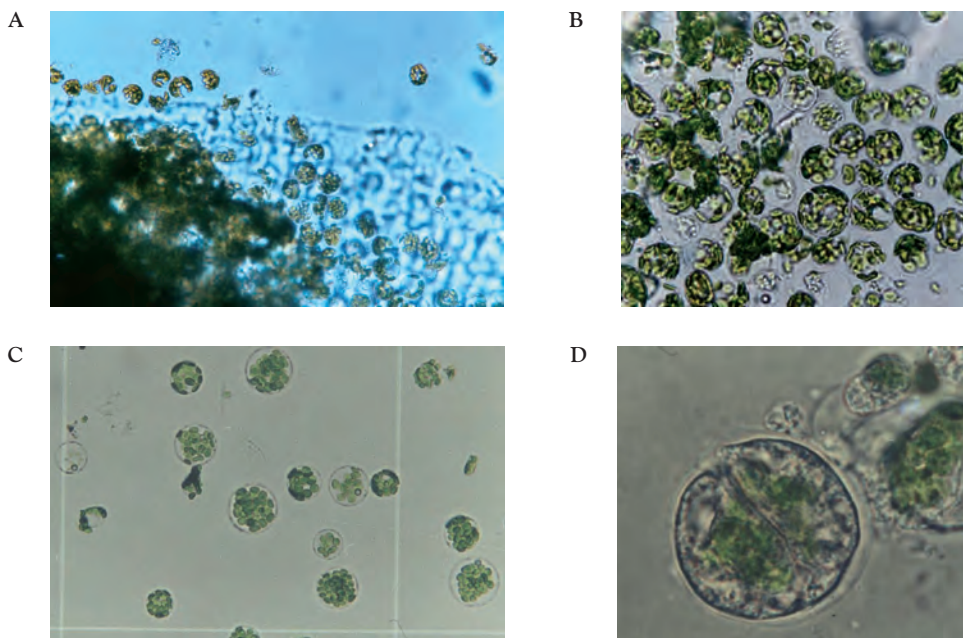


FIGURA 5. Secuencia de aislamiento y cultivo de protoplastos en *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*. A. Digestión enzimática de protoplastos en hojas. B. Cultivo de protoplastos 40 μ m. C. Observación microscópica de la densidad de protoplastos 40 μ m. D. División celular después de 12 días de cultivo 100 μ m (Rivera y Perea, 2004).

Literatura citada

- Alexandre, R.S., J.C. Lopes, P.C. Dias y C.H. Bruckner. 2004. Germinação de sementes de maracujazeiro influenciada por tratamentos físicos no episperma e diferentes substratos. *Rev. Ceres* 51(296), 419-427.
- Aragão C., P.H., H.D. Vieira, R.F. da Silva y S.C. Prucolli P. 2003. Influência do teor de água, da embalagem e das condições de armazenamento na qualidade de sementes de maracujá amarelo. *Rev. Bras. Semen.* 25(1), 65-71.
- Aular, J., A.D. Bautista y N. Maciel. 1996. Influencia de la luz, la profundidad de siembra y el almacenamiento sobre la germinación y emergencia de la parchita. *Agron. Trop.* 46(1), 73-83.
- Benvenuti, S., G. Simonelli y M. Macchia. 2001. Elevated temperature and darkness improve germination in *Passiflora incarnata* L. *Seed Sci. Technol.* 29(33), 533-541.
- Bernal, J.A. 1990. El cultivo de la granadilla *Passiflora ligularis*. pp. 153-163. En: *Memorias I Simposio Internacional de Passifloras*, Palmira, Colombia.
- Bernal, J.A. 1999. Plagas y enfermedades de la granadilla (*Passiflora ligularis*). División de Sanidad Vegetal, *Rev. ICA*, 29-36.
- Bernal, J. y P. Tamayo. 1999. Informe de la visita a municipios productores de granadilla del departamento de Caldas. C.I. La Selva, CORPOICA, Rionegro, Colombia.
- Biasi, L.A., M.C. Falco, A.P.M. Rodriguez y B.M.J. Mendes. 2000. Organogenesis from internodal segments of yellow passion fruit. *Sci. Agric.* 57(4), 661-665.
- Bruckner, C.H. 1997. Perspectivas do Melhoramento do maracujazeiro. pp. 25-46. En: Manica, I. (ed.). *Maracujá: temas seleccionados*. Cinco Continentes Editora, Porto Alegre, Brasil.
- Campana, B.M.R. y M.J. Ochoa. 2008. Propagación vegetativa ó agámica de especies frutales. pp. 135-196. En: Sozzi, O.G. (ed.). *Árboles frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento*. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Cancino, G.C., M.R. Davey, K.C. Lowe y J.B. Power. 1998. Shoot regeneration from leaf and root explants of *Passiflora mollissima*. *J. Exp. Bot.* 49 (Supl.), p. 87.
- Cardona, C.E., H. Aramendiz, J. Robles, V. López y J. Ubarnes. 2005. Efecto de diferentes ambientes y empaques sobre la viabilidad de semillas de maracuya (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). *Temas Agrarios* 10(2), 15-25.

- Cardoso, G.D., J.C. Tavares, R.L.F. Ferreira, F.A.A. Câmara y G.A. Carmo. 2001. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-amarelo obtidas de sementes extraídas por fermentação. *Rev. Bras. Frutic.* 23(3), 639-642.
- Castro, L.E. 2001. Guía básica para el establecimiento y mantenimiento del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis*). ASOHOFRUCOL; Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola, Bogotá.
- Chaves, R.C., N.T.V. Junqueira, I. Manica, J.R. Peixoto, A.V. Pereira y J.F. Fialho. 2004. Enxertia do maracujazeiro-azedo em estacas herbáceas enraizadas de espécies de pasifloras nativas. *Rev. Bras. Frutic.* 26(1), 120-123.
- Copeland, L.O. y M.B. McDonald. 2004. Principles of seed science and Technology. 4a ed. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA.
- Costa, C.F. da, E.L.P.G. de Oliveira y W.T. Lellis. 1974. Persistence of the germinating capacity of passion fruit seeds. *Boletim do Instituto Biológico da Bahia* 13, 76-84.
- Delanoy, M., P. Van Damme, X. Scheldeman y J. Beltran. 2006. Germination of *Passiflora mollissima* (Kunth.) L.H.K. Bailey, *Passiflora tricuspidata* Mast. and *Passiflora nov* sp. seeds. *Scientia Hort.* 110(2), 198-203.
- Dornelas, M.C. y M.L.C. Vieira. 1994. Tissue culture studies on species of *Passiflora*. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 36, 211-217.
- Dornelas, M.C. y M.L.C. Vieira. 1993. Plant regeneration from protoplast cultures of *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg., *P. amethystina* Mikan. and *P. cincinnata* Mast. *Plant Cell Rep.* 13, 103-106.
- Drew, R.A. 1991. In vitro culture of adult and juvenile bud explants of *Passiflora* species. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 26, 23-27.
- Faria, J. y J. Segura. 1997. In vitro control of adventitious bud differentiation by inorganic medium components and silver thiosulfate in explants of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*. *In Vitro Cell Dev. Biol.* 33, 209-212.
- Faria, J.L.C. y J. Segura. 1997. Micropropagation of yellow passion fruit by axillary bud proliferation. *HortScience* 32, 1276-1277.
- Forero, A. y N. Becerra. 2008. Propagación de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) por estacas. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Fragoso, J.M.V. y J.M. Huffman. 2000. Seed-dispersal and seedling recruitment patterns by the last Neotropical megafaunal element in Amazonia, the tapir. *J. Trop. Ecol.* 16(3), 369-385.

- Hall, R.M., R.A. Drew, C.M. Higgins y R.G. Dietzgen. 2000. Efficient organogenesis of an Australian passionfruit hybrid (*P. edulis* x *P. edulis* var. *flavicarpa*) suitable for gene delivery. *Aust. J. Bot.* 48, 673-680.
- Holguín, J.M. y J.J. Posada. 1990. Resistencia de passifloráceas a *Nectria haematococca* Berk. Br. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- IBPGR. 1985. Chapter 55. Passifloraceae. En: Ellis, R.H., T.D. Hong y E.H. Roberts (eds.). Handbook of seed technology for genebanks. Vol 2. Compendium of specific germination information and test recommendations. Intl. Plant Genetic Resources Inst., Roma.
- Isutsa, D.K. 2004. Rapid micropropagation of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.) varieties. *Scientia Hort.* 99(3-4), 395-400.
- Jasrai, Y.T., Y. Mudgil, A. Remakanthan y V.R. Kannan. 1999. Direct shoot regeneration from cultured leaves of *Passiflora caerulea* L. and field performance of regenerated plants. *Phytomorphol.* 49, 289-293.
- Jiménez, Y. 2006. El cultivo de la gulupa *Passiflora edulis* Sims. Trabajo final. Especialización en Horticultura, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Kantharajah, A.S. y W.A. Dodd. 1990. *In vitro* micropropagation of *Passiflora edulis* (purple passionfruit). *Ann. Bot.* 65, 337-339.
- Kawata, K., C. Ushida, F. Kawai, M. Kanamori y A. Kuriyama. 1995. Micropropagation of passion fruit from subcultured multiple shoot primordia. *J. Plant Physiol.* 147, 281-284.
- Kuhne, F.A. 1968. Cultivation of granadillas. *Farming in South Africa* 43, 29-32.
- La Rosa, A.M. 1984. The biology and ecology of *Passiflora mollissima* in Hawaii. PCSU Technical Report 50. Cooperative National Park Resources Studies Unit, Department of Botany, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, HI.
- Lackie, J.M. y J.A.T. Dow. 1989. The dictionary of cell biology. Academic Press, London.
- Maciel, N. y D. Bautista. 1997. Efectos de la luz sobre la germinación de la parchita. *Agron. Trop.* 47(4), 397-408.
- Manjarrés, E. y M. Perea. 2009. Propagación de Gulupa a partir de segmentos nodales. En imprenta.

- Meletti, L.M.M. y C.H. Brückner. 2001. Melhoramento genético. pp. 345-385. En: Bruckner, C.H. y M.C. Picanço (eds.). Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado. Cinco Continentes, Porto Alegre, Brasil.
- Meletti, L.M.M., M.D. Soares-Scott y L.C. Bernacci. 2005. Caracterização fenotípica de três seleções de maracujazeiro-roxo (*Passiflora edulis* Sims). Rev. Bras. Frutic. 27(2), 268-272.
- Menezes, J.M.T., J.C. Oliveira, C. Ruggiero y D.A. Banzato. 1994. Avaliação da taxa de pegamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à “morte prematura de plantas”. Científica 22(1), 95-104.
- Meza, N., M. Arizaleta y D. Bautista. 2007. Efecto de la salinidad en la germinación y emergencia de semillas de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) Rev. Fac. Agron. (Luz) 24(1), 69-80.
- Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. 1992. Regras para análise de sementes. SNDA; DNDV; CLAV, Brasília.
- Mohamed, M.E., R.G.T. Hicks y D. Blakesley. 1996. Shoot regeneration from mature endosperm of *Passiflora foetida*. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 46, 161-164.
- Monteiro, A.C.B., G.T. Nakasawa, B.M.J. Mendes, A.P.M. Rodriguez. 2000. Regeneração *in vitro* de *Passiflora suberosa* a partir de discos foliares. Sci. Agric. 57, 571-573.
- Moran-Robles, M.J. 1978. Multiplication vegetative *in vitro* des bourgeons axillaries de *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg. et de *P. mollissima* Bailey. Fruits 33, 693-699.
- Moran-Robles, M.J. 1979. Potentiel morphogénétique des entrenoeuds de *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg. et de *P. mollissima* Bailey en culture *in vitro*. Turrialba 29, 224-228.
- Morley-Bunker, M.J.S. 1980. Seed coat dormancy in *Passiflora* species. Annu. J. Royal New Zealand Inst. Hort. 8, 72-84.
- Murashige, T. y F. Skoog. 1962. A revised médium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant 15, 473-497.
- Nakagawa, J., Cavariani, C. y W.A. Neves do Amaral. 1991. Armazenamento de sementes de maracujá amarelo. Rev. Bras. Semen. 13(1), 77-80.
- Neto, T.J. 1995. Recipientes, embalagens e acondicionamentos de mudas de hortaliças. pp. 59-64. En: Minami, K. (ed.). Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. T.A. Queiroz, São Paulo, Brasil.
- Nitsch, J. y C. Nitsch. 1969. Haploid plants from pollen grains. Sci. 163, 85-87.

- Oliveira, J.C., K. Nakamura, A.O. Mauro y M.A.P.C. Centurion. 1994. Aspectos gerais do maracujazeiro. pp. 27-37. En: São José, A.R. (ed.). Maracujá: produção e mercado. UESB; DFZ, Vitória da Conquista, Brasil.
- Ospina, J.A., C.L. Guevara, L.E. Caicedo y V. Barney. 2000. Effects of moisture content on *Passiflora* seed viability after immersion in liquid nitrogen. JIRCAS International Agriculture Series 8, 378-381.
- Otahola, V. 2000. Regeneración de plantas de parchita (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) a partir del cultivo *in vitro* de discos de hojas. Bioagro 12, 71-74.
- Payan, F.R. y F.W. Martin. 1975. Barriers to the hybridization of *passiflora* species. Euphytica 24(3), 709-716.
- Pereira, G.F.A., J.C. Machado, R.L.X. Da Silva y S.M.A. Oliveira. 1994. Fungos de armazenamento em lotes de sementes de soja descartados no estado de Minas Gerais na safra 1989/1990. Rev. Bras. Semen. 16, 216-219.
- Pérez-Cortéz, S., M. Escala y S. Tillett. 2005. Anatomía de la cubierta seminal en ocho especies de *Passiflora* L., subgénero *Passiflora*. Acta Bot. Venez. 28(2), 337-348.
- Rivera R., R.M. y M. Perea D. 1992. In vitro morphogenesis of *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*. En: Symposium Biotechnology for crop improvement in Latin America. CTR 32, Caracas.
- Rivera R., R. 1997. Aislamiento y cultivo de protoplastos y embriogénesis somática *in vitro* en *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Rivera R., R. y M. Perea D. 2001. Morfogénesis in vitro de Passifloras. pp. 176-183. En: Biotecnología agrícola, un enfoque hacia el mejoramiento de las plantas. Ed. Guadalupe, Bogotá.
- Rivera R., R. y M. Perea D. 2004. Aislamiento y cultivo de protoplastos en Maracuyá. Acta Biol. Colomb. 9(2), 35-46.
- Rivera, B., D. Miranda, L. Avila y A. Nieto. 2002. Manejo integrado del cultivo de la granadilla *Passiflora ligularis* Juss. Ed. Litoas, Manizales, Colombia.
- Roque H., F. 1982. Efecto del ácido giberélico sobre la germinación de semillas del tumbo serrano (*Passiflora mollísima*), conducido bajo la cubierta de tela plástica baño turco en condiciones de Wayllapampa 2.450 metros sobre el nivel del mar (Ayacucho, Perú). Trabajo de grado. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.

- Rossetto, C.A.V., R.C.C. Coneglian, J. Nakagawa, M.K. Shimizu y V.A. Marin. 2000. Germinação de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryand) em função de tratamento prégerminativo. Rev. Bras. Semen. 22(1), 247-252.
- Ruggiero, C. 1996. Maracujá para exportação: aspectos técnicos. EMBRAPA-SPI, Brasília. pp. 11-29.
- Ruggiero, C. 2000. Situação da cultura do maracujazeiro no Brasil. Informe Agropecuário 21, 5-9.
- Ruiz, M.I. 2001. Propagación vegetativa de algunas especies del género pasiflora de importancia potencial y económica. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Santos, A.B., V.G. Almaguer y A.F. Barrientos. 1994. Tratamientos de semillas y evaluación del crecimiento en plántulas de granada china (*Passiflora ligularis* Juss.) Rev. Chapingo 2(1), 157-160.
- Severin, C., A. Salinas, S. Gattuso, M. Gattuso, H. Busilacchi, G. Giubileo y A. Aguirre. 2004. Estimulación de la germinación de semillas de *Passiflora caerulea* L. cultivadas *in vitro*. Rev. Investig. Fac. Cienc. Agrar. 6, 37-38.
- Siqueira, D.L. y W.E. Pereira. 2001. Propagação. pp. 85-137. En: Bruckner, C.H. y M.C. Picanço (eds.). Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindustria e mercado. Cinco Continentes, Porto Alegre, Brasil.
- Tamayo, P.J. y J.G. Morales. 1999. Manejo agronómico y fitosanitario de semilleros y almácigos de granadilla. C.I. La Selva, CORPOICA, Rionegro, Colombia.
- Tamayo, P.J. 1999. Estudio para el control de la secadera (*Nectria haematococca* Berk. & Br.) de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.): evaluación de patrones existentes y prácticas de manejo integrado. C.I. La Selva, CORPOICA, Rionegro, Colombia.
- Teixeira, R.V.R., M.A. Freitas, A.S. Nascimento y L.C.B. Nasser. 1996. Fungos associados a sementes de maracuja (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Sims.). Fitopatol. Bras. 21, 372.
- Terblanche, J.H., N. Greco, R. Frean, F. Crabbe y A. Joubert. 1986. Goeie nuus vir granadillabedryf. Inf. Bull. Citrus and Subtrop. Fruit Res. Inst. 164, 1-5.
- Tsuboi, H. y J. Nakagawa. 1992. Efeito da escarificação por lixa, ácido sulfúrico e água quente na germinação das sementes de maracujazeiro-amarelo. Cientifica 20(1), 63-72.
- Vanderplank, K.J. 1991. Passion flowers and passion fruit. Cassell Publishers, London.

- Vasconcellos, M. y E. Cereda. 1994. O cultivo de maracujá doce *Passiflora alata* Dryand. pp. 71-83. En: Maracujá. Produção e mercado. Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Cruz das Almas, Brasil.
- Vieira, M.L.C. y M.S. Carneiro. 2005. *Passiflora* spp. Passionfruit. pp. 436-453. En: Litz, R.E. (ed.). Biotechnology of fruit and nut crops. Biotechnology in Agriculture Series 29. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Wagner, J.A., R.S. Alexandre, J.R. da S. Negreiros, A. Parizzotto y C.H. Bruckner. 2005. Influência da escarificação e do tempo de embebição de maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). Rev. Ceres 52(301), 369-378.

Manejo integrado del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*)

Integrated management of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) crop

ALEJANDRO CLEVES¹, ALFREDO DE JESÚS JARMA² Y JORGE FONSECA³

Resumen

El maracuyá es uno de los frutos más apetecidos a nivel mundial debido a su sabor particular intenso y su alta acidez, siendo uno de los cultivos más importantes para Colombia debido a que nuestro país es un destacado productor de esta fruta. Se exporta como fruta fresca y procesada. A nivel internacional se comercializa como jugo (14 °Brix) o concentrado (50 °Brix). Es el tercer jugo exótico en importancia, después de los jugos de mango y de piña. Ecuador, Colombia, Brasil, China y Perú son los principales productores mundiales. En Colombia se concentra en los departamentos de Huila, Valle del Cauca, Meta, Córdoba, Cesar, Santander y Magdalena con una productividad promedio entre 19 y 20 t ha⁻¹. En el presente capítulo se muestran algunos de los sistemas de tutorado y siembra más comunes en Colombia, las condiciones ambientales adecuadas para su cultivo, algunos de los aspectos más relevantes para su manejo (nutrición, plagas, enfermedades, malezas, etc.) y los costos de producción.

¹ Profesor, Facultad Seccional Duitama, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Duitama (Colombia). e-mail: clevesalejandro@yahoo.com

² Profesor, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería (Colombia). e-mail: ajarma@sinu.unicordoba.edu.co

³ Profesor, Facultad Seccional Duitama, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Duitama (Colombia).

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 pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

Palabras clave: sistemas de tutorado, nutrición, plagas, enfermedades, malezas, costos de producción.

Abstract

Yellow passion fruit is one of the most appreciated fruits worldwide due to its intense particular flavour and high acidity, being one of the most important crops in Colombia because this country is an outstanding producer of this fruit. It is exported in fresh and processed fruit. At international level, it is commercialized as juice (14 °Brix) or concentrate (50 °Brix). It is the third exotic juice of importance, after mango and pineapple juices. Ecuador, Colombia, Brazil, China and Peru are the main world producers. In Colombia, the production is concentrated in the departments of Huila, Cauca Valley, Meta, Cordoba, Cesar, Santander and Magdalena with average productivity between 19 and 20 t ha⁻¹. The present chapter deals with some espalier systems of the crop in Colombia, appropriate environmental conditions for the cultivation, some of the most relevant aspects for crop management (nutrition, insects, diseases, weeds, etc.) and the production costs.

Keywords: espalier systems, nutrition, pests, diseases, weeds, production costs.

Introducción

El maracuyá es uno de los frutos más apetecidos a nivel mundial debido a su intenso sabor y su alta acidez; por esta razón se ha venido convirtiendo a través del tiempo en uno de los cultivos más importantes para Colombia debido a que nuestro país es un destacado productor de esta fruta.

El maracuyá se exporta como fruta fresca y procesada, como néctar, jalea, mermelada, jugo y concentrado. A nivel internacional se comercializa como jugo (14 °Brix) o concentrado (50 °Brix); el jugo de maracuyá es el tercer jugo exótico en importancia, después de los jugos de mango y de piña. Brasil, Ecuador, Colombia, China y Perú son los principales productores mundiales de maracuyá, siendo Ecuador el mayor exportador (Galindo y Villavicencio, 2000).

Según el anuario estadístico 2001-2003 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2004), en nuestro país el área no se ha mantenido constante, se calcula que en los últimos dos años se han presentado variaciones entre 5.089 y 5.500 ha sembradas, en su mayoría concentrada en los departamentos del Huila (23,7%), Valle del Cauca (19,0%), Meta (11,4%), Córdoba (9,8%), Cesar

(8,7%), Santander (5,8%) y Magdalena (5,3%) con una productividad promedio entre 19 y 20 t ha⁻¹, con un volumen anual de 75.000 a 96.623 t (Agronet, 2009).

La fruta es originaria de la región amazónica del Brasil, de donde fue difundida a Australia, pasando en 1923 a Hawái. En la actualidad se cultiva en Australia, Nueva Guinea, Sri Lanka, Sudáfrica, India, Taiwán, Hawái, Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia donde fue introducida en 1936. Los principales exportadores de maracuyá son Brasil, Kenia, Tailandia, Sudáfrica, Ecuador, Colombia y Perú. Los frutos presentan un sabor particular intenso y una alta acidez, muy apreciado en los países norteamericanos, europeos y asiáticos que lo demandan con gran interés. Esta condición coloca a Colombia en una posición de privilegio como país productor y exportador de uno de los mejores jugos y concentrados del mundo (figura 1). El maracuyá tiene una gran importancia por las cualidades gustativas de sus frutos y por las cualidades farmacodinámicas y alimenticias de su jugo, cáscara y semillas (Reina *et al.*, 1997).



FIGURA 1. Frutos de maracuyá, listos para la exportación.

Es una planta que crece en forma de enredadera en forma indeterminada de la que se conocen más de 400 especies. Pertenecen a la familia Passifloraceae a la cual pertenecen además otras especies conocidas en Colombia como la curuba (*P. tripartita* var. *mollissima*), badea (*P. quadrangularis*) y granadilla (*P. ligularis*) entre otras. Fenotípicamente se conocen dos tipos de fruta el púrpúreo y el amarillo.

Morfología

El maracuyá es una planta trepadora, vigorosa, leñosa, perenne, con ramas hasta de 20 m de largo, tallos verdes, glabros, acanalados en la parte superior y zarcillos axilares más largos que las hojas enrolladas en forma de espiral. Las hojas son de color verde lustroso, posee dos nectarios redondos en la base del folíolo, la lámina foliar es palmeada y generalmente con tres lóbulos.

Las flores son solitarias y axilares, fragantes y vistosas. Están provistas de cinco pétalos y una corona de filamentos radiante de color púrpura en la base y blanca en el ápice, posee cinco estambres y tres estigmas (figura 2).



FIGURA 2. Flor abierta del maracuyá registrando el gineceo y androceo.

El fruto es una baya globosa u ovoide de color entre rojo intenso a amarillo cuando está maduro, semillas con arilo carnoso muy aromático, mide de 6 a 7 cm de diámetro y entre 6 y 12 cm de longitud y consta de tres partes:

- Exocarpio: es la cáscara o corteza del fruto, es liso y está recubierto de cera natural que le da brillo. El color varía desde el verde, al amarillo cuando está maduro y púrpura.
- Mesocarpio: es la parte blanda porosa y blanca, formada principalmente por pectina, tiene grosor aproximadamente de 6 mm que, al contacto con el agua, se reblandece con facilidad.
- Endocarpio: es la envoltura (saco o arilo) que cubre las semillas de color pardo oscuro. Contiene el jugo de color amarillo opaco, bastante ácido, muy aromático y de sabor agradable.

Ecotipos

Según su centro de origen y distribución, en Colombia se conocen tres ecotipos (o variedades) (tabla 1).

TABLA 1. Principales variedades del maracayá en Colombia.

Variedad	Color	Tamaño	Peso del fruto (g)
Hawai	Amarillo	Grande	100
Brasil-Venezuela	Amarillo	Pequeño	66
África	Púrpura	Mediano	80

Fuente: Cleves (1987).

Distribución geográfica en Colombia

En Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario ICA comenzó a trabajar con este frutal desde 1963, logrando que los primeros cultivos se desarrollaran con material vegetal del Centro de Investigación de Palmira. El proceso de aceptación por parte del consumidor fue muy dinámico, por lo que la distribución de las semillas se realizó a diversas regiones del país con condiciones climáticas similares a las del Valle del Cauca, como el Huila, Caldas, Quindío y Córdoba (Salazar, 1988).

Requerimientos edafoclimáticos

Suelos

El maracuyá se adapta a diferentes tipos de suelos siempre que sean profundos, bien drenados y con salinidad moderada. Los suelos muy pesados y poco permeables son muy susceptibles al encharcamiento y como consecuencia no son los mas indicados ya que predispone al cultivar al ataque enfermedades del sistema vascular radicular como la fusariosis o la pudrición seca del cuello de la raíz causadas por *Fusarium oxysporum*; por lo anterior, los mejores suelos para este cultivo son los francos, con buena capacidad de retención de humedad y un pH entre 4,5 y 6,5. La textura del suelo influye en el tamaño y peso del fruto. En la tabla 2 se resumen los principales requerimientos edáficos y climáticos del cultivo de maracuyá.

TABLA 2. Principales requerimientos edáficos para el cultivo del maracuyá en Colombia.

Zona de vida	Bosque seco tropical, bosque húmedo tropical
Textura	Franca, franco arenosa, franco arcillosa
Acidez	4,5 a 6,5; la planta es moderadamente tolerante a suelos salinos
Tipo de suelo	Profundos, sueltos, bien drenados, ricos en materia orgánica

Fuente: Cleves (1987).

La ubicación del cultivo es determinante en el futuro productivo de la planta. La diversidad de regiones con condiciones climáticas diferentes incide en la superposición de ciertas fases fenológicas y dificulta la determinación clara de su efecto sobre el crecimiento, floración o maduración y calidad de los frutos.

Al considerar que el clima es un factor muy importante para el cultivo del maracuyá como para cualquier cultivo, debe escogerse el más adecuado en cada región teniendo en cuenta factores como la altitud, la temperatura, los vientos, la humedad relativa, la duración del día y la precipitación, factores que se discutirán en detalle más adelante.

El maracuyá tiene un amplio intervalo de adaptación, se adapta en pisos térmicos que van de 0 a 1.300 msnm, con un óptimo de 800 a 1.200 msnm, y un rango de temperaturas que se considera como adecuado entre 24 y 28°C.

En regiones con temperaturas superiores a las indicadas, el desarrollo vegetativo se estimula, pero se restringe la producción de flores y se reduce la viabilidad de los botones florales. Las temperaturas bajas que ocurren durante el invierno ocasionan una reducción del número de frutos, ya que inciden en la caída de los botones florales. Entre más elevadas sean las temperaturas, más pronto se llegará a la época de cosecha, pero la calidad puede afectarse produciendo frutos de mal sabor, disminución de peso y retardo en la formación del color.

Vientos

Grandes velocidades del viento (50 km h^{-1}), pueden causar raspaduras en los frutos y disminución en su peso. En zonas de vientos fuertes y constantes, se

dificultan y encarecen el sistema de conducción de las plantas en los soportes o tutores y causan deshidratación del área foliar de la planta. En general, el maracuyá es un cultivo muy sensible a los vientos fuertes y este aspecto se tiene que tener en cuenta al elegir el sistema de tutorado ya que en muchos casos éste actúa como una barrera viva (Cleves, 1987; Cleves, 1989).

Radiación solar

La calidad del fruto también está relacionada directamente con la exposición lumínica del área foliar de las plantas. Frutos expuestos al sol disminuyen su peso pero tienen mayor porcentaje de jugo, mayor cantidad de ácido ascórbico, corteza más delgada, y mayor concentración de sólidos solubles. Para obtener un buen balance entre el peso y la calidad del fruto, se recomienda sembrar en zonas que tengan como mínimo cinco horas de luz por día.

Humedad relativa (HR)

Entre más elevada esté la HR del ambiente, mejor será la calidad del fruto con mayor peso, excelente sabor y rendimiento en jugo. La HR es definitiva en los procesos de polinización y se ve reflejada en los posteriores procesos de cuajamiento, llenado, peso y tamaño del fruto. Obviamente no son deseables casos extremos como atmósferas saturadas al 100%, que no permitan la transpiración normal de la planta. Se ha observado que en lugares con HR bajas el tamaño del fruto es menor, por lo que se recomienda sembrar en aquellos sitios que presenten una HR promedio del 70%, condición en la cual pueden obtenerse frutos de gran tamaño y volumen.

Lluvias

El maracuyá es una planta de clima tropical, que requiere un suministro de agua en cantidades de 800 a 1.500 mm año⁻¹ bien distribuidos. En caso de no cumplirse este requerimiento, se hace necesaria la implementación de algún sistema de riego localizado, fundamentalmente en las épocas secas que normalmente coinciden con el desarrollo reproductivo del cultivo.

Para obtener maracuyá de buena calidad, el abastecimiento de agua debe ser adecuado. Su exceso o déficit puede causar daños a los tejidos desmejorando las características del fruto. Períodos muy lluviosos durante la floración no favorecen la producción, ya que la actividad de los agentes polinizadores es casi nula y los granos de polen se afectan con la humedad. El agua suficiente

proporciona al maracuyá un llenado adecuado, lo cual se evidencia en su peso y en el porcentaje de jugo (García, 2002).

La tabla 3 resume algunos de los requerimientos climáticos más importantes para un buen desarrollo del cultivo del maracuyá en Colombia.

TABLA 3. Requerimientos climáticos para el cultivo del maracuyá en Colombia.

Zona de vida	Bosque seco tropical, bosque húmedo tropical
Temperatura	20 – 32°C
Humedad	60 a 70%
Pluviosidad	800 a 1.500 mm año ⁻¹
Altitud	0 a 1.300 msnm
Vientos	Sensibilidad a vientos fuertes

Fuente: Cleves (1987).

Sistemas de propagación

Dentro de los dos sistemas de propagación el sexual y el asexual; comercialmente el más indicado es el sexual. En nuestro país se han introducido y distribuido variedades que por su uso continuo se han ido erosionando sus características o atributos de selección, por lo tanto lo más acertado es hablar de biotipos, es decir material vegetal adaptado a las condiciones particulares de una región. El proceso se inicia en campo, seleccionando frutos de plantas sanas, vigorosas y que hayan alcanzado su madurez productiva que está alrededor de un año. Los frutos deben ser sanos, de gran tamaño y con una adecuada relación peso/volumen. Las semillas deben ser colocadas en un recipiente plástico, dejándolas fermentar por 5 días, posterior a lo cual se lavan y se dejan secar por dos días a la sombra (Cleves, 1990).

No es recomendable el uso de germinadores, por lo tanto la siembra se debe realizar directamente en bolsas de 1 kg, en las cuales se deposita una semilla a 1 cm de profundidad, sobre un sustrato que contenga una mezcla de materia orgánica mineralizada, tierra y arena en proporciones iguales, adicionando 30 g de micorriza. No se recomienda usar semilla “reposada”, es decir almacenada por más de dos meses. Es importante tener en cuenta que 1 g de semilla contiene alrededor de 50 unidades.

La semilla germina a los 15 días; durante el primer mes es importante implementar la construcción de un umbráculo o polisombra que limite en un 50% la incidencia directa de los rayos solares; esta malla polisombra se debe ir retirando en forma paulatina. Unos criterios útiles para determinar el momento en que la planta está lista para trasplante, pueden estar enfocados desde varios puntos de vista, tales como el cronológico (60 días después de siembra), altura de la planta (40 cm) y fisiológico (emisión del primer zarcillo foliar) (figura 3).

El sistema de propagación asexual es poco usado en la implementación de cultivos comerciales, aunque el injerto con mayor difusión es el de púa terminal, doble o ingles, el mismo que se hace en mango o aguacate (Salazar, 1988). Experimentalmente se ha encontrado que la planta propagada por este sistema es más precoz pero la duración y el rendimiento son deplorables.



FIGURA 3. Planta de maracuyá apta para transplante.

Sistemas de tutorado

Espaldera sencilla

Consiste en una estructura que va soportada sobre maderos resistentes de 2,5 m de longitud, distanciados uno del otro a 27 m (figura 4). En medio de cada madero se coloca una cabeza de guadua a una distancia de 9 m. Al comienzo y final del surco se coloca un madero que hace las veces de templete. Todos los palos se deben enterrar 50 cm siendo fuertemente apisonados. En la parte superior se coloca un alambre calibre 10 el cual se asegura con grapas a una altura de 1,85 m. Aunque las poblaciones dependen en gran medida de la oferta ambiental de cada zona, una buena distancia de siembra puede ser de 3,0 m entre surcos x 3,0 m entre plantas, es decir 1.111 plantas/ha (Cleves, 1990).



FIGURA 4. Sistema de espaldera sencilla para tutorar el cultivo del maracuyá.

“T” o mantel

Es una variación del anterior, en la parte superior de los maderos se coloca un alistado de 1 m de largo, asegurándolo con puntillas. En cada uno de sus extremos se colocan alambres calibre 16. Al desarrollarse el cultivo se forma una especie de túnel, aumentándose en un forma significativa el área foliar expuesta al sol. La distancia de siembra es de 4 m entre surcos y 3 m entre plantas, es decir 833 plantas/ha (Chacón y Serna, 1985; ICA, 1980).

Emparrado total

En este sistema, los postes se colocan cada 9 m en cuadrícula y en la parte superior se forma una malla de alambre calibre 10, del cual en cada metro se desprende un alambre calibre 16, formándose un techo o colchón que con el tiempo va dificultando las actividades de recolección y de control fitosanitario. La distancia de siembra es de 4 m entre surcos x 4 m entre plantas, para establecer alrededor de 625 plantas/ha. Gráficamente se puede indicar como la formación de un techo con alambre sobre el cual crecen las ramas desde el suelo pero con una gran desventaja es que la cosecha se efectúa desde el suelo (Salazar, 1982).

Sistemas de siembra

La decisión del sistema de siembra a implementar se fundamenta en múltiples conceptos. Si la producción está destinada al mercado, se distinguen varios sistemas de siembra, entre los cuales el más común es el monocultivo. Si el destino es hacia la industria, el terreno es plano o ligeramente inclinado y la zona se caracteriza por una alta nubosidad, se puede sembrar en monocultivo con el sistema de emparrado total; en este caso el porcentaje de jugo puede ser mayor y los frutos son de menor tamaño pero en mayor cantidad; este aspecto se puede mejorar efectuando una poda de frutos a los 15 días después de la polinización. En este sistema, la duración del cultivo es de más de dos años y se han reportado producciones (en regiones nuevas y con podas de renovación), de hasta 60 t ha^{-1} , pero por problemas fitosanitarios esta cifra se ha reducido a $25\text{-}28 \text{ t ha}^{-1}$.

En terrenos inclinados o en ladera, los sistemas de tutorado en espaldera o mantel tienen un mejor comportamiento; los frutos son de mejor calidad y por lo tanto se pueden ofertar para mercados con destino al consumo en fresco en mercados nacionales o como ornamental en mercados internacionales. Estos sistemas se adaptan bien en climas cálidos, aunque la evapotranspiración es significativamente mayor, por lo tanto se debe disponer de un sistema de riego localizado. Se ha encontrado que las producciones pueden llegar entre 30 a las 35 t ha^{-1} en el sistema de T y de 25 a 30 t ha^{-1} en espaldera. Con los dos sistemas la plantación tiene una duración menor a los dos años, siendo ligeramente mayor con el sistema de espaldera ya que el gasto energético de la planta es menor.

En inspecciones técnicas de los autores, se pudo constatar que en la actualidad estos volúmenes deben ser revisados a nivel local, debido a que regiones históricamente productoras de esta fruta como en el norte del Valle del Cauca y el sur del departamento del Huila, se vienen presentando con mayor intensidad graves problemas fitosanitarios asociados a la acción de virus, de tal manera que la duración de los cultivos se ha disminuido significativamente, al igual que los volúmenes obtenidos: 18-20 t ha⁻¹.

En policultivo, el maracuyá se puede asociar con algunos cultivos de ciclo corto como melón, sandía y zapallo; con cultivos de ciclo intermedio como papaya; con cultivos de ciclo largo como aguacate, cítricos y guanábana (figura 5) y con perennes como cacao y maderables. En los anteriores casos se favorece el flujo de caja y el control de arvenses, especialmente en épocas de establecimiento.



FIGURA 5. Sistema de siembra de maracuyá asociado con cultivos de ciclo largo.

Siembra en el sitio definitivo

Existen varios factores a tener en cuenta para seleccionar el sistema de tutorado y la orientación y distancia de siembra. Entre estos se tienen el grado de la pendiente, el destino de la producción, la predominancia de los vientos, la humedad relativa, la temperatura, el sentido de los drenajes naturales, la fuente hídrica, el sistema de siembra y las vías perimetrales.

A continuación se procede al trazado, el cual según el área, se puede ejecutar en forma manual o mecanizada.

Debido a la alta incidencia de patógenos edáficos asociados a suelos pesados o con limitado drenaje interno, se recomienda efectuar la siembra a poca profundidad (20 cm) y “embalconada” de tal manera que el cuello de la raíz quede a nivel del suelo (Toro, 1989).

Es recomendable que la construcción del tutorado se inicie en forma oportuna (coincidiendo con la siembra). Una vez sembrada la planta se coloca una estaca a 30 cm del tallo, a la cual se amarra una fibra de polipropileno que se asegura al alambre principal (Cleves, 1990).

Sistemas de podas

Poda de formación

El maracuyá es una enredadera y una vez realizado el trasplante se debe iniciar la poda de formación que consiste en la eliminación de los brotes laterales, dejando un solo eje central aplicando a continuación fungicidas protectantes y fertilizantes foliares; esta práctica se denomina “deschupone” y se recomienda efectuarla cada 10 días.

Despunte

Con el fin de estimular la brotación, cuando la planta alcanza la red se efectúa esta práctica denominada “despunte” y una vez aparecen las ramas secundarias y terciarias (productivas), se orientan a la derecha e izquierda del alambre, procurando un adecuado equilibrio.

Poda de saneo o mantenimiento

Consiste en la eliminación de hojas, ramas secas y frutos dejados de cosechar con el fin de eliminar focos de infección.

Poda de renovación

Una vez el cultivo ha llegado a su madurez fisiológica y comienza su decadencia, se procede a efectuar una poda total dejando sólo los brotes superiores, esta práctica se realiza únicamente cuando el sistema de soporte es de emparrado total, sin embargo su eficiencia es muy errática.

Prácticas culturales

Encortinada

Esta práctica es fundamental en todo el ciclo productivo del cultivo, consiste en entrecruzar las ramas laterales entre sí con el fin de formar una “cortina” para evitar desprendimiento de las ramas por acción del peso de los frutos. Con la encortinada también se facilita los controles fitosanitarios y la polinización asistida.

Polinización asistida o artificial

El maracuyá es auto incompatible, sólo se fecunda entre un 5 a 6% de las flores polinizadas dentro de la misma planta por lo que la fecundación es fundamentalmente entomófila. En zonas sin mayor disturbio ecológico es numerosa la presencia de himenópteros como el abejorro carpintero (*Xilocopa frontalis*), el cual alcanza una eficiencia de polinización entre el 45 al 83%. La acción polinizadora de la abeja melífera (*Aphis* sp.) y de la avispa negra (*Polystes* sp.) se sitúa entre el 10-18%, en tanto que la acción polinizadora del viento (anemófila) solo llega al 1% (Chacón, 1987).

La polinización asistida, es decir la efectuada por operarias puede llegar al 83% de eficiencia. En zonas donde la presencia de los insectos polinizadores es baja, esta práctica es indispensable; el rendimiento se estima entre 250 a 300 flores/hora con un porcentaje de cuajamiento del 80%. La flor se abre una sola vez, inicia su apertura a partir de la 11 de la mañana y se mantiene en este estado hasta las 8 de la noche. Si no es fecundada, al día siguiente se cierra y cae. Cuando el ovario es fecundado adquiere un color verde brillante y alcanza un tamaño entre 0,75 y 1,2 cm (Cleves, 1987).

Manejo de fertilización

Es una de las prácticas más importantes del cultivo del maracuyá ya que define en gran medida la productividad, la calidad de los frutos, aspectos sanitarios y la rentabilidad.

La fertilización debe hacerse con base en los resultados del análisis de suelos, foliar y de los requerimientos del cultivo. Es recomendable la fertilización edáfica cada 60 días y en dosis moderadas. Excesos de fertilización nitrogenada inducen a que los tejidos se vuelvan más susceptibles al ataque de *Phytophthora* sp. Cuando se hacen aplicaciones controladas de calcio y óxido de zinc éstas

modifican el pH y fortalecen las paredes externas de la célula impidiendo ataques de *Fusarium* sp. (Ruggiero, 1980).

Datos obtenidos para el maracuyá amarillo, obtenidos en Brasil por Malavolta, citado por Ruggiero (1980), permiten determinar la exigencia en nutrientes por la planta en el siguiente orden decreciente:

$N > P > K > Ca > S > Mg > Fe > B > Mn > Zn > Cu > Mo$

Cada nutriente es esencial para la integridad de la planta y del fruto; la falta de cualquiera de éstos elementos crea un desbalance nutricional que afecta la calidad.

El cultivo de maracuyá responde muy bien tanto a las aplicaciones edáficas como a las foliares (Avilan *et al.*, 1992).

En almácigo se recomienda solo efectuar aplicaciones foliares a base de nitrógeno y de elementos menores así:

Urea 46% 10 g L⁻¹ de agua

Nitrato de potasio 10 g L⁻¹ de agua

Elementos menores 10 mL L⁻¹ de agua

En suelos que presenten características de pH en condiciones cercanas a la neutralidad e incluso alcalinidad y con contenidos altos de fósforo y potasio, se recomienda aplicar 250 g/planta cada dos meses y hasta el sexto mes, la siguiente fertilización radicular en corona:

Úrea 35%

Sulfato de potasio 35%

Fosfato diamónico (DAP) 20%

Elementos menores 10%

Control de arvenses

Para evitar atrasos en su desarrollo en la fase de establecimiento del cultivo, la planta debe permanecer libre de malezas en la zona de plateo. En fase productiva es conveniente dejar desarrollar un “colchón” de malezas, dejándolas crecer 10-15 cm, de esta manera se retiene en mayor proporción el agua en el suelo, disminuyendo sus pérdidas, evitando la compactación y pérdida del suelo y en forma simultánea, amortigua la caída del fruto, cuando este llega a su madurez fisiológica.

Si se recurre a la utilización de herbicidas se deben tener en cuenta algunas precauciones como: asperjar sobre la maleza con bomba de espalda provista de pantalla protectora con boquilla tipo cortina y de baja descarga para evitar derivas que puedan afectar el cultivo. Es necesario tener la recomendación de un Ingeniero Agrónomo para definir el producto, equipos y las dosis a usar (Cleves, 1987).

Control de insectos plagas

En este aspecto es muy importante establecer y mantener una fauna benéfica, debido a que el control de los insectos plagas encierra dos aspectos básicos: el primero es la destrucción de plagas y el segundo la conservación de los insectos polinizadores, por lo tanto se debe tener cuidado en la formulación y dosificación de los insecticidas, así como la oportunidad para su aplicación en épocas de floración, por lo que es fundamental contar con la asesoría de un Ingeniero Agrónomo. En la tabla 4 se presentan los insectos plagas más importantes asociados al cultivo de maracuyá, así como sus principales daños y métodos de control.

TABLA 4. Insectos plagas asociados al cultivo del maracuyá en Colombia.

Nombre	Daño	Control
Gusano cachón (<i>Dione june</i> Cramer Lep.)	Larvas de lepidópteros que consumen hojas y brotes tiernos de la planta	Recolección manual, control químico con insecticidas sistémicos o de contacto de baja residualidad
Escama aplanada o tortuguilla (<i>Ceroplastes</i> spp.)	Afecta tallos, ramas y principalmente las hojas causando su caída prematura	Niveles adecuados de fertilización, aplicaciones de triona en mezcla con Malathion.
Gusanos del follaje (<i>Dione vanillae</i> Lep.)	En estado larvario permanecen aglomeradas y devoran el follaje dejando solo las nervaduras	Recolección manual de las larvas, aplicación insecticidas como Endosulfan (Thiodan® 35 E en dosis de 500 mL/200 L de agua)
Abeja conga o Arragre (<i>Trona</i> spp.)	Abejas negras o café, cortan las flores y el follaje	Se aconseja sembrar fríjol gandul como cultivo trampa para atraer el insecto hacia este cultivo y minimizar su migración al maracuyá Enterrar los frutos caídos, uso de cebos en mezclas Dipterex® 50 LE (300 mL/100 L de agua) o Ethion® 50 CE (120 mL/100 L de agua) + 5 kg de azúcar morena o melaza; con estos productos se deben efectuar pulverizaciones en hileras alternadas y cubriendo solo una parte de algunas plantas
Mosca de la fruta (<i>Anastrepha</i> spp.)	Ovoposita en los frutos tiernos provocando el amarillamiento de los mismos y la caída prematura	

Nombre	Daño	Control
Arañitas rojas (<i>Tetranychus mexicanus</i> y <i>cinabarinus</i>)	Su ataque al inicio del cultivo produce arrugamiento de las hojas, produciendo su secamiento y caída; se presenta en época de verano	Efectuar riego por aspersión; uso de acaricidas como Akar® 25 CE (200 mL/100 L de agua) o Zoolone® 35 CE (200 mL/100 L de agua); no permitir periodos prolongados de sequía
Mosca sonsa (<i>Dasiops inedulis</i>)	Generalmente ataca los botones florales, provocando su caída	Debe prevenirse antes de la floración con trampas tipo McPhail y de colores con pegantes; efectuar aspersiones localizadas de melaza en mezcla con Malathion
Trozador (<i>Agrotis ipsilon</i>)	Plantas trozadas a nivel del suelo; las larvas son de hábito nocturno, se alimentan de raíces y tejidos jóvenes	Utilización de productos con principio activo clorpirifos; preparación de cebos tóxicos ubicados en los focos alrededor de la base de la planta en horas de la tarde
Chiza (<i>Ancognatha scarabeoides</i>)	Los estados inmaduros provocan daños en las raíces y los individuos adultos consumen cogollos y raspan la corteza de los frutos	Utilizar fuentes de luz (lámparas o mecheros) para capturar adultos; hacer una estricta preparación del suelo para exponer inmaduros al ambiente; control biológico con <i>Metharrizium</i>
Gusano cosechero (<i>Agralius</i> spp.)	Causa defoliación total, incluso en botones florales; generalmente son ataques focalizados	Utilización de productos biológicos como <i>Bacillus thuringiensis</i> o productos de síntesis química como Malathion
Trips (Thysanoptera: Thripidae)	Daños y deformaciones en hojas y frutos jóvenes; individuos activos en flores, hojas jóvenes y frutos	Uso regular de piretroides a partir de la formación del fruto; uso de trampas de colores

Fuente: Orozco *et al.* (1999). Actualizado por los autores.

Control de enfermedades

Las enfermedades son tal vez el factor sanitario más limitante en el cultivo. Se encuentran asociadas a erráticos manejos en la fertilización y a excesos de humedad (tabla 5). De su manejo depende en un 80% la duración del cultivo y la productividad, es fundamental efectuar una adecuada rotación de insumos utilizados en el manejo y control de las enfermedades, así como la oportunidad de su realización preservando la entomofauna benéfica.

TABLA 5. Enfermedades asociadas al cultivo del maracuyá en Colombia.

Nombre	Consecuencias	Control
Mancha parda (<i>Alternaria passiflorae</i>)	Hongo que ataca hojas, tallos y frutos; en las hojas se presentan manchas concéntricas marrón oscuro y rojizas, causando defoliaciones severas; en los frutos se presentan áreas necróticas hundidas	Colocar el tutorado a favor del viento para así permitir la aireación y hacer aspersiones al follaje con fungicidas a base de cobre
Antracnosis (<i>Colletotrichum</i> sp.)	Forma manchas oscuras que luego se necrosan; ataca a frutos, tallos y hojas; en el caso del fruto, la corteza se vuelve quebradiza	Rotación de fungicidas tanto de contacto como sistémicos: Maneb, Zineb en dosis de 450 g/200 L de agua. Captan (450 g-200/L de agua) o Benomil (200 g/200 L de agua)
Roña (<i>Cladosporium herbarum</i>)	Afecta el fruto, causándole una verruga	Uso de fungicidas protectantes
Virus del mosaico (PTMY)	Transmitido por áfidos, produce un crecimiento anormal de la planta, las hojas y ramas no alcanzan su tamaño normal; mal formación de las flores, color no apropiado del fruto	Eliminar las plantas afectadas y control de vectores
Nematodo de las agallas (<i>Meloidogyne</i> sp.)	Ataca a las raíces	Aplicación de nematicidas
Pudrición seca del cuello de la raíz (<i>Fusarium</i> sp.)	Ataca a las raíces y provoca una muerte rápida en las plantas	Seleccionar suelos bien drenados, aplicar riego por gravedad a cada planta sin que el agua toque el cuello de la raíz, aspersiones preventivas cada dos meses con sulfato de cobre y cal
Mal del tallo (<i>Pythium</i> spp. y <i>Rhizoctonia solani</i>)	Causa el necrosamiento de la base de la planta y pudrición en el cuello de la raíz	En vivero desinfectar los sustratos con bromuro de metilo, Cloropicrina o Basamid; siembra “embalconada”, en el cultivo evitar daños mecánicos en el control de arvenses, evitar los excesos de humedad; aplicar Benomil en la base de las plantas
Pudrición del cuello (<i>Phytophthora cinnamomi</i>)	Produce el estrangulamiento del cuello del tallo, seguido por una clorosis de las hojas, que avanza violentamente produciendo la muerte de la planta	Utilizar una solución de Ridomil en dosis de 4 g/200 L de agua, aplicada a la base de las plantas
Lesiones acuosas (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>passiflorae</i>)	Produce lesiones irregulares acuosas de color verde oliva	El control es preventivo y debe realizarse desde los viveros con hidróxido de cobre

Fuente: Orozco *et al.* (1999). Actualizado por los autores.

Al igual que las plagas, las enfermedades también influyen en las pérdidas de calidad que se ocasionan durante la etapa de poscosecha y comercialización del maracuyá. Los agentes patógenos son los responsables de la pudrición de frutos (25%), daños en ramas y hojas (70%) y problemas vasculares en un 35%.

Cosecha

La distribución de lluvias determina las épocas de cosecha; después de un período de invierno se presenta la floración y 60 días después se da inicio a la cosecha, por lo tanto en regiones bimodales se obtienen dos cosechas grandes y dos pequeñas y en las regiones monomodales como es el caso de la Orinoquia, se obtiene una sola cosecha grande y otra muy pequeña.

Determinación de madurez para la cosecha

La buena calidad comercial se obtiene cuando la cosecha se hace en un estado de madurez comercial apropiado y se llega al mercado de consumo en condiciones óptimas. La madurez del maracuyá se aprecia visualmente por su color externo. Estudios muestran que el cambio de coloración del fruto se puede emplear como índice práctico de madurez para la cosecha, pues su variación se correlaciona con un cambio en la composición química interna del fruto. Los cultivadores de maracuyá han implementado otras formas prácticas para identificar la madurez comercial del fruto, como pérdida de firmeza de la corteza del fruto, pérdida de brillo, desprendimiento fácil al presionar el pedúnculo, o el tiempo transcurrido entre la polinización y el fruto en punto de cosecha que puede oscilar entre 8 y 10 semanas, dependiendo de las condiciones ambientales de la finca.

Usos del maracuyá

El maracuyá es muy aromático, rico en ácidos cítricos y en contenido de carotenos, así como menor contenido de ácido ascórbico; es atractivo sensorialmente por su balance entre lo dulce y lo ácido y su elevada concentración de pigmentos.

El maracuyá se utiliza para la elaboración de pulpas, dulces, néctares, jaleas, mermeladas y concentrados. El jugo de maracuyá puede ser industrializado para la elaboración de cremas, dulces cristalizados, helados, licores, confites, néctares, jaleas, refrescos y concentrados. La cáscara es utilizada en Brasil para preparar raciones alimenticias de ganado bovino, pues es rica en aminoácidos, proteínas, carbohidratos y pectina, este último elemento hace que se pueda usar para darle consistencia a jaleas y gelatinas. La semilla contiene un 20-25% de aceite, el cual es de mejor calidad que el de la semilla de algodón con relación al valor alimenticio y a la digestibilidad; además contiene 10% de proteína.

Zonas productoras y exportaciones

El cultivo de maracuyá se cultiva en diferentes zonas del país: Valle del Cauca, Huila, Meta, Caldas, Quindío, Córdoba y Casanare. El área sembrada en nuestro país para el año 2008 se calcula en 5.500 ha (CCI, 2004).

Las exportaciones de jugo maracuyá de Colombia se dirigen principalmente a Alemania, Puerto Rico, Holanda, Reino Unido y Estados Unidos.

En el año 2002 se registró una producción mundial de 640.000 t, siendo Brasil el mayor productor con 450.000 t seguido por Ecuador (85.000 t), Colombia (75.000 t), China (19.000 t) y Perú (15.000 t). Cabe destacar que en ese año la producción disminuyó aproximadamente en 18% respecto al 2001, debido a la caída de la producción de Ecuador, que había tenido incrementos notorios en la productividad en los últimos años.

TABLA 6. Costos de producción para 1 ha de maracuyá. Sistema de tutorado mantel (4 m x 3 m). Densidad: 833 plantas/ha. Producción estimada 30 t ha⁻¹. Duración estimada del cultivar: 24 meses. Costos estimados por ha (pesos colombianos del año 2008).

Descripción	Unidad	V/R Unitario	Años			
			1		2	
			Cantidad	V/R Total	Cantidad	V/R Total
Mano de obra						
Adecuación terreno	global		1	510.000		
Trazada	jornal	17.000	3	51.000		
Construcción tutorado	jornal	17.000	25	425.000		
Ahoyada	jornal	17.000	4	68.000		
Poda de formación	jornal	17.000	5	85.000		
Colgada y amarre	jornal	17.000	8	136.000		
Podas de producción	jornal	17.000	6	102.000	80	1.360.000
Control de arvenses	jornal	17.000	40	680.000	30	510.000
Control fitosanitario	jornal	17.000	20	340.000	25	425.000
Aplicación enmiendas o correctivos	jornal	17.000	2	34.000	2	34.000
Fertilización	jornal	17.000	3	51.000	10	170.000
Cosecha	jornal	17.000	50	850.000	75	1.275.000
Riego	jornal	25.000	20	500.000	15	375.000
Subtotal				3.832.000		4.149.000

Descripción	Unidad	V/R Unitario	Años			
			1		2	
			Cantidad	V/R Total	Cantidad	V/R Total
Insumos						
Plántulas	unidad	600	833	499.800		
Cal	bulto	5.500	20	110.000	20	110.000
Fibra	rollo	5.300	2	10.600	5	26.500
Materia orgánica	tonelada	132.000	2	264.000	1	132.000
Fertilizante completo	bulto	45.000	25	1.125.000	20	900.000
Fungicidas	kg L ⁻¹	35.900	10	350.000	30	1.077.000
Insecticidas	kg L ⁻¹	24.000	4	96.000	8	1.920.000
Guadua	estacón	700	920	644.000		
Estacones	estacón	3000	340	1.020.000		
Alambre púa	rollo	1400	160	224.000		
Alambre calibre 10	kg	800	10	8.000		
Alambre calibre 12	kg	600	800	480.000		
Grapas	caja	6000	1,8	10.800		
Agua				720.000		400.000
Subtotal				5.562.200		4.565.500
Total costos directos				9.394.200		8.714.500
Costos indirectos						
Alquiler de terreno	ha	1	0	1.200.000		1.200.000
Asistencia técnica	día	1	50.000	600.000		600.000
Gastos administrativos	mensual			500.000		500.000
Total costos indirectos				2.300.000		2.300.000
Total costos				11.694.200		11.014.500
Imprevistos del 10%				1.169.420		1.101.450
Total costos				12.863.620		12.115.950
Ventas	kg ha		17.000	20.400.000	13.000	15.600.000
Impuesto 16%				3.264.000		2.496.000
Total ventas				17.136.000		13.104.000
Utilidad neta				4.272.380		988.050
Valor de salvamento						2.363.440
Flujo neto de caja				4.272.380		3.351.490

TIO: 18%
VPN: \$ 6.027.648,95
Rentabilidad: 34,3%

Literatura citada

- Agronet. 2009. Análisis y estadísticas. En: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, www.agronet.gov.co; consulta: marzo de 2008.
- Avilán, L., F. Leal y D. Bautista. 1992. Manual de fruticultura: principios y manejo de la producción. Tomo II. 2a ed. Ed. América, Caracas.
- Chacón, C. 1987. Guía práctica para el cultivo de maracuyá en el Valle del Cauca. ICA, Palmira, Colombia.
- Cachón, C. y J. Serna. 1985. El cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deneger). Federación de Cafeteros de Colombia, Bogotá.
- Cleves, A. 1987. Guía practica del cultivo de maracuya. Departamento Técnico Grajales, La Unión, Colombia.
- Cleves, A. 1989. Comparación de la eficiencia entre la polinización natural y asistida en el cultivo de maracuya en el Norte del Valle. Departamento Técnico Grajales, La Unión, Colombia.
- Cleves, A. 1990. El cultivo de maracuyá: aspectos técnicos y económicos. pp. 53-64. En: Cultivo de frutales en el Valle del Cauca. Convenio Fundación Centro Frutícola Andino-Gobernación del Valle. Cali, Colombia.
- Orozco, G., L. Bautista y A. Castillo. 1999. Manejo post cosecha y comercialización del maracuyá. Convenio SENA-Reino Unido. Bogotá.
- CCI Corporación Colombiana Internacional. 2004. Sistema de inteligencia de mercados: Maracuyá. Bogotá.
- Galindo, F. y M. Villavicencio. 2000. Seminario de agro negocios maracuyá. Facultad de Administración y Contabilidad, Universidad del Pacífico, Lima.
- García, M. 2002. Guía técnica cultivo de maracuyá amarillo. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador, El Salvador.
- ICA. 1980. Frutales. Manual de asistencia técnica. Tomo II. 2a ed. Bogotá. pp. 365-395.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2004. Anuario estadístico frutas y hortalizas 2001-2004. Bogotá.
- Reina, C., S. Dusan y R. Sánchez. 1997. Manejo post-cosecha de la calidad de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Facultad de Ingeniería, Universidad Sur Colombiana, Neiva, Colombia.
- Ruggiero, C. 1980. Cultura do maracuyazeiro FCAV, Jaboticabal, Brasil. pp. 47-77.

- Salazar, R. 1988. El cultivo de maracuyá y sus posibilidades. pp. 308-317. En: Recopilación de las conferencias dictadas en el curso de fruticultura en el CIAT, Federación Nacional de Cafeteros, Bogotá.
- Schwenesius, R. y M. Gómez. 1996. El mercado mundial y nacional del maracuyá. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial CIESTAAM, Chapingo, México.
- Toro, E. 1989. El cultivo de la parcha en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez.

Manejo integral del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) Integrated crop management of sweet granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.)

DIEGO MIRANDA¹

Resumen

La granadilla es una fruta originaria de Sur América Tropical, que se cultiva desde el norte de Argentina hasta México. Entre 2004 y 2007 la superficie sembrada de granadilla se incrementó de 1.920 a 3.010 ha en Colombia, que corresponde al 1,36% del área nacional dedicada a las frutas. En el 2007, las ventas internacionales de esta fruta llegaron a US\$705.701, equivalentes a 643.969 kg brutos. Antioquia, con el 38% fue el departamento líder en las ventas internacionales de granadilla durante el 2007, seguido por Cundinamarca (36%), Nariño (14%) y Bogotá (12%). Según información estadística del DANE durante los primeros ocho meses del 2008 las exportaciones de granadilla sumaron US\$2,5 millones. La información más importante publicada en Colombia sobre el manejo integral del cultivo de la granadilla fue realizada en 2002, a partir de esta época se han realizado importantes avances tecnológicos en varios de los componentes de los sistemas de producción que son incluidos en este capítulo que busca convertirse en una herramienta útil para hacer un buen manejo integral hacia una producción más eficiente del cultivo. Se incluyen aspectos relacionados con los genotipos existentes, su adaptación y aclimatación a diferentes zonas productivas del país, sus etapas fenológicas y algunas directrices para la implementación de planes de nutrición del cultivo. Se resumen varios de los problemas de enfermedades, plagas

¹ Profesor asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
e-mail: dmirandal@unal.edu.co

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 pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

y desordenes fisiológicos del cultivo y se dan algunas recomendaciones para su manejo. Finalmente, se describen los principales eventos de la recolección y su relación con los cambios fisicoquímicos del fruto que orientan hacia la realización de buenas prácticas en la fase de poscosecha.

Palabras clave: propagación, sistemas de cultivo, productividad, análisis económico.

Abstract

Sweet granadilla is a fruit crop original of tropical South America, which is cultivated from the north of Argentina up to Mexico. Between 2004 and 2007, the area occupied with sweet granadilla plants in Colombia increased from 1,920 to 3,010 ha that corresponds to 1.36% area dedicated to fruit production in the country. In 2007, the sales of this fruit to international markets were US\$705,701 that is equivalent to 643,969 gross kg. Antioquia, with 38% sales, was the Department leading in the international sales of sweet granadilla during 2007, followed by Cundinamarca (36%), Nariño (14%) and Bogota (12%). According to the statistical data of DANE the export of sweet granadilla during the first eight months of 2008 reached US\$2.5 millions. The most valuable information in Colombia on the integral management of sweet granadilla culture was published in 2002. Starting from this time, important technological advances have been realized in several components of the production system that are included in this chapter and expected to be a useful tool in good integral management towards a more efficient production of the crop. The aspects related to the existing genotypes, their adaptation and acclimatization to different productive zones of the country, their phenological stages and some guidelines for implementation of mineral nutrition program of the crop are included. Several problems of diseases, plagues and physiological disorders of the crop as well as the recommendations for their management are described. Finally, the principal steps of fruit collection and their relation with physico-chemical changes of fruit quality that face towards the achievement of good postharvest practices are illustrated.

Keywords: propagation, crop systems, productivity, economic analysis.

Introducción

La granadilla, *Passiflora ligularis* Juss., es una fruta originaria de América Tropical, que se cultiva desde el norte de Argentina hasta México (Leal, 1990).

El nombre de la especie (*ligularis*) se debe a las glándulas, pecioladas muy alargadas y liguliformes, llamadas lígulas que recubren la base de la hoja. Por su exquisito sabor dulce y aromático, la granadilla es una fruta de gran aceptación para el consumo fresco; el jugo dulce y agradable se consume con las semillas.

Colombia es uno de los más importantes productores de fruta a nivel mundial, junto con Venezuela, Suráfrica, Kenia y Australia (Universidad de los Andes, 1994). Durante la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada, en 1865, Palomino y Restrepo (1991), citan que de Juss. describió 13 especies entre las cuales se encontraba la granadilla (*Passiflora ligularis*).

Entre 2004 y 2007, la superficie sembrada de granadilla se incrementó de 1.920,4 a 3.010 ha que corresponde al 1,36% del área Nacional dedicada a las frutas según cifras del Plan Frutícola Nacional (Tafur *et al.*, 2006). Con importantes áreas en los departamentos de Cundinamarca, Caldas, Huila, Quindío, Valle y Santander. Para el mismo período, la producción nacional de granadilla se incrementó pasando de 20.464,7 t a 32.075 t (cálculos basados en información de CCI).

Este cultivo constituye una importante fuente de divisas para el país. Entre enero y agosto del 2008, las exportaciones colombianas de frutas exóticas sumaron US\$29 millones. Durante el 2007, las ventas internacionales de estos productos llegaron a US\$34 millones, que correspondieron a 14,9 millones de kg, según cifras del Departamento Nacional de Estadística (DANE, 2008). Las exportaciones de granadilla sumaron US\$2,5 millones, durante los primeros ocho meses del 2008, según información estadística del DANE. En el 2007, las ventas internacionales de esta fruta llegaron a US\$705.701, equivalentes a 643.969 kg brutos.

Comercializadora Internacional Frutas Selectas S.A. fue en el 2007 el principal exportador colombiano de granadillas, con US\$179.681. Le siguieron Agrovita E.U., con US\$95.760; Ocati Ltda, con US\$88.947; Novacampo S.A., con US\$73.542, y El Tesoro Fruit, con US\$51.012, entre otros. Antioquia, con el 38% fue el departamento líder en las ventas internacionales de granadilla durante el 2007, seguido por Cundinamarca (36%), Nariño (14%) y Bogotá (12%) (DANE, 2008).

Este documento pretende hacer un acercamiento hacia la producción más eficiente del cultivo, describiendo su manejo en forma integral; pues pese a

que se ha establecido, no ha contado con un sustento tecnológico adecuado derivado de procesos investigativos integrales y no reduccionistas. Esto ha ocasionado disminución en las áreas de las principales regiones productoras de Colombia, en contraste con la vinculación de nuevas zonas productoras en las cuales pueden llegar a presentarse igualmente limitantes de no establecerse un plan de investigación con visión sistémica (CCI, 2001).

Variedades y ecotipos

Debido a que la especie es de polinización cruzada, se presenta una alta variabilidad genética en los genotipos evaluados, que impide definir variedades en el estricto sentido de la palabra (Bernal, 1990). Los distintos tipos se clasifican según el tamaño, la forma y la dureza de la corteza:

1. Según el tamaño: grande (>100 g), mediana (entre 70 y 100 g) y pequeña (< 70 g).
2. Según la forma: completamente redonda, redonda-achatada, alargada-oval y alargada aperada
3. Según la corteza: gruesa, media y delgada.

Los productores de granadilla utilizan con preferencia un sistema de clasificación relacionado con el sitio de procedencia o sitio de cultivo, Pecosa, granadilla de Urrao, Valluna, etc. (figura 1).



FIGURA 1. Variedades de granadilla más utilizadas en zonas productoras de Colombia. Criolla, Pecosa y Valluna (izquierda - derecha).

Criolla: es una fruta grande, redonda, con exocarpio y mesocarpio gruesos; posee un peso promedio de 124 g pero con muy bajo contenido de pulpa; se ha observado en la zonas más productoras del municipio de Aguadas (Caldas).

Pecosa: es una fruta mediana con abundantes puntos blanquecinos grandes, redonda-achatada, con exocarpio y mesocarpio medios; pesa 110 g y es relativamente pesada en relación con su tamaño; se ha observado principalmente en cultivos del Norte del Valle del Cauca y Cundinamarca.

Valluna: es un tipo de fruta mediana, alargada-oval, con exocarpio y mesocarpio delgados; pesa en promedio 120 g y tiene alto contenido de pulpa; es la más común en el los municipios productores del Norte del Valle.

Urrao: es una fruta grande, redonda-achatada, de corteza gruesa y con un contenido de pulpa menor que la Valluna.

Ecofisiología

Los factores medioambientales de mayor importancia para el desarrollo y producción de la granadilla son: temperatura, radiación solar y luminosidad; altitud, precipitación, humedad relativa y vientos.

Temperatura

Según Fischer (1990), la temperatura afecta de manera indirecta el comportamiento de los agentes polinizadores; temperaturas entre 20-22°C fomentan el vuelo de las abejas, aumentando el número de flores polinizadas, aspecto de vital importancia en la granadilla.

Las temperaturas mayores de 20°C ocasionan por una parte un mayor estrés hídrico, aumentando considerablemente las necesidades de agua y de nutrientes y se acorta la duración del ciclo de vida del cultivo (Castro, 2001). Se reporta que la aparición y severidad de la enfermedad denominada secadera, es mucho más grave en franjas altimétricas inferiores a los 1.600 msnm y temperaturas promedio superiores a 20°C (Castro, 2001). Temperaturas inferiores a los 18°C ofrecen condiciones para una mayor durabilidad de la planta, pero con un crecimiento lento, baja producción y disminución del tamaño del fruto. Temperaturas menores a 10-12°C disminuyen la fecundación e incrementan los abortos florales entre 90 y 95%; además, ocasionan cuarteamiento de los frutos nuevos. Estudios reportados por Rivera *et al.* (2002) referidos a la evaluación de

la calidad del sitio para el cultivo determinó como zonas óptimas aquellas con temperaturas entre los 18-20°C en promedio anual y las moderadamente aptas las que presentan temperaturas entre 15 y 18°C (tabla 1).

TABLA 1. Requisitos de uso de la tierra para el cultivo de la granadilla en Colombia.

Requisitos del cultivo				Clasificación por factores		
Cualidad de la tierra	Factor de diagnostico	unidad	Sumamente apta	Moderadamente apta	Marginal	No apta
Aireación del suelo	Clase de drenaje del suelo	clase	Buen drenaje a excesivo	Drenaje moderadamente bueno	Drenaje imperfecto	Drenaje deficiente o muy deficiente
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva	cm	>60	40-60	20-40	<20
Niveles de acidez	Reacción del suelo	pH	5,5-6,5	5,0-5,5 6,5-7,0	4,0-5,0 7,0-7,5	<4,0 >7,5
Textura del suelo	Componentes arcilla, limo y arena	tipo	Franco	Franco arenoso Franco arcilloso	Arcilloso limoso	Arcilloso
Condiciones climáticas	msnm	m	2.000-2.500	1.800-2.000 2.500-2.800	1.500-1.800 2.800-3.000	<1.500 >3.000
	Temperatura	°C	18-20	15-18 20-23	12-15 24-26	<12 >26
	Humedad relativa	%	70-75	60-70 75-80	50-60 80-85	<50 >85
	Precipitación	mm	2.000-2.500	1.500-2.000 2.500-2.800	1.200-1.500 2.800-3.500	<1.200 >3.500

Fuente: Rivera *et al.* (2002).

Radiación solar y luminosidad

La luminosidad influye sobre el desarrollo de la granadilla, principalmente por la superficie del dosel expuesta, e interviene en procesos como la diferenciación de los primordios florales, la floración y la coloración del fruto; por la formación de azúcares y pigmentos, siendo indispensable en la síntesis de antocianinas.

Altitud

El incremento de la altitud determina varias modificaciones en las condiciones climáticas:

La temperatura aumenta 0,6°C por cada 100 m de elevación; la precipitación disminuye a partir de los 1.300-1.540 msnm; la radiación, la luz ultravioleta visible y el infrarrojo se aumentan; la presión atmosférica se reduce; y la intensidad de los vientos se aumenta (Fischer, 2000). A mayor altitud, la respuesta en crecimiento de las plantas es menor; presentan entrenudos más cortos y hojas más pequeñas y gruesas para filtrar la luz ultravioleta. La radiación solar es más alta y la calidad del fruto referida a la coloración y al aspecto sanitario es superior. Alturas menores de 1.500 msnm causan poca viabilidad del polen. A alturas inferiores a 1.800 msnm, es mayor la incidencia de los insectos plaga, y el tamaño de los frutos disminuye, obteniéndose un porcentaje superior al 50% de frutas de segunda calidad, lo que reduce significativamente la rentabilidad del cultivo. Las altitudes más adecuadas para el cultivo están entre los 2.000-2.500 msnm, considerándose moderadamente aptos entre 1.800-2.000 msnm, y limitantes a alturas inferiores a 1.800 msnm (tabla 1) por la alta incidencia de plagas y por la disminución del tamaño de los frutos (Rivera *et al.*, 2002).

Precipitación

El agua es el principal constituyente del fruto (80-95%) y las funciones relacionadas con la obtención de frutos de calidad, como la actividad fotosintética, el transporte y metabolismo de las sustancias (azúcares, ácidos), la estructura (estabilidad-elasticidad) y turgencia (forma y tamaño del fruto), están íntimamente relacionadas con su suministro. Durante el período de floración, la lluvia debe ser mínima, ya que cuando el polen se moja, se revienta y pierde su función. En los climas húmedos y lluviosos se puede presentar ablandamiento de la corteza del fruto. Las zonas óptimas para cultivos bien distribuidos tienen precipitaciones entre los 2.000-2.500 mm por año, mientras que en las zonas consideradas marginales no aptas, la precipitación supera los 2.800 mm o están por debajo de los 1.800 mm (Rivera *et al.*, 2002) (tabla 1).

Humedad relativa (HR)

En general, la HR influye sobre la temperatura del aire, la presencia de vientos, nieblas y llovizna, disminuye la insolación, dificulta la transpiración, crea

un ambiente favorable para el desarrollo de enfermedades, y disminuye el efecto de las aspersiones de agroquímicos. En casi todas las especies frutícolas, una HR entre 60-80% es requerida para los procesos de polinización y para regular la transpiración (tabla 1). Los efectos de una baja HR (<40%), acompañada de vientos calurosos, se manifiestan en marchitez de flores, deshidratación, caída de estructuras y disminución de la fotosíntesis por el cierre de estomas y la muerte de brotes tiernos. La evaluación de tierras para el cultivo mostró que humedades entre 70-75% son óptimas para el cultivo, pues la incidencia de algunas enfermedades disminuye; las superiores a 80% ocasionan mayor presencia de enfermedades y por lo tanto exigen fumigaciones más frecuentes (Rivera *et al.*, 2002). De igual manera humedades inferiores ocasionan desecación de los granos de polen, baja polinización y fecundación.

Vientos

Los vientos excesivos en el cultivo de la granadilla afectan en forma indirecta el proceso de floración, por que las especies encargadas de esta labor (abejas y abejorros), se desplazan mejor en ambientes con poco viento. También pueden ocasionar daños mecánicos a las flores, pudiendo desecar prematuramente la superficie estigmática y el estilo, reduciendo el desarrollo del tubo polínico y la germinación del polen. En ambientes con viento en calma se obtiene un mayor cuajamiento de los frutos. Los vientos secos con temperaturas altas producen aumentos en las tasas de transpiración, desecación de las hojas, pérdida de turgencia, alargamiento celular y por consiguiente disminución de los parámetros de crecimiento.

Cualidades físicas del suelo requeridas para el cultivo

Las características físicas del suelo influyen directamente en el desarrollo del cultivo. Algunas de ellas se manifiestan como limitantes: pendiente, profundidad efectiva, perfil del suelo, textura, estructura y el drenaje natural. El sistema radical de la granadilla se desempeña óptimamente en profundidades hasta de 60 cm; profundidades entre 20-40 cm se consideran moderadas, pero las inferiores a 20 cm no son aptas para el cultivo (tabla 1).

Las texturas deben ser livianas y los drenajes adecuados. Para la determinación de estas variables, es recomendable que en sitios representativos de los terrenos a cultivar se hagan calicatas que permitan conocer las características del perfil del suelo y prever posibles inconvenientes en el cultivo, tales como

encharcamientos, presencia de horizontes endurecidos, horizontes limitados, niveles freáticos altos y presencia de sales, entre otros; y de acuerdo con la situación establecer los correctivos posibles.

La textura de los suelos para el cultivo de la granadilla debe ser liviana, franca, franca-arenosa o franca-arcillosa, ya que en estas se presenta un mejor crecimiento y desarrollo del sistema radical; también deben ser bien drenados. Los valores de pH deben estar entre 5,5-6,5 para un adecuado desarrollo del cultivo y para una mejor absorción de nutrientes.

Propagación

Reproducción sexual

La reproducción sexual o por semilla es el método más utilizado por los cultivadores de granadilla, por los bajos costos y la facilidad para obtención del material, pero la práctica de movilización de material vegetal para la siembra entre las regiones, ha facilitado la diseminación de patógenos de un sitio a otro (Bernal y Tamayo, 1999). Los métodos de reproducción sexual permiten obtener plantas más vigorosas, con buen desarrollo del sistema radical y una mayor longevidad de la plantación, comparadas con aquellas propagadas asexualmente. Ampliación de estos métodos se pueden observar en el capítulo correspondiente.

Propagación asexual

En la propagación de las pasifloráceas, la reproducción asexual o vegetativa es la más usada, pudiéndose emplear los métodos de estacas y de injertos. Sin embargo desde hace algunos años se adelantan estudios sobre la propagación *in vitro* (Castro, 1997).

La propagación por estacas es el método más común, aunque ha presentado serias restricciones por la dificultad de enraizamiento. El sistema por injerto tiene ventajas comparativas frente al método anterior, ya que permite el uso de cultivares que muestran tolerancia a enfermedades o condiciones climáticas adversas. En el capítulo de propagación se detallan los procesos de propagación más empleados en este cultivo.

Fenología de la granadilla

En el proceso de crecimiento de las plantas, la aparición, transformación o desaparición de los órganos vegetales en el tiempo se llama 'fase' (Torres, 1995)

y el período entre dos distintas fases es llamado ‘estado fenológico’ (Villalpando y Ruiz, 1993). Un estado fenológico está delimitado por dos fases sucesivas. Para la granadilla (Rivera *et al.*, 2002) reportaron que durante el ciclo del cultivo comercial existe la superposición de al menos tres ciclos de cultivo (1, 2 y 3), cada uno de ellos con fases y etapas determinadas y cuya duración va a depender de las condiciones climáticas predominantes en la zona de producción y del manejo sanitario del cultivo (tabla 2).

TABLA 2. Estadios de desarrollo de la granadilla en zonas óptimas del cultivo.

Estadio principal del desarrollo	Estadio secundario	Duración aproximada en días	Características
Vegetativo 0	0.0 Germinación; protrusión radicular	15-20	Según calidad de semilla y tipo de sustrato
Vegetativo 1	1.1 Emergencia; alargamiento del hipocótilo y salida de cotiledones	25-40	Relacionada con el tipo de sustrato; época del trasplante a bolsa
	1.2 Desarrollo inicial de la plántula; producción de uno a dos pares de hojas verdaderas expandidas	25-35	Producción de estructuras vegetativas, yemas y hojas; trasplante a sitio definitivo
	1.3 Crecimiento de la planta	100-120	Desarrollo de estructuras vegetativas yemas, hojas, rebrotes, zarcillos
	1.4 Transición vegetativa a reproductiva	120-150	Formación estructuras vegetativas; diferenciación floral, formación de primeros botones florales
Reproductiva 1	1.1 Floración	A partir de los 150 (duración de la apertura floral 30-36 horas)	Fenómeno de dicogamia (protandria); más del 50% de la plantación florecida
	1.2 Formación del fruto e inicio del llenado	A partir de los 150 y perdura 50-60 días	Más del 50% de la plantación con frutos formados
	1.3 Llenado del fruto y maduración	20-30 días	Más del 50% de la plantación en maduración y termina con la recolección.

Fuente: Adaptado de Rivera *et al.* (2002).

La floración que se menciona en la tabla 2 corresponde al primer ciclo de producción. El rango de duración de la antesis entre 10 a 30 minutos. La duración de las flores abiertas oscila entre 30-36 horas; en esta fase se presentan los procesos de polinización (llegada del grano de polen a la superficie estigmática) y fecundación. A partir de este momento la flor se cierra e inicia su proceso de marchitez.

En la etapa de formación del fruto y llenado se presenta una distribución permanente de fotoasimilados hacia los frutos formados (el 50% de los frutos están en este estado). Los procesos de llenado y maduración del fruto, tienen una duración entre 20 y 25 días y terminan con la recolección del fruto (Rivera *et al.*, 2002). De flor fecundada a fruto maduro la duración está entre 70-80 días.

Durante los ciclos 2 y 3 del cultivo, lo que se observa es la superposición de estados de desarrollo, llegando a encontrarse tanto estructuras vegetativas como reproductivas en diferentes estados. Para el ciclo 2 la nomenclatura de los estados corresponderá a V2.2; V2.3....R2.1..., para el ciclo 3....V3.2; V3.3...R3.1..., etc. Una vista del cultivo donde se observan varios estados de desarrollo aparece en la (figura 2).

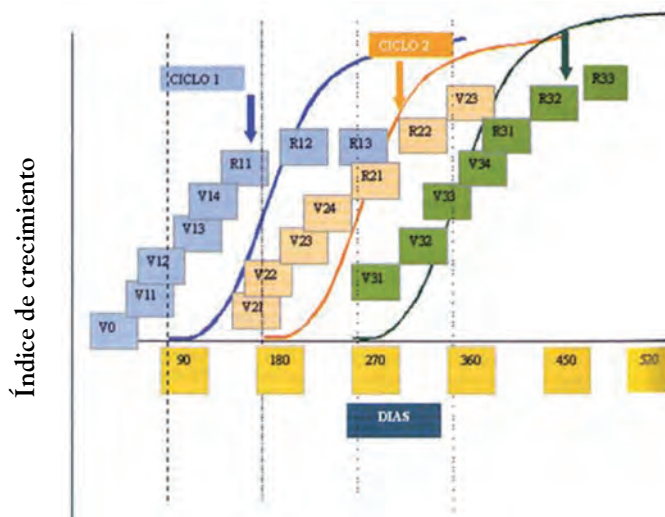


FIGURA 2. Superposición de estados de desarrollo en granadilla.

Sistemas de cultivo y tipo de soporte

Establecimiento del cultivo

La preparación del lote se debe realizar por lo menos con un mes de anticipación a la siembra de las plántulas, esta actividad debe hacerse simultánea con el desarrollo de las plántulas en el vivero, para evitar envejecimiento del material vegetal y daños irreversibles en la raíz por siembras tardías (Castro, 2001). Una labor de preparación adecuada en lotes con alta pendiente es la preparación por sitio de plantación una vez se haya realizado el trazado y posterior establecimiento de la estructura de soporte más utilizada (el emparrado). Las distancias de plantación se relacionan con la pendiente del terreno y la fertilidad del mismo. En el sistema de emparrado varios autores (Saldarriaga, 1998; Castro, 2001) recomiendan distancias que van desde 5 m x 5 m en cuadro (400 plantas/ha); 6,4 m x 6,4 m (244 plantas/ha). Dos factores importantes a considerar para esta decisión: utilizar distancias que permitan un buen desarrollo del cultivo, el conocimiento de los métodos de poda que permitan podas de formación oportunas para una mejor conducción del cultivo sobre la estructura de soporte.

Sistemas de soporte

La granadilla es una planta herbácea y trepadora que necesita un soporte para su desarrollo, que le permita mejores condiciones de luminosidad, aireación y un mejor manejo de plagas y enfermedades (Bernal, 1990). Para el cultivo de la granadilla se han utilizado dos sistemas de soporte: espaldera y emparrado.

La espaldera permite una mejor distribución de la plantación en suelos hasta del 70% de pendiente, pero implica una orientación adecuada de los surcos para mayor aprovechamiento de la radiación y exige labores adicionales permanentes de conducción de ramas. El sistema no es muy utilizado debido a que se presenta menor desarrollo de las ramas productivas, mayores costos en colgado y recolgado de ramas; se dificulta la realización de las podas de producción y se obtiene menor producción y calidad de frutos (Castro, 2001). Otro problema del sistema de espaldera, según Bernal (1990), es la mayor incidencia del llamado 'golpe de sol' en frutos, debido a que estos quedan muy expuestos a los rayos solares.

El sistema de emparrado resulta más ventajoso en términos de rendimientos que el sistema de espaldera (Bernal, 1990). Existen múltiples formas para construir el emparrado, de acuerdo con las regiones donde se tienen los cultivos y la disponibilidad de recursos del agricultor, pero no se dispone de resultados de

investigación que recomienden un diseño completamente validado en términos de duración, costos, producción, etc. En el Norte del Valle, los productores identifican dos tipos de emparrado: el tradicional (enmallado normal) y 'Urrao modificado', este último se viene utilizando con mayor frecuencia debido a los menores costos, comparado con el tipo tradicional (tabla 3).

TABLA 3. Materiales necesarios para construir el soporte en emparrado.

Materiales	Dimensiones o referencias	Cantidades/ha
Postes de madera fina (inmunizar en la parte inferior con brea o ACPM)	3 m de largo	312
Postes de madera ordinaria o guadua	2,8 m de largo	218
Alambre de púa (bultos)	calibre 12 ó 15	4,2
Alambre liso (kg)	calibre 12	181
Alambre liso (kg)	calibre 16	208

Por lo general, los campesinos recurren al bosque nativo para obtener los postes, lo que viene ocasionando una disminución de este recurso natural en las regiones donde se cultiva granadilla (figura 3).

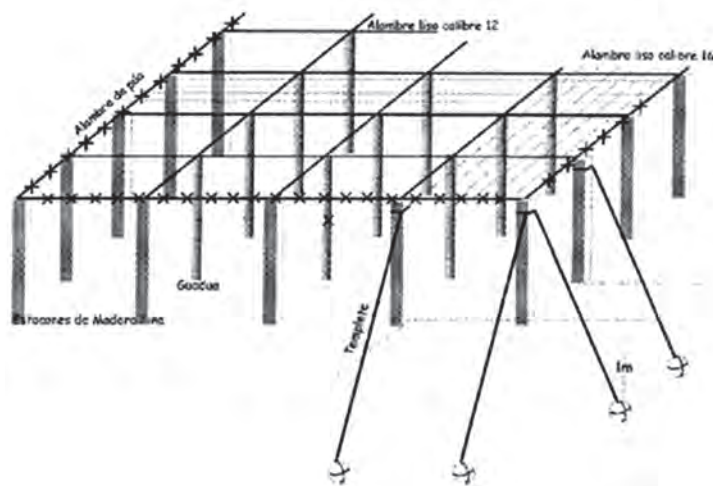


FIGURA 3. Esquema del sistema de emparrado en granadilla.

Cualquiera que sea el tipo de emparrado, los postes de la periferia deben estar amarrados o asegurados, ya que son los que más fuerza van a soportar; los postes esquineros tienen 2 puntos de aseguramiento, en dirección a la línea que van a sostener (figura 3).

Para asegurar los postes externos existen diferentes métodos:

Pie de amigo: es un estacón de madera de 3 m de largo, el cual va unido al poste a una distancia de 2 m del pie (Saldarriaga, 1998). Este método no es el más recomendable, debido al rápido deterioro de la madera y a la fisura que se realiza para unirlo a los estacones de la periferia.

Templetes: también llamados ‘muertos’, son piedras o estacas de madera resistentes a la humedad, enterradas a 1 m de profundidad y a 2 m del pie del estacón, unidas con alambre liso calibre 10 a la cabeza del poste (figura 3).

Posteadura inclinada: algunos productores clavan los postes de la periferia inclinados en ángulo de 60-65°, simulando un templete.

El mayor costo del cultivo está representado en el sistema de soporte y es la mayor restricción para los pequeños productores, pues tienen que ser asumidos al inicio del cultivo. Dado el alto costo de establecimiento del cultivo, es frecuente que los productores utilicen materiales usados o de segunda calidad, colocando en grave riesgo el soporte del cultivo y su duración.

Poda en el cultivo

La poda consiste en la modificación de los ejes de crecimiento de la planta y puede realizarse en diferentes fases del desarrollo y con distintas finalidades: a) modificar la bioarquitectura de las plantas al permitir la formación de diferentes tipos de ramificación sobre la estructura de soporte del cultivo. b) determinar el porte final de la planta manteniendo las plantas sin entrecruzamientos con plantas vecinas. c) modificar el vigor, fortalecer y engrosar de las ramas, mejorar la capacidad de brotación y finalmente aumentar la productividad de las plantas.

Poda de formación

Esta poda debe comenzar desde el almácigo (Castro, 1995), eliminando los primeros brotes basales y axilares. Después del trasplante se deben eliminar todas las yemas axilares para dejar un tallo por planta (figura 4). Durante el período

de crecimiento vegetativo, en el cual el tallo alcanza el emparrado, las ramas se deben conducir sobre el emparrado, revisando periódicamente que los zarcillos y la fibra no estén ocasionando estrangulamientos al tallo. Una vez el tallo ha sobrepasado la estructura de soporte, se debe hacer un despunte de rama para estimular la aparición de las ramas primarias. El despunte se realiza preferiblemente a los 50-100 cm, garantizando entre cuatro a ocho yemas potenciales, que formarán las ramificaciones posteriores de la planta. La decisión a tomar depende de la distancia de plantación y de las condiciones ambientales de la zona. En aquellas con humedad relativa alta se dejan solamente tres a cuatro ramas con el fin de permitir la aireación del cultivo.

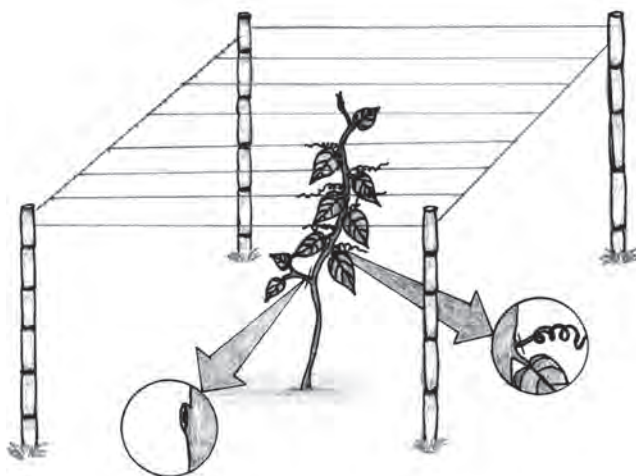


FIGURA 4. Poda de formación de tallos.

Poda de producción y mantenimiento

En las podas de mantenimiento y producción se eliminan las ramas improductivas, enfermas o muy delgadas (Bacca, 1987) y se despuntan aquellas ramas largas e improductivas, para permitir su engrosamiento y estimular nuevas brotaciones. Estas podas se realizan en las ramas terciarias y cuaternarias. Fisiológicamente buscan regular la distribución de los fotoasimilados para dirigirlos a obtener ramas fuertes, sanas y productivas en su propio espacio, producción de estructuras reproductivas y estimular el crecimiento de nuevas yemas.

Poda de renovación

En la granadilla, la poda de renovación ‘soqueo’ consiste en eliminar la parte aérea de la planta y dejar solo una porción de tallo, para que de allí rebrote una planta joven. Antes de realizar una poda de renovación se debe verificar si la condición fitosanitaria de raíces, tallo y ramas primarias justifica la renovación o por el contrario la eliminación del cultivo. Si la plantación presenta buen comportamiento, está en buen estado sanitario y ha tenido producciones altas se recomienda que la poda de renovación se realice cada dos o tres cosechas. Una vez realizada la poda de renovación, el manejo del cultivo se realiza como si se tratase de un cultivo joven, iniciando con las podas de formación; dejando solo un tallo por sitio.

Manejo del agua y la nutrición

Si el cultivo se establece en zonas óptimas en cuanto a la precipitación requerida (2.000-2.500 mm año⁻¹) los cultivos no requieren suministro de riego adicional durante el año. Debido a la superposición de estados fenológicos una buena distribución de las lluvias durante el año, es muy importante para el cultivo. Zonas con períodos marcados de déficit hídrico no son adecuadas para la granadilla, pues ocasionan derrame de estructuras florales y reducción del tamaño de los frutos; en estas, se debe suplementar con riego artificial.

Para determinar los requerimientos nutricionales del cultivo, debe realizarse previo a su establecimiento, el análisis de suelo, pues proporciona información sobre las características físico-químicas que inciden sobre la disponibilidad de nutrientes asimilables por la planta y su comportamiento en la solución del suelo.

También es necesario acudir al análisis foliar, método más adecuado para diagnosticar el estado nutricional de la plantación en un período determinado de cada fase de crecimiento y que nos permite estimar su disponibilidad para la planta. El contenido de nutrientes en las hojas depende de la edad de la planta, el tipo y la posición de la hoja que se muestrea; la disponibilidad de nutrientes del suelo, la producción y el estado fitosanitario del cultivo.

Palomino y Restrepo (1991), empleando soluciones nutritivas carenciales, determinaron los requerimientos de plantas de granadilla de 70 días de edad (estado V1.2) en condiciones de laboratorio (tabla 4).

TABLA 4. Requerimientos nutricionales de la granadilla en soluciones nutritivas.

Nutrientes mayores	%	Nutrientes menores	ppm
N	1,6	Fe	590
K	2,9	B	60
Ca	1,9	Mn	40
Mg	0,7	Zn	17
P	0,2	Cu	5

Adaptado de Palomino y Restrepo (1991).

Las plantas presentaron exigencias de los macronutrientes en orden decreciente: K, N, Ca, S, Mg y P, y de los micronutrientes: Fe, B, Mn, Zn y Cu; información que se puede utilizar como base en el diseño de planes de fertilización, los cuales deben ser realizados por los técnicos a partir de métodos diagnósticos, utilizando fuentes de nutrientes adecuadas a los tipos de suelos, a los niveles de fertilidad y a los requerimientos de la especie, y según el estado fenológico.

Fertilización

Existe una gama de fertilizantes en el mercado cuya utilización depende del estado del cultivo, la edad, las condiciones agro-climáticas y las circunstancias que rodean a los productores. Los más utilizados son compuestos como 10-30-10; 17-6-18-2; 13-26-6, y Agrimins® como fuente de elementos menores y como abono orgánico, gallinaza. Para el plan de fertilización se requieren los resultados del análisis de suelo para suplir las deficiencias, tratando en lo posible de fraccionar las dosis y hacer aplicaciones mensuales de los fertilizantes y sus mezclas, ya que como se mencionó la producción permanente de estructuras vegetativas y reproductivas por el cultivo, así lo exige.

Manejo de plagas, enfermedades y arvenses en cultivo

Cuando se va a desarrollar por primera vez o se está desarrollando una plantación de frutales, se deben tener en cuenta las diferentes actividades que se llevan a cabo, para poder determinar los posibles impactos que se causarán al medio ambiente, con el fin de actuar a tiempo y evitar deterioros ambientales significativos.

Plagas de semilleros y almácigos

Tierrero o trozador: *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae). *Agrotis ipsilon* se ha registrado en las zonas productoras de Norte de Santander, Caldas y Boyacá (Bernal, 1999). Esta plaga ataca la granadilla como trozador, cortando las plántulas por encima del suelo. Las larvas se alimentan inicialmente de raíces y tejidos jóvenes; posteriormente suelen trozar los tallos tiernos causando la muerte de la planta.

Cuando el ataque es generalizado, para el control se recomienda la aplicación de Lorsban® (Clorpirifos) en dosis de 2 cc L⁻¹. También se aconseja la preparación de cebos tóxicos que se aplican en los focos. Para la preparación del cebo se mezclan 50 g de insecticida, 100 cc de melaza y 5 kg de salvado en 1 L de agua, y luego se aplica este cebo alrededor de la base de las plantas en horas de la tarde (Cardona y Bernal, 1993).

Chizas: *Ancognatha scarabeoides* (Coleoptera: Scarabeidae). Las chizas en estado de larva afectan las raíces. En estado adulto, consumen cogollos y raspan los frutos, demeritando su calidad. El control cultural se debe hacer mediante la desinfección del suelo que va a ser utilizado en semilleros y almácigos. Cuando se ahoya para la siembra, se debe repicar y examinar el suelo alrededor del hoyo en un diámetro de 1 m, para detectar presencia de larvas y poblaciones de la misma. Otro método para control consiste en la utilización de trampas de luz para capturar los adultos (Berrío y Viví, 1997).

Comedores de follaje. Los daños por comedores de hojas son causados por larvas de Lepidopteros: *Agraulis* sp. *Nodonata* sp. y *Trichoplusia* sp. Las posturas se observan en el envés de la hoja. Estas plagas tienen hábito gregario y su ataque es localizado; el principal daño es esqueletizar las hojas y brotes (Saldarriaga, 1998). Su aparición es ocasional y no se presentan ataques severos. Las aspersiones con productos biológicos a base de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, o de Cipermetrinas, reducen las poblaciones de estos insectos (Tamayo y Morales, 1999).

Plagas del cultivo en producción

Mosca de las frutas: *Anastrepha curitis* Stone (Diptera: Tephritidae). La mosca de las frutas constituye una de las plagas principales de los frutales, por el daño directo que causan a las frutas y porque limitan la producción y su

exportación (ICA, 2000). El ciclo de vida de la mosca de las frutas se inicia cuando las hembras ponen sus huevos debajo de la cáscara de las frutas. Entre 2 y 4 días más tarde, las larvas emergen y empiezan a alimentarse de la pulpa, donde construyen galerías; allí expulsan excrementos que la contaminan y le causan pudriciones. La duración del período larval es de 15 a 18 días. La pupa es cilíndrica y de color rojizo; en este estado dura entre 6 y 13 días. La mosca recién emergida de la pupa es blanda y húmeda, por lo que busca refugio entre las hojas y ramas secas. Una vez seca, vuela en busca de alimento.

Los frutos afectados por la mosca presentan una apariencia arrugada y en su interior se encuentran larvas de color amarillo cremoso (figura 5). Para el manejo de la plaga se recomienda realizar trampeos que permitan caracterizar su presencia y abundancia; a partir de esta información, planear las estrategias más adecuadas para su control. Para el trampeo se utiliza la trampa McPhail. En granadilla se utilizan dos trampas por hectárea de cultivo, ubicándolas espacialmente de acuerdo con el diseño de la plantación, aproximadamente cada 50 m entre ellas. La trampa se llena con 235 mL de agua, 15 mL de proteína hidrolizada de maíz o soya, 5 g de borato de sodio (Borax natural) como preservante de la mezcla, y luego se cuelga en el tercio superior de la planta inmediatamente debajo del emparrado. La inspección a las trampas se cada 7-10 días posteriores a su colocación, haciendo un conteo de los insectos capturados. Las moscas



FIGURA 5. Fruto atacado por *Anastrepha*.

atrapadas se identifican y cuantifican por especie, a este conteo se aplica el índice $MTD=M/(Tx D)$ en donde M=número de moscas capturadas; T=número de trampas utilizadas y D=número de días de exposición de la trampa. Si el resultado índice de MTD es mayor a 0,80 indica la presencia de altas poblaciones de moscas que requieren control (ICA, 2000). Una labor adicional la constituye el muestreo de frutos, que es una práctica complementaria utilizada para detectar poblaciones de larvas de mosca en las frutas, para conocer el nivel de infestación, y corroborar los resultados del trapeo. Se recomienda tomar muestras de 10 frutos/ha, haciendo un recorrido en forma de W por el lote, contar el número de larvas y determinar un porcentaje de daño. Con esta información se procede a determinar la estrategia de control.

Mosca del botón floral: *Dasiops inedulis* Steyskal y *Lonchaea* sp. (Diptera: Lonchaideae). En granadilla la mosca del botón floral fue reportada por Bernal *et al.* (1986), afectando los cultivos en la zona de Urrao (Antioquia). Los huevos de *Dasiops* son hialinos, de forma alargada, colocados individualmente o en grupos hasta de cinco, dentro o sobre las anteras en el interior del botón floral. El período de incubación es de 2 a 3 días y al eclosionar la larva se localiza dentro de las anteras. La larva es típicamente vermiforme, acéfala, ápoda y de forma subcilíndrica, de superficie lisa; se alimenta del contenido de los sacos polínicos, del botón floral y termina consumiendo totalmente las anteras y el ovario. Cuando la larva completa su desarrollo, abandona el botón floral y empupa en el suelo; en este estado dura aproximadamente 18 días. El adulto es una mosca de color azul metálico brillante con los tarsos de color amarillo.

Para el manejo de la plaga se recomienda realizar trameos para detectar su presencia y tomar las medidas correspondientes. Si la población de adultos es alta, se recomienda utilizar insecticidas-cebo, una mezcla de 50 cc de proteína hidrolizada de maíz, más 2 cc de Malathion por litro de agua, aplicándolo en parcheos al cultivo (aplicación en surcos alternos) (Bacca, 1987; Tróchez, 1992).

Control biológico: en cultivos de maracuyá se han identificado dos parásitos y cuatro depredadores como enemigos naturales de *Dasiops*. Dos especies del género *Opius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) parasitan la larva y pupa de *Dasiops*. Entre los depredadores de adultos se han observado ninfas de *Zelus ruvidius* y adultos de *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) depredando *Dasiops* y otros dípteros.

Trips: *Trips* sp. (Thysanoptera: Thripidae). Los trips constituyen una de las plagas más limitantes del cultivo de la granadilla (Berrio y Viví, 1997; ICA y CORPOICA, 1994). Los trips son insectos con cuerpo delgado y blando, de aproximadamente 0,5 a 5,0 mm de longitud; su color generalmente depende del color del sustrato en que se alimenta, para lo cual usa su aparato bucal, raspador chupador. Es un insecto partenogenético; el adulto tiene una vida de 35 días, el número de huevos por hembra es de 50, su eclosión ocurre a los 10 días y la duración de la larva es de 6 días (Berrío y Viví, 1997).

Los trips se presentan en épocas de verano. El daño que causa reviste importancia económica por el encrespamiento, amarillamiento y secamiento que causa en las hojas nuevas y brotes, reduciendo el área fotosintética de la planta; y por otra parte, por su importancia como vector de virus (ICA, 2000). Cuando la población del insecto es alta, el ataque se extiende hasta los botones florales y se presentan malformaciones. Uno de los métodos más utilizados para su control consiste en la colocación estratégica de trampas para la captura de adultos en el cultivo (ubicadas entre 1-2 m de altura), tales trampas son elaboradas con plástico de diferentes colores (azules y amarillos), e impregnadas de una sustancia adhesiva (pegante, vaselina). Dichas trampas deben ser revisadas periódicamente para determinar el número de insectos capturados y deben ser cambiadas con una frecuencia quincenal.

Arañita roja: *Tetranychus mexicanus*. Este ácaro se reproduce mediante partenogénesis facultativa; la duración de las diversas etapas varía de acuerdo con las condiciones ambientales (Berrio y Viví, 1997). En maracuyá, en el Valle del Cauca se describe el siguiente ciclo de vida: huevo=4,2 días; larva=2,6 días; protoninfa=2,4 días; deutoninfa=2,8 días; adulto=1,9 días. Es un ácaro pequeño, de color rojo que ubica sus colonias en el envés de las hojas más viejas. Cuando las infestaciones son altas se presentan en todas las partes de la planta (Berrio y Viví, 1997). Al succionar la savia causan zonas cloróticas y cuando atacan severamente secan las hojas (ICA y CORPOICA, 1994). La diseminación se hace a través de los vientos fuertes. Su control se hace con base en acaricidas como Sunfire 24 SC® (Clorfenapir), Polo® (Diafentiuron) y Vertimec® 1.8 EC (Abamectina, avermectina) en dosis recomendadas y considerando los períodos de carencia del producto.

Manejo integrado de plagas (MIP)

Al hablar de MIP usualmente se piensa en predadores, parasitoides, bacterias, virus, aves y otros organismos benéficos. Sin embargo, la nueva concepción se refiere a un conjunto integrado de cambios graduales que son asimilados por el productor y que contribuyen significativamente a incrementar la rentabilidad de sus cultivos. Esta concepción implica que la tecnología se adapte a las condiciones agroclimáticas predominantes, que permita la integración de métodos preventivos e inocuos, y que considere la disponibilidad de recursos de los productores y su entorno sociocultural. El control integrado exige que técnicos y productores conciban el sistema de cultivo en toda su dimensión y no solamente en el ámbito de la disciplina o de los agentes causales de la enfermedad.

Enfermedades de importancia económica

En la granadilla la severidad y la incidencia de las enfermedades está muy relacionada con las condiciones agroclimáticas donde se establece el cultivo, los sistemas de soporte empleados y las labores de manejo empleadas por los agricultores. A continuación se describen las enfermedades de mayor importancia en el cultivo en las zonas productoras.

Damping-off o sancocho: *Pythium* sp. y *Rhizoctonia* sp. Síntomas: la enfermedad ha sido diagnosticada con mayor frecuencia en semilleros, más que en almácigos de granadilla. La afección se localiza en el cuello de las plántulas, produciendo necrosis y estrangulamiento del tallo y muerte de plántulas (Tamayo *et al.*, 1999).

Alternativas de manejo: estos hongos son habitantes naturales del suelo, por lo cual su control debe ser preventivo, mediante el tratamiento químico o físico del suelo, previo al establecimiento del cultivo.

Secadera, pudrición seca de la raíz, pudrición del cuello: *Nectria haematococca* Berk. Síntomas: los primeros síntomas se presentan en plántulas de 20 a 30 días después de emergidas: la plántula detiene su desarrollo y se desprenden las hojas más viejas. Las hojas afectadas presentan una quemazón de color café claro, que se extiende a lo largo de las nervaduras causándole la muerte. Cuando la necrosis cubre todo el tallo ocasiona clorosis, marchitez de hojas y muerte generalizada de la plántula (Tamayo, 1999).

Alternativas de manejo: *Nectria haematococca* es un habitante natural del suelo, su control debe ser preventivo mediante el tratamiento químico o físico del suelo que va a ser usado en la preparación de semilleros y almácigos (Cardona y Bernal, 1993). Si se detectan los síntomas en alguna de las plántulas, éstas deben ser eliminadas y retiradas del sitio. Martínez y Urrego (1995) encontraron que el hongo *Trichoderma* sp. (nativo) es eficiente para prevenir la enfermedad, ya que tiene un efecto sinérgico o de compatibilidad con los antagonistas presentes en un suelo solarizado. Esta práctica cultural, combinada con la aplicación de *Trichoderma* sp. es una estrategia adecuada para combatir la enfermedad en las etapas de semillero y almácigo.

Roña de los frutos: *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Melanconiales. Síntomas: el micelio es de color blanco denso y se va tornando oscuro a medida que la cepa envejece. En los frutos, las lesiones son hundidas, secas, de color café claro, redondeadas, de tamaño variable (entre 1-2 mm) y con acérvulos subepidermales (semejantes a puntos negros) que sobresalen sobre las lesiones. Estas se presentan en grupos o aisladas y, frecuentemente, se observan siguiendo el movimiento del agua lluvia sobre el fruto.

Alternativas de manejo: resultados de laboratorio indican que los fungicidas más eficientes son: (Difenoconazole; Estrobirulina+Anilino-pirimidina y Azoxystrobin+Difenoconazole) en dosis comerciales.

Mancha ojo de pollo, Quemazón: *Phomopsis* sp. (Diaporthales: Diaporthaceae). Síntomas: Tamayo y Morales (1999) afirman que es una de las enfermedades más limitantes y de mayor prevalencia en semilleros y almácigos de la granadilla. Según Castrillón (1992), la mancha ‘ojo de pollo’ tiene su mayor incidencia en los órganos tiernos de la planta, incluidos hojas, tallos, brácteas, botones florales y hasta frutos en formación.

Alternativas de manejo: es conveniente realizar podas y deshojes para mejorar la aireación y penetración de la luz. En cultivos afectados, se recomienda la poda de las estructuras afectadas, la aplicación de pasta cicatrizante con base en sulfato de cobre (pasta bordelesa), el retiro y quema del material vegetal.

Para el control químico, Berrío y Viví (1997) recomiendan aplicar en épocas lluviosas, cada 20 días, Benomyl y Mancozeb en rotación con Daconil o Clorotalonil y Benomyl, en dosis comerciales. Otros resultados muestran que fungicidas

como Carbendazin-Thiram, Tiabendazol+Tiram, Fludioxinil+Metalaxil, han mostrado buenos controles.

Mildeos polvosos y blancos: *Oidium* sp. y *Ovulariopsis* sp. Moniliales. Síntomas: las hojas afectadas por mildew polvoso evidencian la presencia de lesiones difusas individuales de forma circular y color blanco en el haz; son de tamaño variable y cuando coalescen cubren gran parte de la lámina foliar, cubriéndose posteriormente de una masa blanquecina constituida por las estructuras somáticas y reproductivas del agente causal. También se presentan en tallo y fruto; estos últimos se cubren de lesiones individuales, blanquecinas y estrelladas que posteriormente se necrosan.

Alternativas de manejo: las plantas tratadas con Benlate y Topsín presentaron grado 1,0 y 1,5 de severidad por mildew, respectivamente, mientras el testigo no tratado se mantuvo en el grado 3 de severidad (Tamayo y Giraldo, 2001).

Moho gris de los botones florales y de las flores, moho café de las flores y los frutos: *Botrytis cinerea* Pers ex Fr. Moniliales. Síntomas: las infecciones iniciales provienen de los botones florales, sitio en el cual la enfermedad es muy severa y donde un inadecuado control ocasiona pérdidas de estructuras florales superiores a 50%. Cuando la enfermedad se presenta en los botones florales y en los frutos, se observa un moho de color café claro que afecta los pistilos en la flor ya fecundada. En los frutos recién formados, el moho afecta el pedúnculo y la base del fruto (Tamayo y Bernal, 2001).

Alternativas de manejo: Arismendy y Pineda (1991) encontraron que eliminar la corona floral, entre el día 8 y 12 de haber sido fecundada, permite controlar los hongos *Botrytis* y *Cladosporium* sp. y favorece el incremento en el porcentaje de frutos tipo exportación.

Para el control biológico en productos hortofrutícolas se han descrito diversos hongos: *Trichoderma* spp., *Coniothyrium* spp., *Gliocladium* sp., *Mucor* spp., *Penicilium* spp., *Verticilium* spp. También se han evaluado algunas bacterias y nematodos, como antagonistas de *Botrytis cinerea*.

Moho negro de los botones florales: *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.: Fr) Lind. Mucorales. Síntomas: el hongo ataca los pedúnculos y las flores desde su formación; en los pedúnculos que sostienen los botones florales ocasiona una lesión

color café que avanza por la corona produciendo la caída del botón y en las flores recién abiertas, observándose un micelio de color negro.

Alternativas de manejo: la regulación de la humedad relativa, mediante prácticas como distancias de siembra adecuadas y deshojes periódicos que permitan la aireación del cultivo, es la más importante medida de control, al igual que para *Botrytis*. Para el control de la enfermedad también pueden utilizarse los fungicidas a base de Carbendazim (Derosal®, Bavistín®, Curacarb®) en dosis de 1,0 cc L⁻¹, Benomyl (Benlate®) en dosis de 0,5 g L⁻¹ y Clorotalonil (Control 500®) 2,4 cc L⁻¹, aplicados en rotación (Tamayo y Bernal, 2001).

Enfermedades causadas por nemátodos

Nemátodos del nudo: *Meloidogyne incognita*

Síntomas: el nemátodo predispone las plantas a infecciones por *Fusarium*, *Alternaria*, *Phytophthora*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium* y otras. Este nematodo se adapta a las temperaturas del suelo. Las larvas penetran la raíz y con sus estiletes perforan las paredes de las células e inyectan secreciones de sus glándulas esofágicas. Estas secreciones causan un agrandamiento en el cilindro vascular. Las hembras están completa o parcialmente incrustadas en la raíz del hospedero.

Alternativas de manejo: el control de *Meloidogyne* sp. debe ser preventivo, en las etapas de semillero y almácigo. Se debe desinfectar el suelo mediante el método de solarización húmeda o mediante el tratamiento químico con Basamid (Dazomet®) en dosis de 40 a 60 g m⁻² (Tamayo y Morales, 1999). Para el control de nemátodos se utiliza Carbofurán al momento de la siembra en dosis de 60 g/planta y luego, la misma dosis, cada 6 meses durante el primer año; la dosis se incrementa a 100 g/planta cada 6 meses, a partir del segundo año (Bernal, 1990).

La aplicación al suelo de algunos aislamientos de los hongos antagonistas como: *Verticillium clamidosporium*, *Phaeoilmomyces lilacinus*, *Metarhizium anisoplae* y *Beauveria bassiana*, ha logrado reducir las poblaciones de nemátodos del género *Meloidogyne* spp. (Tamayo et al., 1999).

También se han encontrado nemátodos predadores, tales como *Mononchus*, *Mononchoides* y *Anatonchus* (Berrío y Viví, 1997).

Enfermedades causadas por virus

Virus de la hoja morada, anillado de la fruta: Virus alargado y flexuoso (SMV)

Síntomas: Tamayo y Morales (1999) describen que la virosis aparece en las hojas con lesiones en forma de estrella, las cuales a medida que crecen, se extienden a lo largo de las nervaduras y venas de las hojas, llegando a cubrir hasta formar grandes manchas moradas, púrpuras o rojizas, muy similares a los daños ocasionados por escaldadura o golpe de sol. En las hojas se observa clorosis, epinastia y nervaduras pigmentadas. Los insectos *Aphis gossypii* y *Toxoptera citricida* son vectores de la enfermedad (Chávez *et al.*, 1999), lo mismo que Coleópteros y Chrisomelidae (Morales *et al.*, 2001).

Alternativas de manejo: aún no se han encontrado productos químicos para el control de las enfermedades vírales. El control de este tipo de enfermedad debe ser de tipo preventivo, utilizando material vegetal libre de virus. Una de las prácticas más importantes y sencillas es desinfectar las herramientas utilizadas en el cultivo, con hipoclorito de sodio. Se deben controlar vectores y mantener sólo arvenses nobles. En caso de encontrarse una planta con los síntomas se debe eliminar inmediatamente (Tamayo y Morales, 1999).

El manejo de problemas de plagas y enfermedades debe ser enfrentado mediante la realización de labores culturales oportunas, desyerbas, podas, deshojes, conducción, entre otras; labores que se deben integrar al control químico y biológico.

Control biológico

El interés por estos métodos de control crece a medida que aumentan las regulaciones y las restricciones en el uso de plaguicidas y no se visualizan otras alternativas para el control de fitopatógenos. El control biológico se implementa mediante el uso de parasitoides, depredadores y entomopatógenos. Estos organismos están presentes o llegan a los cultivos en busca de aquellas plagas que son sus huéspedes y presas, los atacan en sus diferentes estados de desarrollo y de esa manera evitan que incrementen su población y que causen daños económicos. Para utilizar eficientemente este recurso, es indispensable conocerlo, evaluarlo y adoptar mecanismos que refuercen su actividad reguladora (García, 2000).

Desórdenes fisiológicos

En granadilla, los desórdenes fisiológicos más reportados son: golpe de sol, caída de estructuras florales, cuarteamiento de los frutos y daños por heladas (Bacca, 1987; Bernal, 1990).

Golpe de sol

El golpe de sol se produce cuando los frutos son expuestos a un estrés por exceso de radiación. En este tipo de daño, los tejidos, por una rápida desecación, adquieren una apariencia parda oscura, cuya coloración contrasta con la corteza sana: posteriormente, se presentan vesículas superficiales (figura 6).



FIGURA 6. Daños por golpe de sol en fruto en estado de maduración.

La aparición de zonas deprimidas, que generalmente son de color blanco grisáceo en los frutos verdes y de un tinte amarillento en los frutos maduros deterioran la apariencia física y la calidad final del fruto. Para disminuir el efecto de este tipo de fenómeno se recomiendan las siguientes labores culturales: regular el follaje mediante deshojes moderados, realizados periódicamente, reorientar, conducir o distribuir las ramas sobre la estructura del cultivo, para disminuir la exposición directa de los frutos a la radiación.

Caída de estructuras florales

Este problema ha sido descrito en cultivos expuestos a estrés hídrico por períodos prolongados, en las épocas de prefloración, floración y en la etapa de cuajamiento del fruto, estados que son altamente exigentes en agua. La caída de estructuras florales del cultivo también ha sido asociada con deficiencias nutricionales, tanto de elementos mayores (P y K) como menores (Ca y B). La presencia de plagas, como la mosca de los botones florales y la mosca de las frutas, también se relaciona frecuentemente con esta alteración.

Para el manejo de la caída de estructuras florales es necesario que técnicos y productores en forma conjunta desarrollen labores de diagnóstico que permitan determinar la causalidad del problema y diseñen estrategias para disminuir su impacto.

CuarTEAMIENTO de frutos

El cuarteamiento de los frutos de granadilla ha sido asociado con el desbalance hídrico en la planta manifiesto en el fruto y los cambios bruscos de temperatura (Bacca, 1987). Un rajado más profundo de la corteza del fruto también ha sido asociado con deficiencias nutricionales de aquellos elementos relacionados con la formación de las estructuras de las paredes y membranas celulares, principalmente Ca y algunos transportadores como K y B, en sus diferentes interacciones durante los procesos metabólicos (Azcón-Bieto y Talón, 1996).

Manejo de arvenses

El principal periodo de competencia de arvenses en el cultivo de la granadilla se presenta desde la siembra hasta los diez meses de establecido el cultivo (Castro, 2001), razón por la cual se recomienda realizar tres limpiezas, una cada 3 meses, desde el trasplante hasta cuando las plantas se hayan extendido sobre el emparado y proporcionen sombra debajo de él. Después de establecido el cultivo la competencia de las arvenses disminuye notablemente y las limpiezas se deben realizar de acuerdo con la infestación que se presente (Polanía, 1983).

Cosecha, poscosecha y agroindustria

Después del trasplante de las plántulas, los primeros pases de cosecha se presentan entre 9-10 meses (Bacca, 1987; Tamayo *et al.*, 1999) y la máxima producción del primer ciclo se alcanza tres meses después. El momento de la

cosecha es determinado por diferentes variables como: el tiempo transcurrido entre la floración y la cosecha (entre 70 y 80 días) y el porcentaje de maduración de la fruta (indicador más utilizado), criterios que pueden ser aprovechados por el agricultor para planear las actividades y aproximarse a una determinación de los momentos de cosecha. Castro (2001) y Hoyos y Gallo (1987) consideran que la madurez comercial se alcanza cuando el fruto tiene 75% de color amarillo y 25% de color verde. Los atributos de la granadilla que más se valoran en el mercado europeo son en orden de importancia: el sabor, la apariencia, la accesibilidad, la disponibilidad y el carácter exótico de la fruta; así mismo variables como el ingreso y la edad influyen la decisión de compra, pues a medida que aumenta el ingreso hay mayor propensión por ensayar frutas exóticas.

La norma técnica ICONTEC NTC 4101 estableció una tabla de colores de apoyo para determinar el porcentaje de maduración de la granadilla. La interpretación de los colores se presenta en la tabla 5.

TABLA 5. Interpretación visual de la madurez y algunos parámetros bioquímicos.

Color	Interpretación	Grados Brix mínimos	Grados Brix máximos	% ácido cítrico mínimo	% ácido cítrico máximo
0	Fruto de color verde oscuro bien desarrollado	12,9	14	0,46	0,70
1	El color verde pierde intensidad y aparecen leves tonalidades amarillentas	13,1	14,1	0,40	0,56
2	Aumenta el color amarillo en la zona media del fruto y permanece el color verde en la región cercana al pedúnculo y a la base del fruto	13,5	14,3	0,38	0,52
3	Predomina el color amarillo que se hace más intenso, manteniéndose verde la zona cercana al pedúnculo y a la base	13,5	14,4	0,32	0,46
4	El color amarillo ocupa casi toda la superficie del fruto, excepto pequeñas áreas cercanas al pedúnculo y a la base, en donde se conserva el color verde	14,1	15,2	0,30	0,44
5	El fruto es totalmente amarillo	14,2	15,3	0,29	0,41
6	El fruto presenta coloraciones anaranjadas y tonalidades rojizas	14,7	15,5	0,28	0,38

Fuente: ICONTEC (1997).

La característica de fruta climatérica de la granadilla, facilita recolectar el fruto dependiendo de las necesidades del mercado y permite al productor tomar decisiones para la venta. Si el precio de compra está muy bajo, el productor puede dejar madurar la granadilla adherida a la planta hasta cuando alcance un mejor precio. Castro (1997) indica que con una maduración del 25%, la fruta puede permanecer en la planta hasta 45 días.

Estimativos de producción

Con anticipación, es factible estimar los volúmenes de la cosecha de granadilla, información que es útil para determinar el número de recolectores y el empaque requerido. Según Castro (2001), los estimativos de cosecha se determinan:

- Seleccionando al azar 7% del total de cuadros a cosechar.
- Contando el número de granadillas de cada cuadro.
- Calculando el promedio de granadillas por cuadro.
- Multiplicando el promedio por cuadro, por el número total de cuadros del lote.

La granadilla se produce especialmente en los meses de febrero-marzo y octubre-diciembre, aunque hay disponibilidad durante casi todo el año de la fruta gracias al alto nivel de tecnificación de los cultivos y al buen drenaje natural de la topografía donde se localizan, aunque con algunas excepciones como Antioquia (CCI, 2001).

Recolección de la fruta

Como preparativo para la cosecha, Saldarriaga (1998) recomienda aplicar fungicidas, como Tiabendazol $0,5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ de agua, más $5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ de hipoclorito de sodio, el día anterior a la cosecha, como medida preventiva del ataque de hongos. Debido a la heterogeneidad en la aparición de las flores y al proceso de maduración de la fruta, la recolección puede durar varios días, incluso, semanas. El análisis de la información obtenida en fincas seleccionadas del norte del Valle del Cauca, indica que en promedio se requieren 4,7 jornales por tonelada de fruta recolectada, es decir, un trabajador recolecta 17,3 cajas por día en promedio. De un total de 196 jornales que se requieren cada año para las distintas labores de manejo de la granadilla, 30,2% son para la recolección.

La recolección debe hacerse manualmente, aplicando presión con los dedos sobre el tercer nudo, en la parte superior del cáliz. Los operarios deben tener las uñas cortadas, las manos desinfectadas y deben evitar tocar la fruta con la mano para no retirar el recubrimiento natural que la protege; la pérdida de esta cutícula cerosa facilita el deterioro de la fruta y la pérdida de su calidad; algunos productores utilizan guantes de lana para coger el fruto y así evitar el rayado (Castro, 2001).

El fruto desprendido se deposita en la caja de cartón y se ordena de forma que los pedúnculos vayan todos en la misma dirección para evitar que roce la cáscara de otras frutas y se produzca rompimiento de la epidermis y la corteza (Cerdas, 1995). Entre tendido y tendido se coloca una capa de papel para proteger el fruto (Castro, 2001). No se deben colocar más de tres tendidos para evitar el deterioro de la fruta (Cerdas, 1995). Los indicadores de productividad se muestran en la tabla 6.

TABLA 6. Indicadores de productividad de la granadilla a través del tiempo, en fincas seleccionadas del norte del Valle del Cauca.

Año	t ha ⁻¹	kg/planta
1	2,00	4,0
2	16,41	33,2
3	15,64	31,6
4	12,03	24,3
5	10,01	20,3
6	6,07	12,3

Clasificación de la granadilla

Con la clasificación de la fruta se propone dar uniformidad a las diferentes categorías.

En los mercados se tienen establecidas cuatro categorías: exportación, primera, segunda y tercera. Castro (2001) clasifica la granadilla en tres categorías y recomienda utilizar anillos de medición hechos con un trozo de cartón, el cual se perfora de acuerdo con las medidas correspondientes:

- Fruta de primera: diámetro mayor de 66 mm y defectos o manchas en la cáscara entre 5 y 10%.
- Fruta de segunda: diámetro entre 61 y 65 mm y defectos o manchas en la cáscara entre el 5 y el 10%.
- Fruta de tercera: diámetro menor de 60 mm.

La norma ICONTEC NTC 4101 no considera el calibre, ni el color para la clasificación:

Categoría extra: la granadilla debe cumplir los requerimientos generales definidos en la normatividad NTC 4101 y estar exenta de todo defecto que desmerite la calidad del fruto.

Categoría I: la granadilla debe cumplir los requerimientos generales definidos en los requisitos generales de la normatividad NTC 4101, pero se aceptan ligeros defectos en el color y cicatrices ocasionadas por insectos y/o ácaros, en una proporción no mayor del 10% del área total del fruto.

Categoría II: Comprende la granadilla que no puede clasificarse en las categorías anteriores, pero cumple los requisitos generales definidos en la normatividad NTC 4101. Defectos en el color, rugosidades en la cáscara, ausencia de cera, cicatrices superficiales ocasionadas por ácaros, no deben exceder 20% del área del fruto.

Empaque de la granadilla

El empaque es uno de los factores que más incide sobre la calidad del producto. El más utilizado por los productores es la caja tipo manzanera, la cual tiene una capacidad promedio de 115 granadillas y alcanza un peso neto de 13 kg, considerando un peso promedio por granadilla de 113 g. La caja granadillera con dimensiones de 30 x 28 x 50 cm, con una capacidad de 10 a 12 kg, aunque menos utilizada, ofrece mejores condiciones para la conservación del fruto. La fruta tipo exportación se empaqueta en cajas de cartón, con dimensiones externas 40 x 30 cm o 50 x 30 cm con alvéolos de plástico o pulpa reforzada (Hoyos y Gallo, 1987; ICONTEC, 1997).

Almacenamiento y transporte

El almacenamiento de la fruta se inicia en la finca, donde generalmente permanece durante un día después de la cosecha (Saldarriaga, 1998). La cás-

cara de la granadilla, dado que posee una corteza dura, se conserva en perfectas condiciones durante periodos relativamente largos (Sandoval *et al.*, 1985). Se recomienda no exceder el almacenamiento más de 30 días a una temperatura de 6 a 7°C y una humedad relativa de 90% (Bacca, 1987; Castro, 1997). El pH, la dureza, los sólidos solubles y las características organolépticas no son alterados durante el almacenamiento (Muñoz y Restrepo, 1989).

Los frutos deben permanecer en canastillas sobre estibas de madera ó plástico en un lugar bien aireado, iluminado y limpio. El almacenamiento en cámaras frigoríficas se realiza con humedad relativa de 85-90%, la cual permite una conservación de 3-4 semanas. El contenido de etileno al interior de la fruta varía entre 466-530 ppm de acuerdo con el estado de madurez. La granadilla se reporta como una fruta generadora de etileno, aprovechando esta característica se deja almacenada por 3 o 4 días hasta que adquiera la coloración y alcance sus máximas propiedades sensoriales (tabla 7).

TABLA 7. Características y condiciones recomendadas para el almacenamiento.

Temperatura de almacenamiento (°C)	Humedad relativa (%)	Producción de etileno	Susceptibilidad al etileno	Vida de almacenamiento aproximado
10	85-90	Alta	Moderadamente susceptible	3-4 semanas

Fuente: Cantwell, 2001.

La refrigeración permite las menores pérdidas de fruta hasta los 20 días, pero hasta los 40 días, las condiciones ambientales constituyen el mejor medio de conservación. El tratamiento químico con tiabendazol es el mejor para la protección contra patógenos.

La granadilla almacenada a temperaturas de 5 y 17°C incrementa su actividad respiratoria sobre los valores iniciales de 80 y 11 mg kg⁻¹ h⁻¹ de CO₂, respectivamente, hasta un valor de 145 mg kg⁻¹ h⁻¹ de CO₂ durante los primeros 5 días; luego tiene un comportamiento descendente que alcanza valores cercanos a los iniciales alrededor de los 20 días del almacenamiento. El modelo de decisión elaborado por Toro *et al.* (2002) para determinar los productos que reúnen las mejores condiciones para un desarrollo regional competitivo en el Valle del

Cauca, teniendo en cuenta: mercados, análisis de la competencia, rentabilidad, disponibilidad de tecnología, disponibilidad agroecológica y experiencia productiva, indica que la granadilla tiene un coeficiente de competitividad relativamente alto.

Mercado internacional de la granadilla

La granadilla colombiana se vende en los mercados europeos en cajas de 10, 12, 16, 17, 18, 20 y 24 unidades. Holanda y Alemania son los principales mercados de granadilla colombiana (25,4% y 18,1% del volumen total de la exportación nacional, respectivamente) con una tasa de crecimiento anual promedio de 26,0% y 29,4%, respectivamente, entre 1997 y 2000 (CCI, 2001). Los otros mercados son Francia (5,8%), Reino Unido (5,1%) y España (4,7%). En el año 2000, las exportaciones del país fueron 569,65 t (Toro *et al.*, 2002).

La tendencia a la baja de los precios parece ser consecuencia de los altos precios de la fruta en el mercado minorista, que incide directamente en las decisiones del consumidor y desincentiva la compra de la granadilla. Estos altos precios son consecuencia del precio de importación y de los mayores costos de la distribución, por tratarse de pequeños volúmenes y por las pérdidas que se presentan debido a la baja rotación de los productos (CCI, 2003).

Literatura citada

- Arismendy, N. y D.A. Pineda. 1991. Incidencia en la eliminación de la corona floral en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) y su incidencia en la calidad del fruto. Convenio de Sanidad ICA-Secretaría de Agricultura. Medellín, Colombia.
- Azcón-Bieto, J. y M. Talón. 1996. Fisiología y bioquímica vegetal. McGraw Hill Interamericana, Madrid.
- Bacca, H. 1987. El cultivo de la granadilla *Passiflora ligularis*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Cúcuta, Colombia.
- Bernal, J.A., A.E. Bustillo, R. Muñoz y R. Navarro. 1986. Informe sobre una visita a cultivos de granadilla en UrraoAntioquia. pp. 45-66. En: Bedoya, A. (compilador). I Seminario Nacional de la Granadilla. Secretaría de Agricultura de Antioquia, Urrao, Colombia.
- Bernal, J. y P. Tamayo. 1999. Informe de la visita a municipios productores de granadilla del Departamento de Caldas. Regional 4, CORPOICA, Rionegro, Colombia.

- Bernal, J. 1990. El cultivo de la granadilla *Passiflora ligularis*. pp. 153-163. En: Memorias Primer Simposio Internacional de Pasifloras. Palmira, Colombia.
- Bernal, J.A. 1999. Plagas y enfermedades de la granadilla (*Passiflora ligularis*). División de sanidad vegetal, Rev. ICA, 29-36.
- Berrio, A.M. y J.I. Viví. 1997. Monografía sobre aspectos de pre cosecha, poscosecha y mercadeo del cultivo de la granadilla en el Departamento del Quindío. Armenia, Colombia. pp. 58-102.
- Cardona, W. y J.A. Bernal. 1993. Manejo del semillero y el almácigo en el cultivo de la granadilla. Boletín técnico. Instituto Colombiano Agropecuario; Secretaría de Agricultura, Medellín, Colombia.
- Castrillón G., J.D. 1992. Etiología de la enfermedad llamada ojo de pollo en la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) a nivel de invernadero. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Castro, J.J. 1997. Producción, cosecha y manejo poscosecha de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). pp 1-7. En: II Congreso Internacional de Manejo Poscosecha de Frutas y Hortalizas. Universidad de La Molina, Lima.
- Castro, L.E. 2001. Guía básica para el establecimiento y mantenimiento del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis*). ASOHOFRUCOL; Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola, Bogotá.
- Castro, J.J. 1995. Prácticas agronómicas para granadilla en la zona de Los Santos Costa Rica. Boletín del Laboratorio de Tecnología Poscosecha (Costa Rica) 2(3), 4-6.
- CCI, Corporación Colombia Internacional. 2001. Precios Internacionales de la granadilla colombiana en la Unión Europea. Precios Internacionales 36. En: Inteligencia de Mercados, www.cci.org.co; consulta: marzo de 2008.
- Cerdas, M.M. 1995. Algunas recomendaciones para el manejo poscosecha de granadilla (*Passiflora ligularis*). Boletín Laboratorio de Tecnología Poscosecha (Costa Rica) 2(3), 2-3.
- Chávez, L.B., F. Varón, F. Morales, M. Castaño y G. Gálvez. 1999. Reconocimiento, transmisión y hospederos de patógenos virales del maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) en Colombia. Fitopatol. Colomb. 23(1), 24-31.
- DANE. 2008. Cálculos. En: Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, <http://www.dane.gov.co>; consulta: febrero de 2008.

- Fischer, G. 1990. Ecophysiological aspects of fruit growing in tropical highlands. *Acta Hort.* 531, 91-98.
- Fischer, G. 2000. Ecofisiología en frutales de clima frío moderado. pp. 51-59. En: III Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. CDTF, Manizales, Colombia.
- García, R.F. 2000. Control biológico de plagas MIP. Programa nacional de manejo integrado de plagas. CORPOICA; PRONATTA, Litotamara, Palmira, Colombia.
- Hoyos, E. y F. Gallo. 1987. Manejo precosecha, cosecha y poscosecha de granadilla y lulo. pp. 57-63. En: Reunión Técnica de la Red Latinoamericana de Frutas y Hortalizas. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manizales, Colombia.
- Cantwell, M. 2001. Características y condiciones recomendadas para el almacenamiento por tiempo largo de frutas y hortalizas frescas. En: *Postharvest Technology*, http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/storage/span_dg.shtml; consulta: marzo de 2008.
- ICA; CORPOICA. 1994. Frutas tropicales. Plan de Capacitación a Extensionistas, CRECED Tolima Centro, Programa de frutas tropicales, C.I. Nataima, CORPOICA, Colombia.
- ICA. 2000. Manejo de plagas con tecnología MIP. Boletín de Sanidad Vegetal 29. División de Sanidad Vegetal, ICA, Produmedios, Bogotá.
- ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 1997. Frutas frescas granadilla NTC 4101. Bogotá.
- Martínez, J.A. y C.H. Urrego. 1995. Evaluación de biocontroladores para la secadera (*Nectria haematococca* Berk. & Br.) en la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.), durante las etapas de germinador y almácigo. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Morales, F., I. Lozano, C. Muñoz, M. Castaño y F. Arroyave. 2001. Caracterización molecular de los virus que afectan el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) y otras passifloras en Colombia. *Fitopatol. Colomb.* 25(2), 99-102.
- Muñoz, A. y A.M. Restrepo. 1989. El tratamiento químico y térmico en la conservación de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Palomino, M. y F. Restrepo. 1991. Síntomas de deficiencias nutricionales en el cultivo de la Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Polanía, T.M. 1983. Algunos aspectos sobre el cultivo de la granadilla. *Rev. Esso Agrícola* 40(2), 18-24.

- Rivera, B., D. Miranda, L. Ávila y A. Nieto. 2002. Manejo integrado del cultivo de la granadilla *Passiflora ligularis* Juss. Ed. Litoas, Manizales, Colombia.
- Saldarriaga, R.L. 1998. Manejo post-cosecha de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Serie de paquetes de capacitación sobre manejo post-cosecha de frutas y hortalizas 7. Convenio SENA Reino Unido, Armenia, Colombia.
- Sandoval, G., R. Santacruz y A. Vera. 1985. La granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Boletín Informativo Frutales Tropicales 6, 49-75.
- Tafur, R., J.C. Toro, J.J. Perfetti, D. Ruiz y J.R. Morales. 2006. Plan frutícola nacional de Colombia. Corporacion Colombia Internacional, Cali, Colombia.
- Tamayo, P.J., B. Giraldo y J.G. Morales. 1999. Enfermedades en semilleros y almácigos de granadilla. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 52(2), 773-779.
- Tamayo, P.J. y J.A. Bernal. 2001. El mal de hilachas y los mohos de la granadilla (*Passiflora ligularis*). Rev. ASCOLFI Informa 27(5), 33-35.
- Tamayo, P.J. y J.B. Giraldo. 2001. Control químico del mildew blanco *Ovulariopsis* sp. de la Granadilla y la Curuba. Hojas de Sanidad Vegetal 22, 13-14.
- Tamayo, P.M. y J.G. Morales. 1999. Manejo agronómico y fitosanitario de semilleros y almácigos de granadilla, CORPOICA, Rionegro, Colombia.
- Tamayo, P.J. 1999. Estudio para el control de la secadera (*Nectria haematococca* Berk. & Br.) de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.): evaluación de patrones existentes y prácticas de manejo integrado. Informe técnico, CORPOICA; PRONATTA; URRAO, Rionegro, Colombia.
- Toro, J.C., R. García y H. Rodríguez. 2002. Análisis y proyección del subsector frutícola del Valle del Cauca. pp. 26-27. En: Memorias Seminario Perspectivas de la Producción Ecológica para Productos Hortofrutícolas. Fundación Centro de Investigación Hortofrutícola de Colombia, Roldadillo.
- Torres, R.E. 1995. Agrometeorología. Trillas, México D.F.
- Universidad de los Andes. 1994. Granadilla (*Passiflora ligularis*). pp. 176-178. En: Análisis Intersectorial del Sector Hortofrutícola para Colombia. Corporación Colombia Internacional, Bogotá.
- Villalpando, J. y A. Ruiz. 1993. Observaciones agrometeorológicas y su uso en la agricultura. Limusa, México D.F.

Manejo integrado del cultivo de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.)

Integrated management of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.) crop

YANETH JIMÉNEZ¹, CARLOS CARRANZA² Y MARLON RODRÍGUEZ³

Resumen

La gulupa es una planta nativa del Brasil y se ha distribuido ampliamente en los países andinos. El fruto es muy apetecido para el consumo en fresco debido a su sabor y aroma, también se emplea procesado y para fines medicinales. La gulupa es una enredadera que inicia producción a los 8 meses después de su establecimiento. Las altitudes adecuadas para el desarrollo del cultivo están entre los 1.400 y 2.200 msnm. Los suelos aptos para este cultivo son de textura franco arenosa y con buen drenaje. Se propaga principalmente de forma sexual, cada fruto contiene un promedio de 150 semillas. Las densidades de siembra oscilan entre 400 a 1.000 plantas/ha y por su hábito de crecimiento se debe utilizar un sistema de soporte o tutorado, ya sea en forma de espaldera o en emparrado. Se realiza una poda de formación para seleccionar los mejores tallos que dan estructura a la planta, posteriormente se hacen podas de mantenimiento y de producción. La principal plaga del cultivo es la mosca de las frutas *Anastrepha* sp. y la enfermedad más limitante es la roña *Cladosporium herbarum* que deteriora la calidad de los

¹ Especialista en Horticultura, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: ingyannisjimenez@yahoo.es

² Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: cecarranzag@unal.edu.co

³ Investigador Grupo de Horticultura, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: mhrodrigueza@gmail.com

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 pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

frutos para comercializar. Con un buen manejo una plantación puede producir hasta máximo 4 a 5 años, con rendimientos hasta 20 t o más por hectárea y año. La gulupa es la tercera fruta de exportación en Colombia, después del banano y la uchuva, se comercializa a través de exportadoras a países como Alemania, Holanda, Bélgica, Inglaterra, Francia, Suecia y Canadá, entre otros.

Palabras clave: fruta tropical, planta enredadera, tutorado, *Cladosporium*.

Abstract

Purple passion fruit is native to Brazil and has been distributed extensively in Andean countries. The fruit is very appetizing for fresh consumption due to its flavor and aroma; also it is employed for processing and medicinal uses. Purple passion fruit is a climbing plant which initiates production at 8 months after being established in the culture. The suitable altitudes for plant development are between 1,400 and 2,000 m a.s.l. The recommended soils for this crop are of sandy texture with a good drainage. Propagation is done, mainly, by seeds and each fruit contains 150 seeds on average. Planting densities are ranged between 400 and 1,000 plants/ha and, for being a climbing plant, it is necessary to utilize a trellis or espalier system. Pruning of the best shoots is employed to give a structure to the plant, after that production pruning and maintenance pruning are realized. The principal pest plague of the culture is the fruit fly *Anastrepha* sp. and the most limiting fungus is *Cladosporium herbarum*, which deteriorates fruit quality for commercialization. With a good management crop can last maximum from 4 to 5 years with yields up to 20 t or more per hectare and year. The purple passion fruit is the third ranked fruit for export in Colombia, after banana and cape gooseberry, and is commercialized through export companies to the countries, such as Germany, The Netherlands, Belgium, England, France, Sweden, and Canada, among others.

Key words: tropical fruit, climbing plant, espalier, *Cladosporium*.

Introducción

Las pasifloras en Colombia se constituyen en un renglón de importancia dentro del sector frutícola, ya que por su diversidad podría ofrecer por lo menos cinco especies de valor comercial con destino al mercado nacional e internacional. Dentro de este grupo se encuentra la gulupa *Passiflora edulis* Sims. (syn. *Passiflora edulis* var. *edulis*) que ha tenido un auge en los últimos años

aumentando significativamente su área cultivada. Su producción se concentra principalmente en los departamentos del Huila, Valle del Cauca, Magdalena, Cundinamarca y Santander. Estas explotaciones corresponden básicamente a economías campesinas y cuyas actividades son realizadas con mano de obra familiar. Actualmente no se posee un dato exacto del área sembrada a nivel nacional, pero datos no oficiales la aproximan a 700 ha y se espera para los próximos tres años un incremento entre el 30 al 40% del área sembrada (O. Gordillo, comunicación personal, 2007). A pesar de ser una fruta poco consumida en el mercado nacional, se ha ubicado entre las principales frutas exóticas de exportación a Europa después del banano y la uchuva.

Aunque la gulupa es un frutal promisorio y apetitoso por sus características organolépticas de sabor y aroma (es más dulce que el maracuyá), son muy pocas las investigaciones en Colombia acerca de su comportamiento, fenología, ecofisiología y genética, que permitan obtener mayores producciones.

Debido a su sabor y aroma, el fruto es muy apetecido para el consumo en fresco, en jugo o ensaladas (sin retirar las semillas) y la pulpa cernida puede utilizarse para hacer gelatinas, mermeladas, salsas, cócteles y helados. Para fines medicinales, la gulupa tiene propiedades como tranquilizante, controla la tensión y es antiespasmódico.

Origen y taxonomía

Las especies del género *Passiflora* se consideran originarias de la región amazónica, aunque crece de forma silvestre en un área que abarca desde el sur de Colombia hasta el norte de Argentina, Uruguay y Paraguay; las distintas variedades están adaptadas a regímenes más o menos tropicales. A lo largo del siglo XIX las variedades de utilidad gastronómica se introdujeron con éxito en Hawaii, Australia y otras islas del Pacífico sur. Las condiciones climáticas favorables hicieron que la planta se adaptara rápidamente; si bien en Hawaii la explotación comercial no tuvo verdadero impulso hasta mediados del siglo XX, la planta era frecuente en estado silvestre desde hace varias décadas (Nakasone y Paull, 1998; Andesexport, 2006).

El éxito comercial de la producción de gulupa, incitó a Kenia y Uganda a establecer sus cultivos comerciales en los años 1950, sin embargo, ya en 1920, la gulupa había sido introducida a Kenia con este propósito (Griesbach,

1992). Aproximadamente al mismo tiempo en Sudáfrica empezó su cultivo. No es seguro, si fueron estas variedades o las cultivadas en Australia las que se introdujeron en la India a través de Sri Lanka, donde hoy se cultiva de manera predominantemente doméstica (Andesexport, 2006).

Esta especie fue clasificada por el Instituto de Ciencias Naturales (2006) como *Passiflora edulis* Sims., mientras sus nombres comunes son: gulupa, curuba redonda, maracuyá morado, parchita, granadilla, pasionaria, fruta de la pasión, passion fruit (Ocampo, 2005; Robert, 2006). En Cundinamarca también se conoce como cholupa morada (Quevedo, 1989).

Ecofisiología

Las temperaturas menores a 15°C en el día y 10°C en la noche reducen el crecimiento vegetativo y por ende la producción, las temperaturas mayores a 30°C en el día y 25°C en la noche, pueden disminuir la producción de flores (Nakasone y Paull, 1998).

En Colombia las temperaturas óptimas para el cultivo de la gulupa están entre los 15 y 20°C (A. Casas, comunicación personal, 2006). Se debe cultivar en sitios libre de heladas (Morley-Bunker, 1999), sin embargo, según Rice *et al.* (1990) soportaría una helada ligera.

Los cambios en la radiación solar influyen en la productividad y los días nublados reducen el crecimiento y el número de botones florales y apertura de las flores. Períodos cortos (1 a 4 semanas) de luz reducen significativamente la floración y la cosecha (Nakasone y Paull, 1998). El exceso de radiación solar causa daños en el fruto (golpes del sol) y afectan el desarrollo de la planta. Varios autores reportan que se debe clasificar la gulupa y el maracuyá como una planta de día largo porque fotoperíodos largos inducen la floración (Lüdders, 2003), pero Menzel y Simpson (1994), más bien, lo interpretan como una reacción a la cantidad de la radiación solar.

En Colombia la producción de gulupa se ubica entre los 1.400 y los 2.200 msnm ya que a alturas mayores la producción inicia entre los 12 y 18 meses y el tamaño de la fruta es menor (H. Guevara y J. Luna, comunicación personal, 2006).

En las especies frutícolas como las pasifloras en las que la floración y fructificación se presenta todo el año, la precipitación debe estar bien distribuida en todos los meses, especialmente donde no hay facilidad para suministrar

riego adicional. Cuando falta el agua en fases críticas, como la brotación de yemas florales, fecundación, cuajado y llenado, los frutos se quedan pequeños o se caen. Durante el período de floración la lluvia debe ser mínima, ya que cuando el polen se moja se revienta y pierde su función, además se presenta aborto de flores (Nakasone y Paull, 1998; Rivera *et al.*, 2002). Para la gulupa, Lüdders (2003) recomienda zonas con un mínimo de 900 mm de precipitación uniformemente distribuida.

La gulupa se desarrolla en diferentes tipos de suelos, sin embargo, se prefieren suelos con texturas franco arenosas (Morley-Bunker, 1999), pues en estas se presenta buen desarrollo y crecimiento del sistema radical. Los pH aconsejables deben estar entre 6,5 y 7,5. Es necesario contar con buenas condiciones de drenaje, altos contenidos de materia orgánica y baja presencia de sales (Morton, 1987). Debido a que las plantas desarrollan un sistema radical relativamente superficial una zona de profundidad del enraizamiento de unos 80 cm es suficiente (Lüdders, 2003).

Aspectos botánicos de la gulupa

La gulupa es una planta con crecimiento indeterminado, es decir el crecimiento vegetativo y reproductivo ocurren al mismo tiempo, presentando superposición de estados de desarrollo. Angulo (2009) constata que es una planta perenne, semileñosa y trepadora, una enredadera de gran vigor vegetativo.

Raíz

El sistema radical es totalmente ramificado, sin raíz pivotante, superficial, distribuido en un 90% en los primeros 15 a 45 cm de profundidad, por lo que es importante no realizar labores culturales que remuevan el suelo. El 68% del total de las raíces activas se encuentran a una distancia radial de 60 cm del tronco, factor a considerar al momento del suministro de fertilizantes y el riego (García, 2002).

Tallo

El tallo es verde, trepador mediante zarcillos axilares, con un gran vigor vegetativo, son angulosos en plantas jóvenes, glauco y hueco cuando adultas, las ramas jóvenes no presentan pubescencias; el pecíolo de las hojas es glauco, con canales de 2 a 7 cm de largo en la parte superior (Quevedo, 1989).

Zarcillos

Son redondos en forma de espiral, alcanzan una longitud de 30 a 40 cm y se originan en las axilas de las hojas junto a las flores; se fijan al tacto con cualquier superficie y son responsables de que la planta tenga hábito trepador (García, 2002).

Hojas

Las hojas son alternas, trilobuladas, glabras, con bordes aserrulados, lustrosas en el haz, con dos pares de glándulas sésiles de forma circular, con venación actinódroma, con estomas anomocíticos, con ocho nervaduras secundarias, con un limbo entre 12 y 19 cm de largo, y 9 y 16 cm de ancho (figura 1) (Quevedo, 1989).

Flores

Las flores son solitarias, entomófilas, actinomorfas, hermafroditas, con el talamo ensanchado, pedunculadas, con los pedúnculos mayores que los pecíolos; pecíolos cilíndricos, verdes, glabros acompañados de tres brácteas soldadas en la base. Las brácteas son persistentes, con bordes aserrulados, ovaladas con ápices acuminados de 2 a 4 cm de largo y 1 a 3 cm de ancho (Avilan *et al.*, 1989; Menzel y Simpson, 1994).

El cáliz está compuesto por cinco sépalos apendiculados que terminan en un apéndice filiforme; los sépalos alternan con los pétalos; estos son algo menores que los sépalos pero de forma semejante, oblonga, ovada, blancos en la cara superior; corona entámera de origen axial, con bandas transversales de color púrpura en la parte basal, blanca en la parte distal y en sus parte exterior encrespada.

El androginóforo es glabro, verde con puntos de color púrpura; el androceo está conformado por cinco estambres alternos, insertos en el ovario, anteras amarillentas y dorsifijas; el gineceo consta de tres estilos capitados; ovario elipsoide con tres carpelos concrecentes, uniloculado con numerosos rudimentos seminales, bitementados de placentación parietal, colocados sobre un disco anular, verde, glabro, estilos manchados de púrpura y estigmas bicapitados de color verde (figura 1) (Quevedo, 1989).



FIGURA 1. Flor y hojas de gulupa.

La etapa reproductiva se inicia con la aparición de los primordios florales, entre la inserción del pecíolo con el tallo trepador y el sitio donde surge el zarcillo, siendo visible en las ramificaciones de segundo orden en las plantaciones podadas. En la etapa reproductiva el crecimiento del botón floral cubre el período de tiempo desde la aparición del primordio floral, hasta el momento previo a la antésis floral, en donde están las estructuras del perianto cerradas y acompañadas por brácteas persistentes no soldadas en su base (Quevedo, 1989).

La antésis se realiza cuando los lóbulos de la corola abren la fisura intercalicial, con movimiento espiral, acompañados de la corola axial, los estambres y los pistilos, listos para la fecundación, siendo, en este caso, compatible con el polen maduro y estigma de la misma flor (Quevedo, 1989).

Se encuentran tres tipos de flores de acuerdo con la curvatura del estilo; flores con estilo sin curvatura, flor con estilo parcialmente curvo, y flor con estilo totalmente curvo. En las primeras, los estigmas están arriba de las anteras, unidos entre sí formando un ángulo de 90° con relación a la antera, esta flor es indeseable por presentar un órgano femenino estéril tienen una polinización apenas del 5,92%. En las segundas, el estigma se encuentra debajo de las anteras, lo cual facilita la polinización cruzada, presentan el más alto porcentaje de polinización comprendida entre los 70-79%. En las flores con estilo parcialmente

curvo los estigmas se encuentran arriba de las anteras formando con ellas un ángulo de 45°, el órgano femenino de la flor es fértil, se dificulta la polinización cruzada, ya que, cuando el insecto pasa recolectando polen de las anteras, no lo colocan sobre los estigmas (figura 1) (García, 2002).

Al producirse la polinización, al llegar la antésis floral, cambia, rápidamente, el aspecto general de la flor, degradándose las estructuras del perianto (sépalos, pétalos y corola) y del androceo (estambres), siendo cuajados, la mayoría de los frutos, durante la fecundación, dando comienzo a la fase de fructificación (García, 2002).

Los insectos que participan en la polinización son *Xilocopa varipuncta* y *Apis mellifera*. En Colombia no se conocen estudios sobre esta práctica, ni se acostumbra a realizar polinización cruzada con pincel.

Frutos y fructificación

El fruto es una baya, redondo u ovalado con el pericarpio poco grueso y con arilo pulposo de color anaranjado. Tiene entre 4 a 8 cm de diámetro y pesa entre 50 y 60 g, de sabor ligeramente ácido y con buenas cualidades organolépticas de sabor y aroma. Al finalizar la maduración, el pericarpio cambia su color verde a púrpura, y la corteza se vuelve más resistente a la presión exterior (Quevedo, 1989). La parte comestible del fruto es el arilo jugoso que se forma de la corteza (integumento exterior) de las semillas, y su crecimiento comienza 15 días después de la floración alcanzando en unos 65 a 70 días su peso máximo (Lüdders, 2003).

El aroma de la pulpa y del pericarpio glauco se vuelve muy agradable; Liebster (1988) describe su sabor como refrescante y agri dulce que recuerda a una mezcla de frambuesa, durazno y fresa, con un aroma intenso y extraordinariamente exótico. En su madurez fisiológica, el arilo obtiene su consistencia definitiva y las brácteas que acompañan el fruto se tornan amarillentas (figura 2), desprendiéndose del fruto de su unión con el pedúnculo y cayendo al suelo (García, 2002).

Lancashire (2006) reporta que el fruto de gulupa contiene alrededor de 15-20% carbohidratos siendo los principales la fructosa con un 33,5%, la glucosa con un 37,1% y la sacarosa con un 29,4%. Su pH está alrededor de 3 y tiene un alto contenido de ácidos orgánicos, entre los cuales predominan el ácido cítrico con un 13,1%, el ácido málico (3,9%), el ácido láctico (7,5%), el ácido masónico (4,9%), el ácido succínico (2,4%) y el ácido ascórbico (0,05%).



FIGURA 2. Fruto de gulupa en estado fisiológicamente maduro.

El fruto de la gulupa se destaca por su alto contenido en hierro y las vitaminas A, B y C, mientras las grasas y calorías son bajas (tabla 1).

TABLA 1. Componentes del fruto de la gulupa, según Andesexport (2006).

Componente	En 100 g de pulpa fresca
Agua	88,90 g
Proteínas	1,50 g
Grasas	0,50 g
Carbohidratos	11,00 g
Fibra	0,40 g
Cenizas	0,70 g
Calcio	9,00 g
Fósforo	21,00 g
Hierro	1,70 mg
Riboflavina	0,17 mg
Tiamina	0,10 mg
Niacina	0,89 mg
Ácido ascórbico	20,00 mg
Vitamina A	1.730 UI
Calorías	49,00

Las semillas son blancas, al principio; al avanzar el llenado, cambian a negro y son de forma lenticular, aplanada u ovoide, con unos 6 mm de largo. El endospermo contiene dos cotiledones ricos en aceite semiseco. Los frutos contienen en promedio 150 semillas cuyo número varía con el tamaño del mismo.

La fructificación comienza con el estado de diferenciación del fruto, acompañado de su crecimiento, estructuras persistentes como las brácteas y los vestigios del triple pistilo. Durante la diferenciación el pericarpio es blando y de color verde, con puntos blanquecinos sobre su superficie, realizándose el proceso siempre del centro del ovario fecundado hacia el exterior del mismo, sin apreciarse dentro de las semillas recubiertas de arilo. Durante este estado, el fruto obtiene su tamaño definitivo. Al terminar el estado de diferenciación, el fruto entra en estado de llenado. Durante este, en el interior del fruto, las semillas, siguen formándose en el centro del ovario fecundado comenzando a ubicarse definitivamente en el exterior del mismo (García, 2002).

Propagación

La propagación de la gulupa se puede realizar por métodos asexuales (principalmente por estacas o injertos) o sexuales (por semilla). El método de propagación asexual se hace por estacas con una longitud 10 a 15 cm, con 2 a 3 entrenudos, y el uso de auxinas fomenta el enraizamiento (Lüdders, 2003) que a veces es irregular. La gulupa en ocasiones se injerta sobre patrones de *P. edulis* var. *flavicarpa* o *P. caerulea* para mitigar las enfermedades y nematodos que afectan su sistema radical.

Propagación sexual

Todos los tipos de pasifloras pueden propagarse por semilla las cuales deben mantener un estado fresco (menos de un año) porque pierden viabilidad rápidamente.

Se recolectan frutos de un cultivo establecido en una zona con condiciones agroclimáticas similares al sitio donde se va a localizar el nuevo cultivo teniendo en cuenta que la plantación no haya presentado problemas fitosanitarios severos y que haya demostrado buen rendimiento, y que los frutos estén sanos, de buen color, tamaño y peso y sin daños mecánicos (Rivera *et al.*, 2002). Angulo (2009) recomienda extraer las semillas y fermentarlas durante 48 horas, como mínimo (en un recipiente de vidrio), después se lavan con agua limpia

y se frotan hasta que se desprende el mucílago, luego se colocan sobre papel periódico a la sombra para dejarlas secar durante 2 a 3 días y después someterlas a una desinfección con productos específicos para semillas.

El semillero puede construirse en adobes sobre el suelo o en bandejas plásticas cuando se van a sembrar pocas plántulas. El almácigo se debe colocar en soportes para evitar que las raíces entren en contacto con el suelo y se reduzcan los ataques de insectos y enfermedades. Tanto semilleros como almácigos se construyen con un ancho máximo de 1 m y la longitud depende del área a sembrar y la disponibilidad del terreno (Rivera *et al.*, 2002).

Las semillas se siembran en surcos de 2 cm de profundidad, separados cada 5 cm, las semillas se cubren ligeramente con tierra mezclada. Se aconseja sembrar en una mezcla de un sustrato de suelo fértil con algún material orgánico, bien compostado (Angulo, 2009) y desinfectar el sustrato. Es necesario mantener el semillero húmedo y tapado para evitar pérdidas por acción de los pájaros y la aparición de malezas durante la germinación.

Las semillas germinan entre 10 a 20 días después de la siembra, por lo cual se debe observar la germinación y retirar la cobertura en el momento oportuno. Cuando hayan alcanzado una altura de 7 cm, se seleccionan las mejores plántulas para trasplantarlas a las bolsas. Para esto se recomienda utilizar bolsas cafeteras de 15 x 25 ó 15 x 28 cm para un mejor desarrollo de las plantas. Entre 8 y 15 días después del transplante a la bolsa, es aconsejable agregar 15 g de un producto comercial a base de micorrizas (Rivera *et al.*, 2002). Las plantas están listas para llevar al sitio definitivo cuando presentan una altura de 30 cm, aproximadamente, a los 2 meses.

Plantación y tutorado

Siembra

La preparación del terreno se debe hacer por lo menos con 1 mes de anticipación y debe coincidir con la época en que las plántulas estén listas para la siembra definitiva, se recomienda la labranza mínima con el fin de conservar los suelos, prolongar la vida útil del cultivo y mejorar el desarrollo de las plantas. Se propone remover el suelo a una profundidad de 20-25 cm, ya que las raíces son muy superficiales (Rivera *et al.*, 2002). El tamaño del hoyo dependerá de las características físicas del suelo, deben hacerse huecos de 60 x 60 cm en suelos

suelos o de 100 x 100 cm en suelos pesados (Angulo, 2009). Se adicionan 2 kg de materia orgánica bien descompuesta, preferiblemente gallinaza, por cada sitio de siembra.

En Cundinamarca se manejan diferentes distancias de siembra, según el municipio y el agricultor, pero no existen estudios agronómicos, ni económicos de las distintas densidades de siembra. Las distancias de siembra oscilan entre 4,0 y 8,0 m entre plantas y entre 2,5 y 3,0 m entre surcos para una densidad de siembra entre 400 a 1.000 plantas/ha (F. Rey, comunicación personal, 2006). Angulo (2009) menciona densidades de siembra para el sistema de espaldera de 2,5 m (entre surcos) x 6,0 m (entre plantas) (666 plantas/ha) y 2,5 m x 8,0 m (500 plantas/ha), y para el sistema de emparrado de 5 m x 4 m (500 plantas/ha), 5 m x 5 m (400 plantas/ha), 6 m x 6 m (277 plantas/ha) y 7 m x 7 m (204 plantas/ha).

En terrenos quebrados se recomienda realizar un trazado en triángulo o en curvas a nivel aumentando la distancia entre plantas, para permitir la adecuada entrada de luz y mejor ventilación del cultivo y menores humedades relativas, además facilita el desplazamiento de los operarios, el transporte de insumos y de los productos cosechados (Arias *et al.*, 1990).

Tutorado

La gulupa al igual que las demás pasifloras es una planta herbácea y trepadora que necesita un soporte para su desarrollo a fin de que permita mejores condiciones de luminosidad, aireación y protección contra plagas y enfermedades.

Para el cultivo se utilizan principalmente dos sistemas de soporte: espaldera o emparrado. En el sistema de espaldera se colocan postes cada 6 a 8 m en la misma hilera y cada 3 m entre hileras, a fin de que permita mejores condiciones de aireación del cultivo y la realización de prácticas de manejo. En las hileras, uniendo los postes, se colocan tres hilos de alambre liso calibre 12 a lo largo de las hileras. La altura de la espaldera debe ser de 2 m; a 1,20 m del suelo se coloca el primer hilo de alambre, luego los dos restantes a 40 cm entre sí. Este sistema de espaldera, ubicada en la dirección de viento, según F. Rey (comunicación personal, 2006), permite un buen control fitosanitario debido a la aireación, luminosidad y a la facilidad de aplicación de plaguicidas, es económico, de fácil manejo y permite un mejor asocio con otros frutales (figuras 3).



FIGURA 3. Sistema de tutorado en espaldera simple.



FIGURA 4. Sistema de tutorado en emparrado.

La espaldera permite una buena distribución de la plantación y soporta al cultivo (figura 4) en suelos de hasta el 70% de pendiente, mientras que el emparrado no debe utilizarse cuando las pendientes sobrepasen el 40%. Uno de los problemas del sistema de espaldera puede ser la incidencia del llamado golpe de sol debido a que algunos frutos quedan expuestos a los rayos solares, se

dificulta la realización de las llamadas podas de producción que podría afectar la calidad y producción de frutos.

Para el sistema de emparrado tradicional se colocan postes de madera fina de 3 m de longitud, ubicados cada 5 m en la periferia del lote, los cuales se entierran 1 m para una altura efectiva de 2 m. En la parte interna de la estructura se colocan postes de madera ordinaria o guadua cada 10 m. Los postes del borde van unidos por un alambre de púa y otro alambre liso No. 12. El alambre liso calibre 12 se tira horizontal y verticalmente sobre los estacones. Para formar el enmallado o red, se utiliza alambre calibre 16, entrecruzándolo a una distancia de 50 cm entre cada uno.

El sistema de emparrado puede resultar más ventajoso en términos de rendimiento que el sistema de espaldera, facilita todas las labores técnicas que requiere el cultivo y proporciona mayor calidad de fruta pero resulta más costosa su implementación por la cantidad de alambre que utiliza. En sitios con alta ocurrencia de periodos largos de humedades altas, una desventaja de este sistema puede ser que aumente la incidencia de enfermedades por el microclima que se produce debajo del emparrado. Además, se dificulta la aplicación de plaguicidas por el peligro de causar intoxicación en los trabajadores y operarios (García, 2002), si no se tiene las precauciones para este caso.

Angulo (2009) afirma para el tutorado de la gulupa que el emparrado, con un sistema de plantación en cuadrado 5 x 5 m (400 plantas/ha), es el más utilizado actualmente.

El sistema de tutorado en T consiste en una hilera de postes verticales de 2 m de altura, que en la parte superior van provistos de una barra horizontal de 1,20 m de largo, a través de las cuales pasan dos o tres hilos de alambre galvanizado No. 12 (figura 5). Este sistema permite una mayor distribución del follaje, mejorando la eficiencia fotosintética al exponer una mayor superficie de hojas a los rayos solares. Su uso no está muy generalizado por sus elevados costos (García, 2002).



FIGURA 5. Sistema de tutorado en T.

Poda

La poda se basa en el desequilibrio que se produce entre las ramas y el sistema radical de la planta, al reducirse la parte aérea y no la parte radical que permanece intacta. Las plantas tienden siempre a equilibrar la balanza entre fuentes y demandas, formando tallos adicionales y hojas (no incrementan el grosor del tronco) y con ellos también frutos.

Los objetivos principales de la poda son la modificación de bioarquitectura de las plantas al permitir la formación de la ramificación sobre la estructura, la determinación del porte final de la planta manteniendo las plantas sin entrecruzamiento y la modificación del vigor y el aumento de la productividad de las plantas al mejorar la capacidad de brotación del cultivo y el fortalecimiento y engrosamiento de las ramas.

Para la gulupa, dentro de las bondades de la poda para el cultivo, se pueden mencionar:

- Fácil manejo del cultivo, al formar la planta dependiendo de las necesidades particulares y del sistema de soporte utilizado.
- Control fitosanitario preventivo al permitir mejor aireación del cultivo y disminuyendo la humedad relativa.

- Mejorar la calidad de la fruta, mediante la eliminación de ramas improductivas y muy delgadas, dejando solamente las ramas jóvenes y vigorosas.
- Un cultivo dinámico en su brotación estimulando el rebrote de ramas jóvenes y productivas.

Poda de formación

Cuando se realiza el trasplante de las plantas al lugar definitivo, se deben eliminar todos los brotes laterales que emita el tallo principal para así acelerar el crecimiento del mismo guiándolo con una fibra de polietileno hasta llegar al sistema de soporte (Arias *et al.*, 1990).

Cuando la planta llega al primer alambre (en sistema de espaldera) o al enmallado en el sistema de emparrado se realiza un despunte, para estimular el desarrollo de tres yemas laterales las cuales se van orientando, dos en sentido horizontal y una en sentido vertical hasta alcanzar el otro alambre donde se efectúa la misma labor, y de manera similar hasta llegar al tercer alambre donde se dejarán sólo dos tallos en sentido horizontal (F. Rey, comunicación personal, 2006).

Poda de mantenimiento y de producción

Con estas podas se busca regular la distribución de los asimilados, para que estos se dirijan a la producción de estructuras reproductivas y mantener el balance entre las diferentes estructuras de la planta, estimulando el crecimiento de nuevas yemas y manteniendo el cultivo con ramas fuertes, sanas y productivas (Rivera *et al.*, 2002).

La poda de producción y mantenimiento se realiza en las ramas terciarias y cuaternarias, se eliminan las ramas que produjeron, que están enfermas o que son muy delgadas y se espuntan aquellas ramas que son muy largas y no producen, para estimular la floración (Rivera *et al.*, 2002). En general, la poda de producción se realiza después de cada pico de cosecha.

Se debe retirar todo el material de ramas podadas que se encuentren afectados por problemas fitosanitarios, para aplicar posteriormente el pesticida recomendado (Angulo, 2009).

Poda de renovación

Cuando el crecimiento del canopi es muy denso y el alto número de ramas impide realizar correctamente las labores y está causando problemas fitosanitarios, Angulo (2009) recomienda la poda de renovación.

F. Rey (comunicación personal, 2006) recomienda este tipo de poda en plantaciones con buen estado fitosanitario a una edad de unos 4 años, dejando solo el tallo principal y las ramas principales, observándose una rápida emisión de brotes. Una vez realizada la poda de renovación, el manejo del cultivo se establece como si se tratase de un cultivo joven iniciando con las podas de formación (Rivera *et al.*, 2002).

Fertilización y riego

Nakasone y Paull (1998) reportan que para obtener un rendimiento 1.000 kg de fruta se requieren 33 kg ha⁻¹ de fertilizante basado en 10-5-20 (N-P-K). Los porcentajes de extracción por plantas de un año de edad se muestran en la tabla 2. En la tabla 3 se presentan las dosis de aplicación de fertilizantes aproximadas en relación con el estado fenológico del cultivo.

TABLA 2. Extracción de nutrientes por una planta de 370 días de edad y sus frutos, según García (2002).

Elemento	Planta entera (g)	Frutos (g)
Nitrógeno	160,00	30,00
Fósforo	11,60	4,60
Potasio	122,80	49,20
Calcio	100,00	4,43
Magnesio	9,60	2,67
Azufre	16,70	2,70
Cobre	0,13	0,04
Hierro	0,51	0,06
Manganeso	2.810,25	180,15
Zinc	316,95	108,15

TABLA 3. Dosis de aplicación de fertilizantes de acuerdo con su estado fenológico.

Estado de la planta	Días después de la siembra	Cantidad (g/planta)	Producto
Crecimiento	30	30	Urea: 10 g Fósforo: 10 g 15-15-15: 10 g
	75	30	15-15-15
Desarrollo	120	1.000	Materia orgánica (gallinaza, lombricompuesto)
		30	15-15-15
	135	50	10-20-20
	150	50	10-20-20
Floración		15	Agrimins®
	165	70	Urea: 20 g 10-20-20: 50 g
Formación de frutos	180	80	10-20-20: 50 g
			Urea: 20 g Boro: 10 g
Desarrollo de frutos	200	70	10-20-20
	215	70	10-20-20
	230	80	10-20-20
	250	80	10-20-20
	265	80	10-20-20
	280	80	10-20-20
	295	80	10-20-20
Cosecha			10-20-20: 80 g
	310	200	Urea: 20 g Magnesio: 100 g
	325	80	10-20-20
Después de podas	340	100	10-20-20: 80 g
			Urea: 20 g
	365	150	10-20-20: 120 g Agrimins®: 30 g

En caso de una distribución desuniforme de la precipitación anual, se debe irrigar las plantaciones temporalmente debido a que un estrés hídrico puede causar una caída de hojas y una disminución del rendimiento de frutos (Lüdders, 2003). Por otro lado, un exceso de humedad aumenta la humedad relativa dentro de la plantación y la incidencia de enfermedades, por lo cual, también, se recomienda la implementación del riego por goteo.

Control fitosanitario

En los últimos años a nivel mundial el manejo de plagas y enfermedades se ha orientado hacia la producción dentro de sistemas agrícolas que permiten una baja residualidad de elementos químicos y al mismo tiempo son amigables con el ambiente, generando mayores ingresos al agricultor, ya que sus productos pueden acceder a mercados internacionales. Dentro de este esquema las buenas prácticas agrícolas, juegan un papel importante en el manejo fitosanitario del cultivo, teniendo siempre en cuenta que el monitoreo y los datos climáticos son la base para establecer cualquier manejo, el cual se complementa con la combinación racional de estrategias de control como biológicas, químicas (rotación de ingredientes activos), físicas, biotecnológicas y culturales, que permiten mantener las diferentes poblaciones de plagas y patógenos en niveles inferiores a los que producen un daño económico.

Es conveniente igualmente que tanto el agricultor como los proveedores cuenten con la asesoría de un Ingeniero Agrónomo y realicen pruebas anuales de residuos de plaguicidas o que participen en un sistema de control de residuos, organizado por terceros, lo que permite que los resultados sean trazables hasta la finca. Estas pruebas se deben documentar. De otro lado, es importante obtener y actualizar por país a exportar la lista de los productos químicos prohibidos y los límites máximos permisibles de residuos.

Dentro de los problemas fitosanitarios que afectan el cultivo de la gulupa (tablas 4 y 5), se destacan por reducir la producción hasta en un 80%, la roña (*Cladosporium herbarum*), antracnosis (*Colectotrichum gloeosporioides*) y la mosca de las frutas (*Anastrepha* spp.) los cuales deterioran la calidad del fruto haciéndolo perder su valor comercial.

TABLA 4. Plagas asociadas al cultivo de gulupa en Colombia.

Plagas	Síntomas/daño	Control
Tierreros o trozadores (<i>Agrotis ipsilon</i>)	Cortan las plántulas por encima del suelo; las larvas se alimentan en horas de la noche de raíces y tejidos jóvenes	Aplicación de Lorsban® 4 E (Clorpirifos) en dosis de 2 cm ³ L ⁻¹ ; preparación de cebos tóxicos que se aplican en los focos, alrededor de la base de la planta en horas de la tarde
Chiza (<i>Ancognatha scarabeoides</i>)	Las larvas atacan las raíces, en el estado adulto, consumen los cogollos y raspan los frutos demeritando su calidad	Utilizar plantas de luz para la captura de adultos. Realizar desinfección de suelos antes de la siembra.
Gusano cosechero (<i>Agraulis</i> sp.)	Ataques gregarios muy localizados; comen y esqueletizan brotes y hojas jóvenes	Se puede controlar en forma manual; uso de productos biológicos, químicos (sistémicos o contacto)
Arañita roja (<i>Tetranychus</i> sp.)	Se localizan generalmente en el envés de la hoja causando amarillamiento y si el ataque es fuerte causan defoliación; se presenta generalmente en época de sequía o de veranos prolongados	Mantener buena humedad en el cultivo; aplicar acaricidas, dirigidos al envés de la hoja
Mosca de la fruta (<i>Anastrepha</i> sp.)	La hembra oviposita a través de la corteza, colocando sus huevos en la pulpa; se observa arrugamiento de frutos y ocasiona caída de los mismos; otras veces no caen pero pierden su valor comercial	Inspecciones periódicas al lote; uso de trampas
Trips (Thysanoptera: Thripidae)	Se observan deformaciones de hojas jóvenes, daño en la corteza de los frutos en sus estados iniciales de formación. Hay presencia de insectos activos en flores hojas jóvenes y frutos	Control químico con piretroides aplicando cada 8 días cuando inicia la formación del fruto

TABLA 5. Enfermedades asociadas al cultivo de gulupa en Colombia.

Enfermedad	Síntoma/daño	Control
Roña o costra (<i>Cladosporium herbarum</i>)	Ataca los frutos en diferentes estados de desarrollo y las lesiones son de tamaño variable y se caracterizan por ser circulares, de color pardo y de aspecto corchoso; en estados iniciales estas se pueden presentar aisladas y al avanzar la enfermedad algunas se pueden agrupar (figura 6)	Aplicaciones preventivas con fungicidas protectantes y manejo de la humedad dentro del cultivo
Antracnosis (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>)	Afecta ramas y hojas, causando defoliación en estados avanzados; cuando se presenta en los frutos se observan pequeñas manchas de color café en sus estados iniciales que posteriormente se transforman en chancros causando la deformación del fruto; cuando los ataques son severos causa su desprendimiento (figura 7)	Aplicaciones de fungicidas protectantes y curativos en rotación, complementadas con podas sanitarias
Mancha parda (<i>Alternaria passiflorae</i>)	Ataca principalmente el follaje, en las hojas se observan manchas concéntricas bien definidas rodeadas de un halo clorótico; cuando se presenta en los frutos estos poseen múltiples depresiones necróticas	Aplicaciones preventivas con fungicidas protectantes y manejo de humedad dentro del cultivo
Marchitamiento vascular (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Passiflorae</i>)	Las plantas afectadas presentan un marchitamiento asimétrico ascendente (clorosis de hojas y necrosis de ramas) seguido de una defoliación, al realizar un corte transversal el tallo y raíces presentan una decoloración rojiza en los haces vasculares (figura 8)	El manejo de esta enfermedad es estrictamente preventivo, cuando se presenta en el cultivo se debe evitar el transporte de suelo y controlar los riegos para evitar excesos de humedad. Al erradicar plantas enfermas se recomienda aplicar cal y/o fumigantes. En lotes donde la incidencia de la enfermedad supere el 50%, se recomienda rotación con especies diferentes al género <i>Passiflora</i>

Enfermedad	Síntoma/daño	Control
Pudrición de la raíz y del tallo (Complejo <i>Fusarium solani</i> , <i>Phytophthora cinnamomi</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> y <i>Pythium</i> sp.)	Causa el necrosamiento de la base del tallo y la pudrición de la raíz (figura 9)	En vivero desinfectar los sustratos con fumigantes y controlar los riegos para evitar excesos de humedad; en campo, manejar el drenaje en suelos pesados y riegos controlados; evitar daños mecánicos en la base del tallo y aplicar fungicidas de acción preventiva y curativa
Mancha aceitosa (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>passiflorae</i>)	Las hojas y frutos afectados por este patógeno presentan lesiones acuosas de color verde claro y de forma irregular (figura 10)	Aplicaciones preventivas con fungicidas protectantes y manejo de la humedad dentro del cultivo
Nematodo de las agallas (<i>Meloidogyne hapla</i> y <i>M. incognita</i>)	Las plantas afectadas presentan una disminución en el tamaño (enanismo) y un adormecimiento generalizado. Así mismo, hay una reducción en el tamaño del follaje. En la raíz hay una disminución de raíces terciarias y se observa un gran número de agallas o nudos (figura 11)	En viveros desinfectar los sustratos con fumigantes y en campo aplicar nematicidas

Fuente: Rodríguez y Niño (2009).

Desde hace dos años en las diferentes zonas productoras se han reportado tres anormalidades fisiológicas, las cuales se han asociado a la presencia de posibles virus o complejos virales, sin embargo hasta el momento se desconocen realmente las causas de estas. Como medidas preventivas se ha optado por la eliminación del material vegetal que presenta estos síntomas, así como el monitoreo permanente de poblaciones de áfidos y trips. De igual manera se ha recalcado en la desinfección de las herramientas empleadas en las labores de poda. Todo lo anterior previendo que estos pudiesen actuar como posibles vectores.



FIGURA 6. Ataque típico de roña en fruto de gulupa.



FIGURA 7. Fruto afectado por Antracnosis.



FIGURA 8. Decoloración típica en raíz y tallo de una planta de gulupa, afectada por marchitez vascular.

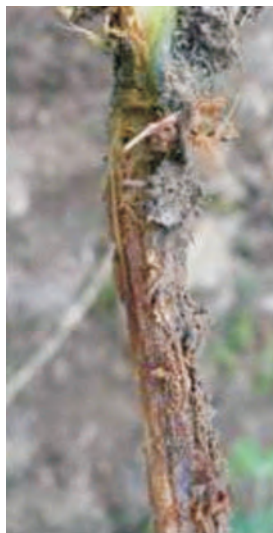


FIGURA 9. Planta con síntomas de pudrición de raíz y tallo.

Arvenses

Las arvenses compiten con el cultivo por nutrimentos, agua y luz. Además de presentar mayor resistencia a problemas del medio y servir de hospederas a gran cantidad de plagas y de enfermedades, originan pérdidas en la producción agrícola, disminuyen los rendimientos bajando la productividad por hectárea, obstaculizan las labores culturales y de cosecha y aumentan los costos de producción. El período de competencia de las arvenses en el cultivo se presenta desde la siembra hasta los diez meses de establecido el cultivo, razón por la cual se recomienda realizar cuatro limpiezas, una cada tres meses, desde el trasplante hasta cuando las plantas se hayan extendido sobre el tutorado. Después de establecido el cultivo la competencia de arvenses disminuye notablemente y las limpiezas se deben realizar de acuerdo con la invasión que se presenta.

En zonas de ladera se recomienda hacer un plateo manual, retirando las arvenses sin causar daño a la planta en su sistema radical. En zonas planas y con cultivos comerciales, se recomienda realizar el control químico luego de hacer un plateo manual, según la clase de arvense (Arias, 1990).



FIGURA 10. Mancha aceitosa en frutos de gulupa.



FIGURA 11. Agallas típicas de *Meloidogyne incognita* en raíces de gulupa.

Aspectos de cosecha y poscosecha

Duración de cultivo y rendimiento

El fruto de la gulupa necesita, según microclima, entre 85 y 90 días para desarrollarse (Angulo, 2009). En Colombia, en altitudes de unos 1.500 msnm, hasta la primera cosecha transcurren de 8 a 9 meses. Se presentan dos picos (y

medio) de producción durante el año, dependiendo principalmente de la época de las lluvias, cada pico puede durar entre 2 y 3 meses.

La longevidad de una plantación depende, en primer grado, de la sanidad del cultivo que exige un manejo agronómico muy apropiado, además una elección del sitio apto para el desarrollo del potencial de la planta. Mientras Lekeu (2001) y Angulo (2009) estiman una longevidad rentable de máximo 5 años, Lüdders (2003) reporta para el trópico una duración del cultivo de 4 años, durante la cual inicia la máxima producción en el segundo año. Para las condiciones de Kenia, Griesbach (1992) informa sobre una longevidad entre 3 y 6 años, con una reducción en la producción a partir del tercer año y unos rendimientos en promedio de 13 t ha⁻¹ (con un máximo de 20 t ha⁻¹), mientras Lekeu (2001) afirma rendimientos de 15 t ha⁻¹ los cual pueden duplicarse, y llegar hasta más, con un manejo óptimo de cultivo. Para Colombia, Angulo (2009) reporta una producción de 7 t para el primer año y 20 t para los siguientes años, con un 70% de primera y 30% de segunda calidad.

Madurez y cosecha

El fruto está fisiológicamente maduro y listo para cosechar cuando su epidermis presenta 50% de color verde y 50% de color morado que corresponde a la mayor densidad del fruto, peso fresco total y peso fresco de la pulpa (Pinzón *et al.*, 2007). En este estado del fruto, los autores mencionados encontraron unos 15,9 °Brix, un pH de 3,0, una acidez total titulable (ATT) de 4,65 y una relación de madurez (°Brix/ATT) de 3,42. Para facilitar el reconocimiento de la madurez de cosecha, varios autores (por ejemplo Morley-Bunker, 1999; Lekeu, 2001) recomiendan dejar caer el fruto al suelo y recolectarlos cada 1 a 3 días lo que no se debe aconsejar para frutos de exportación.

Pachón *et al.* (2006) reportan que la gulupa produce frutos con un diámetro entre 4 y 8 cm, pero a lo largo de la maduración hay una reducción total de 5% y 6% para el diámetro longitudinal y ecuatorial del fruto, respectivamente.

La recolección se hace una vez por semana, aunque depende de la demanda que tenga el exportador y en épocas de lluvia es aconsejable cosechar cada segundo día. La recolección se realiza en las primeras horas del día ya que la fruta presenta mayor frescura y no se expone a la radiación solar y aumento en la temperatura. Se efectúa de forma manual aplicando presión con los dedos sobre la zona de

abscisión de pedúnculo utilizando tijeras y guantes. Si los frutos se encuentran húmedos en el momento de la cosecha, entonces se realiza un cubrimiento individual del fruto con papel periódico. Según las exigencias del consumidor se cosecha con o sin pedúnculo (A. Casas, comunicación personal, 2006).

Una vez cosechados los frutos se realiza una preselección donde se separan los frutos afectados por roña y por mosca de las frutas (F. Rey, comunicación personal, 2006). Los frutos se colocan en canastillas de plástico, de 2,5 kg o en cajas de cartón (manzanera), se ordenan en tres o cuatro capas de fruta, cada capa se cubre con papel periódico para evitar el deterioro de la fruta.

Selección

En el proceso de selección de la gulupa se propone retirar los frutos que no son aptos para la comercialización o que pueden dañar la calidad de los otros frutos; retirando los frutos partidos, rayados, deformes o que se encuentren afectados por roña y mosca de las frutas. El mercado prefiere frutas grandes y pesadas, con apariencia fresca y sin daños causados por manejo o picaduras de insectos. La presencia de moho sobre la cáscara no afecta la calidad de la fruta y se quita fácilmente con un paño.

Clasificación

La clasificación de la fruta se realiza teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Frutas enteras, con la forma característica de la variedad.
- De aspecto fresco y consistencia firme.
- Sanas, libres de ataques de insectos o enfermedades.
- Limpias, exentas de olores, sabores o materias extrañas visibles.
- Prácticamente libres de humedad exterior anormal como consecuencia del mal manejo poscosecha.
- Cada fruta debe medir entre 50 y 80 mm de diámetro y su peso debe oscilar entre 50 y 60 g (O. Gordillo, comunicación personal, 2009).

Empaque

La gulupa se envía emplastificada al vacío (termoencogida) o envuelta en papel vinipel; se colocan en cajas de cartón con un peso de 2,5 kg con alvéo-

los o a granel empacada dentro de una bolsa microperforada que permite el intercambio de gases; el número de frutas por caja es de 15 a 20. En Estados Unidos se comercializan cajas con conteos de 25 a 49. La mayoría de cajas colombianas exportadas a Europa contienen 18 frutas (A. Casas, comunicación personal, 2006).

Almacenamiento

Según Pruthi (1963), la gulupa no se puede mantener a temperatura ambiente por más de 10 días ya que se presentan problemas de deshidratación, pudrición por hongos y fermentación de la pulpa. Pachón *et al.* (2006) analizaron el comportamiento poscosecha de los frutos de gulupa, almacenados a dos temperaturas (6 y 18°C) y encerados o no con Ceratec y empacados en película Vinipel. Los frutos envueltos en película Vinipel y mantenidos a 6°C conservaron mejor las características de calidad. La aplicación de la cera sirvió tan solo para mejorar la apariencia externa del producto con destino a mercados locales.

La gulupa es un fruto climatérico (Lüdders, 2003) y según Shinjiro *et al.* (1995) ésta no presenta sensibilidad al etileno, aplicado inmediatamente después de cosechar el fruto en estado verde maduro. Basado en estos resultados puede existir un potencial para que la gulupa pueda ser cosechada y transportada en estado verde maduro; en este caso el etileno podría ser aplicado varios días después de la cosecha cuando el color de la piel no cambia adecuadamente para el consumo.

Para un almacenamiento de 4 a 5 semanas, con una mínima pérdida de peso, Beal y Farlow (1984) recomiendan temperaturas de 5°C y una humedad relativa (HR) del 80-90%, mientras Liebster (1988) recomienda una temperatura entre 5 y 10°C (HR 95%) para almacenarlos hasta dos semanas. En rangos de temperatura <5°C se presentan daños por frío en el fruto (Lüdders, 2003). En Colombia se almacena gulupas por corto tiempo a temperaturas de 7-12°C y humedades relativas del 80%. El encogimiento del fruto en la primera semana después de la cosecha, según Liebster (1988), no es una característica del deterioro sino un indicio para su posmaduración y que de al fruto un sabor más pleno y dulce.

Mercado internacional de la gulupa

Del total de la producción de un cultivo puede obtenerse una calidad de exportación entre el 70 y 90% según el manejo. La gulupa es exportada a Alemania, Holanda, Bélgica, Luxemburgo, Reino Unido, Francia, Canadá, Italia, España, Suiza, Suecia, Portugal, Aruba, Antillas Holandesas y Rusia (Agronet, 2008). Las empresas exportadoras realizan pruebas de trazabilidad consistentes en el conjunto de procedimientos documentados y sistematizados de todas las actividades desarrolladas durante el proceso productivo, y que permiten, en un momento determinado, conocer el historial del producto desde su origen hasta su destino final. También permite conocer o estudiar la cadena productiva hacia atrás. La trazabilidad ofrece otras ventajas como acceso y mantenimiento en los mercados internacionales, así como organizar los sistemas productivos, mejorando la calidad y sanidad de los productos exportados.

En cuanto a los canales de comercialización el productor vende la fruta en la finca a intermediarios o a la exportadora. El intermediario realiza procesos de acondicionamiento y la vende a la exportadora quien es la encargada de seleccionar la fruta para el mercado nacional distribuyéndola a almacenes de cadena, centrales de abastos y de allí al consumidor final.

En el caso de que los países exportadores de África tienen déficit de producción, menciona Angulo (2009), es un fruto con ventajas comparativas muy grandes para el mercado europeo ya que su duración en poscosecha permite que en un futuro se realicen exportaciones de gulupa vía marítima (envuelta en Vinipel para evitar su deshidratación) lo que reduciría el costo de la operación.

El transporte para el exterior se realiza por vía marítima en palets de 300 a 320 cajas de 2,2 a 2,5 kg o por vía aérea en minicontenedores o contenedores de acuerdo a los volúmenes que exijan los clientes (A. Casas, comunicación personal, 2006).

Literatura citada

- Agronet. 2008. Destino de las exportaciones del sector agropecuario 1991-2009. En: <http://agronet.gov.co>; consulta: junio de 2008.
- Andesexport. 2006. En: www.Andesexport.com/spanish/News/passionfruit; consulta: septiembre de 2006.

- Angulo C., R. 2009. Gulupa *Passiflora edulis* var. *edulis* Sims. Bayer CropScience, Bogotá.
- Arias, L., M. Uribe y J. Hernández. 1990. El cultivo del maracuyá. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Regional Norte de Santander, Cúcuta, Colombia.
- Avilan, L., F. Leal y D. Bautista. 1989. Manual de fruticultura. Ed. América, Caracas. pp. 991-1022.
- Beal, P.R. y P.J. Farlow. 1984. Passifloraceae. pp. 141-149. En: Tropical tree fruits for Australia. Queensland Department for Primary Industries, Brisbane, Australia.
- García, M. 2002. El cultivo del maracuyá. En: www.Centa.gob.sv/html/ciencia/frutales/maracuyá; consulta: junio de 2006.
- Griesbach, J. 1992. A guide to propagation and cultivation of fruit-trees in Kenya. GTZ, Technical Cooperation, Eschborn, Alemania.
- Instituto de Ciencias Naturales. 2006. Reporte clasificación taxonómica gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Lancashire, R. 2006. The chemistry of passion fruit. En: www.chem.uwimona.edu.jm/lectures/psnfruit.html; consulta: septiembre de 2006.
- Lekeu, J.-P. 2001. Passion fruit *Passiflora edulis* Sims. pp. 626-631. En: Raemaekers, R.H. (ed.). Crop production in tropical Africa. DGIC; Ministry of Foreign Affairs; External Trade and International Co-operation, Bruselas, Bélgica.
- Liebster, G. 1988. Warenkunde Obst und Gemüse. Bd. 1 Obst. Morion Verlagsproduktion GmbH, Düsseldorf, Alemania.
- Lüdders, P. 2003. Granadilla (*Passiflora edulis* Sims.) a multiple useful tropical fruit. *Erwerbs Obstbau* 45, 186-191.
- Menzel, C.M. y D.R. Simpson. 1994. Passionfruit. pp.225-239. En: Schaffer, B. y P.C. Andersen (eds.). Handbook of enviromental physiology of fruit crops. Vol II. Subtropical and tropical crops. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Morley-Bunker, M. 1999. Passionfruit. pp. 252-255. En: Jackson, D.I. y N.E. Looney (eds.) Temperate and subtropical fruit production. 2a ed. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Morton, J.F. 1987. Fruits of warm climates. Julia F. Morton, Miami, FL.
- Nakasone, H. y R.E. Paull. 1998. Tropical fruits. CAB Internacional, Wallingford, UK. pp. 270-291.
- Ocampo, J. 2005. Las frutas de la pasión en Colombia: diversidad y potencial como recurso genético. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

- Pachón, A., A. Montaña y G. Fischer. 2006. Efecto del empaque, encerado y temperaturas sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de la gulupa (*Pasiflora edulis* f. *edulis*) en poscosecha. pp. 72-78. En: Salamanca, G. (ed.). Propiedades fisicoquímicas y sistemas de procesado: productos hortofrutícolas en el desarrollo agroalimentario. Ed. Guadalupe, Bogotá.
- Pinzón, I.M.P., G. Fischer y G. Corredor. 2007. Determinación de los estados de madurez de la gulupa. (*Passiflora edulis* Sims.). Agron. Colomb. 25(1), 83-95.
- Pruthi, J. 1963. Physiology, chemistry, and technology of passion fruit. Adv. Food Res. 12, 213-280.
- Quevedo, E. 1989. Análisis de la floración y fructificación bajo tres sistemas de soporte en la gulupa. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Rivera, B., D. Miranda, L. Ávila y A. Nieto. 2002. Manejo integrado del cultivo de granadilla *Passiflora ligularis* Juss. Ed. Litoas, Manizales.
- Rodriguez, M. y N. Niño. 2009. Archivos de diagnóstico en laboratorio 2000-2009. Universidad Nacional de Colombia; Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- Robert, J. 2006. La maracuyá o parchita en Florida. En: www.Deis.ifas.ufl.edu/HS; consulta: septiembre de 2006.
- Shinjiro, S., K. Yasutaka, L. Wamocho, H. Koaze, R. Nakamura y A. Inaba. 1995. Postharvest ripening and ethylene biosynthesis in purple passion fruit. Postharv. Biol. Technol. 8, 199-206.

Manejo integrado del cultivo de curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*)

Integrated management of banana passion fruit (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) crop

OMAR CAMILO QUINTERO¹

Resumen

Este artículo describe el manejo del cultivo de la curuba en las fincas Pozo Hondo (Anolaima, Cundinamarca) a 2.700 msnm, El Cortijo (La Vega, Cundinamarca) a 2.350 msnm, La Amanda (Tenjo, Cundinamarca) a 2.600 msnm y La Tobita (Siachoque, Boyacá) a 2.900 msnm en Colombia. Pozo Hondo y El Cortijo se ubican en zonas donde las precipitaciones y la humedad relativa son altas y la luminosidad baja. La Tobita y La Amanda tienen alta luminosidad y precipitaciones, y humedad relativa más bajas. Se analizó el proceso de selección de cultivares, las actividades culturales que incrementan la calidad del fruto, las podas de formación y producción, el manejo de las cosechas para la venta a exportadoras del cultivar Momix en los diferentes pisos térmicos mencionados. El cultivar Momix, es el último resultado en el proceso del mejoramiento genético de curuba; sus cosechas se han ofrecido con buenos resultados en los mercados internacional y nacional.

Palabras clave: sistemas de conducción, podas, prácticas culturales, selección de cultivares.

Abstract

The chapter describes the management of banana passion fruit in the farms Pozo Hondo (Anolaima, Cundinamarca) 2,700 m a.s.l., El Cortijo (La Vega, Cundinamarca) 2,350 m a.s.l., La Amanda (Tenjo, Cundinamarca) 2,600 m a.s.l., and La Tobita (Siachoque, Boyacá) 2,900 m a.s.l., Colombia. Pozo Hondo

¹ Gerente, Comercializadora Disfruta Las Feijoas, Bogotá. e-mail: overfeijoas@gmail.com

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 pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

and El Cortijo are located in zones, where precipitation and relative moisture are high and irradiation is low. La Tobita and La Amanda are characterized with high irradiation and precipitation, while relative humidity is low. There were analyzed the process of the selection of cultivars, cultural activities that increase the fruit quality, pruning procedures for crop formation and production, and management of harvest for the selling to exporters in the different altitudinal zones mentioned above. The cultivar Momix is the last one resulted from the selection process of cultivars and its yields have shown good results on the national and international markets.

Keywords: conduction systems, pruning, cultural practices, selection of cultivars.

Introducción

A partir de los trabajos de selección de cultivares de curuba, realizados por Over Quintero, durante 20 años en Colombia, se establecieron cultivos de *Passiflora tripartita* var. *mollissima* en municipios de Cundinamarca y Boyacá. Los cultivos se ubicaron entre 2.350 msnm y 2.850 msnm, con precipitaciones entre 1.500 y 2.000 mm anuales y suelos con pH entre 4,5 y 6,0 con diferentes deficiencias nutricionales. En estos cultivos se ha obtenido fruta de los cultivares Ruizquin, Tintín y Momix. Ruizquin 1 y 2 fueron cultivares propagados *in vitro*, a partir de patrones de Cundinamarca que presentaron buenas cosechas y un alto calibre del fruto, pero con susceptibilidad a la antracnosis en altas precipitaciones. ‘Tintín’ es obtenido de cruces intraespecíficos de *Passiflora tripartita* var. *mollissima*. La tolerancia a la antracnosis y el calibre son mayores que los presentados por ‘Ruizquin’, sin embargo su productividad es baja. ‘Momix’ es un cultivar proveniente de un cruce interespecífico entre *Passiflora mollissima* y *Passiflora mixta*. Es altamente productivo, más tolerante a la antracnosis y con mejor sabor del fruto (2 °Brix más que los frutos de las curubas convencionales).

La producción de estos cultivares se ha vendido a comercializadoras internacionales y grandes cadenas nacionales, gracias al manejo agronómico dado en los cultivos y al bajo impacto de los defectos ocasionados por la antracnosis en la corteza del fruto.

El desarrollo del sistema de conducción en media agua y la implementación de prácticas culturales han permitido incrementar los volúmenes de cosecha para exportación.

La alta tolerancia a la antracnosis y el sabor como fruta de mesa, hacen de Momix el cultivar usado en plantaciones comerciales.

Establecimiento del cultivo

Las plantas de curuba se establecen con una distancia mayor entre plantas que entre filas. Las plantas establecidas en el cultivo de la finca Pozo Hondo y La Tobita se sembraron con una densidad de 1.000 plantas/ha. Las filas se establecieron en dirección norte sur, en las zonas planas y en curvas de nivel en las laderas. Entre hileras se dejaron 2 m y entre plantas 5 m. Actualmente se recomienda dejar 2,5 m entre hileras, con el objetivo de hacer más amplias las “mediaguas”; donde se soportan las plantas y pueden pendular los frutos sin dañar la corteza. Se les denomina media agua al soporte usado en varios cultivos tecnificados. Este sistema se explica en detalle en los tipos de soporte descritos a continuación.

En los cultivos de las fincas El Cortijo y La Amanda, las plantas de curuba se encuentran intercaladas con árboles de feijoa. En este caso, las curubas tienen una densidad de siembra de 400 plantas/ha. Entre las plantas hay 5 m y entre las hileras 5 m, teniendo en cuenta que entre cada hilera existe una línea de feijoa.

La curuba necesita suelos con pH entre 5,0 y 6,5 (Hoyos y Gallo, 1987) y profundidades entre 50 y 60 cm. Las plantas no se adaptan a suelos con excesos de agua (Campos, 2001), por lo que necesitan terrenos bien drenados.

Para suelos de poca profundidad o muy pobres en nutrientes, es probable establecer cultivos con plantas de *Passiflora manicata* como portainjertos e injertar estas plantas con cultivares de *Passiflora mollissima* que tengan cosechas de buena aceptación comercial.

La curuba requiere entre 1.500 a 2.000 mm anuales de agua (Angulo y Fischer, 1999), dosificados durante todo el año, para que la planta tenga suministro adecuado de agua en la floración y fructificación que se presenta en todo momento.

Sistemas de cultivo y tipos de soporte

La curuba es un bejuco que crece en forma silvestre sosteniéndose por medio de los zarcillos a árboles, cables, paredes o superficies. Para el establecimiento de un cultivo de curuba se han instaurado varias formas de conducción. Los

sistemas de conducción de la curuba usados por el hombre, coinciden en dejar un tallo principal del cual se desprenden las ramas productivas que sostienen las cosechas (Campos, 2001).

Espaldera

Este es el sistema más usado en los cultivos en Colombia (Campos, 1992) y aunque es el sistema más económico, afecta la calidad de la cosecha en un porcentaje importante, debido a que los frutos presentan rayaduras en la cáscara, de manera que se disminuye la posibilidad de comercializar las cosechas con estos sistemas en mercados internacionales.

El sistema consiste en enterrar postes que sobresalgan por lo menos 2 m y sobre la parte superior templar cuerdas de alambre galvanizado calibre 12 o 14 y a 1 m templar otra cuerda intermedia. Sobre los alambres templados se sostienen las ramas productivas y entre mayor número mejor la producción (Schoeniger, 1986).

Las plantas se deben conducir hasta el último alambre y las ramas principales que se desprenden del tallo se guían a los dos lados. De las ramas principales salen las productivas (figura 1).

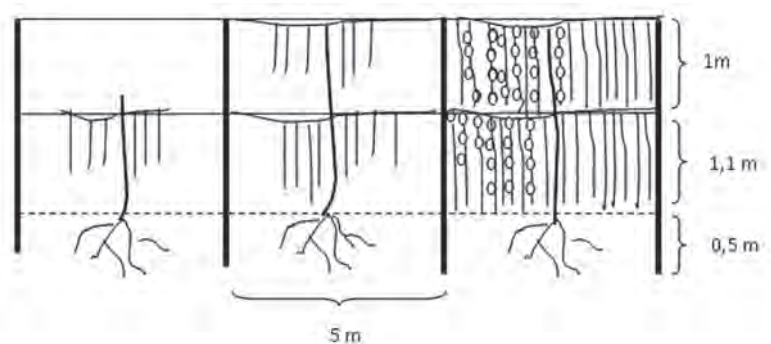


FIGURA 1. Conducción en espaldera, según Campos (2001).

Forma de media agua

Este sistema de conducción fue diseñado por Over Quintero. En este sistema se hace una espaldera sin los alambres intermedios de 2,10 m y paralelo a esta se extiende una espaldera de 1,20 m separada de la primera 1,20 m. Entre las

dos espalderas se tiempla un alambre calibre 12, de manera que queda una estructura en forma de media agua. Sobre la media agua se tiemplan dos alambres intermedios calibre 16, que permiten soportar las ramas productoras.

En el sistema en forma de media agua se conduce el tallo principal hasta el alambre superior, a 2,10 m. Cuando la planta alcanza esta altura se inducen dos ramas principales hacia cada lado del alambre y sobre este se realizan despuntes apicales que promueven el rebrote de ramas productoras que se acuestan sobre el emparrado en forma de media agua que se formó (figura 2).



FIGURA 2. A, planta de curuba soportada sobre el sistema de conducción en forma de media agua; B, perfil del sistema de media agua. Finca el Cortijo (La Vega, Cundinamarca).

Los cultivos de la variedad Momix, Tintín y Ruizquin, se han establecido en este sistema y las producciones destinadas al mercado exportación se incrementaron. El sistema facilita que los frutos de la curuba puedan pendular sin rozarse con las hojas de la planta. Es importante tener en cuenta que el borde de las hojas forma una sierra que al rozar con la epidermis de los frutos, genera cicatrices que deterioran la calidad de la cosecha y muchas veces puede ser rechazada en los mercados internacionales.

Emparrado

Este sistema usa postes de 2,6 m de largo y alambre galvanizado. Los postes se entierran 50 cm, dejando 2,1 m por fuera del suelo. Sobre los postes se instala una cuadrícula con alambre grueso y en el interior de este se coloca alambre más delgado cada 0,5 o 1,0 m (Campos, 1992). Las plantas se pueden sembrar a 4 x 4, 6 x 6 o 4 x 6 m, en medio de los postes. El crecimiento de las plantas debe ser guiado hasta el alambre, donde se distribuyen las ramas principales sobre el alambre grueso y las ramas productivas en el delgado (Campos, 2001) (figura 3).

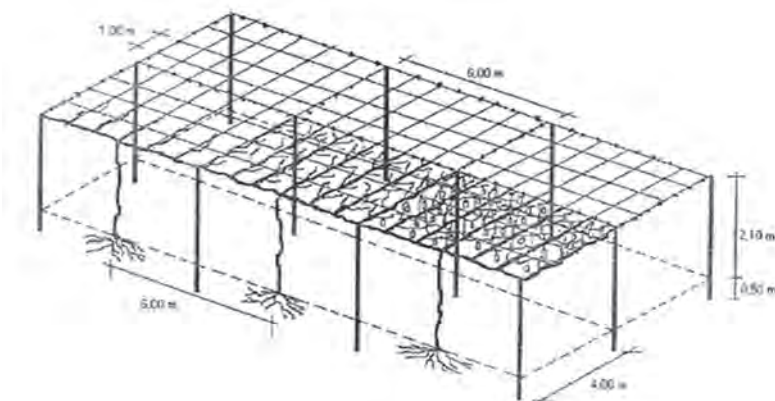


FIGURA 3. Sistema de conducción en emparrado, según Campos (2001).

Este sistema evita el rayado de los frutos, sin embargo se recomienda usarlo en lugares secos, de lo contrario la proliferación de enfermedades y plagas puede tener mayor impacto que en otros sistemas de conducción, por baja aireación de la plantación e incremento de la humedad relativa. Las labores de control fitosanitario, podas y cosecha son más complicadas en este sistema.

Otros sistemas de conducción

Existen otros sistemas mixtos, muy bien descritos por Campos (2001), como el emparrado mixto, en T sencilla o en T mixto. Estos sistemas son menos usados en los cultivos de Cundinamarca y Boyacá pues permiten el daño mecánico de los frutos. Es importante tener en cuenta que el mercado internacional y nacional rechaza actualmente los frutos rayados o con daños mecánicos (E. Sánchez, comunicación personal, 2007).

Podas

Podas de formación

Las podas en las fincas El Cortijo, La Tobita y La Amanda, son empleadas a partir del sistema de conducción en media agua.

El tallo principal de las plantas de curuba debe crecer hasta el alambre superior, sin ramas secundarias. Cuando esta alcanza los 2,10 m, se hace un despunte para inducir dos ramas principales. El crecimiento de estas ramas es en sentido opuesto sobre el alambre superior, ellas tendrán que ser permanentemente despuntadas para inducir de 25 a 30 ramas productivas. El total de las ramas productivas por planta puede ser superior a 50.

Las ramas productivas deben ser desenredadas y tendidas sobre la parte superior de la media agua, de tal manera que los frutos puedan caer en la parte inferior de la media agua y pendular sin que se rayen (figura 4).



FIGURA 4. Planta de curuba recién podada y desenredada las ramas (peinada). Finca Pozo Hondo (Anolaima, Cundinamarca).

Poda de producción

Para el mantenimiento de la estructura general de las plantas de curuba y para programar nuevas cosechas se sugiere podar las ramas productivas cuando llegan al alambre inferior en la media agua. Las ramas terciarias que salen de las

productoras se sugiere cortarlas, de lo contrario es difícil desenredar las ramas para posteriores podas.

El corte de la rama en la parte inferior de la media agua, tiene como objeto evitar que las ramas lleguen al suelo y se deteriore la calidad de los frutos, además de inducir nuevas ramas que surgen de la principal y son las encargadas de la nueva cosecha. Es importante hacer estas podas por lo menos 4 meses antes del momento en que se desea el pico de la cosecha. Por último es importante retirar las ramas que han entregado toda la cosecha y así estimular el crecimiento de las nuevas.

Las plantas bajo este régimen de podas pueden llegar hasta a tres ciclos de producción al año, 2,5 por año en la mayoría de cultivos (figura 5).

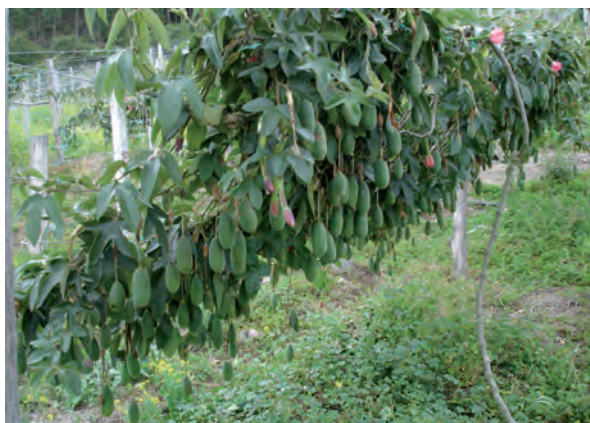


FIGURA 5. Planta de curuba en pleno ciclo de producción. Cosecha programada con podas, cultivar Momix. Finca La Tobita.

Prácticas culturales y de cosecha que incrementan la calidad del fruto

En el manejo agronómico de la curuba establecida en las tres fincas del estudio, se tiene como objetivo incrementar el porcentaje de las cosechas destinadas a los mercados internacionales.

Para obtener frutos con calidad exportación, se busca que los daños ocasionados frecuentemente en la corteza se minimicen. Lo primero que recomendamos según la experiencia adquirida en estos cultivos, es optar por el sistema

de mediagua o emparrado para conducción de las plantas, de tal manera que se evite el rayado y la cicatrización en la corteza de los frutos, producida con el roce con hojas, tallos y alambres que la rodean. Es importante que estos sistemas de conducción estén bien establecidos para permitir que las curubas pendulen (figuras 2, 4 y 5).

La labor manual más importante en los cultivos de la curuba cultivar Moximix, es la desvestida y la emasculación de las flores, después de la polinización. El reconocimiento de las flores polinizadas se da con el cambio de color de los pétalos. Las flores antes de ser polinizadas por las abejas, tienen un color rosado muy vivo, cuando la flor se vuelve a cerrar, empieza a descomponerse y a cambiar su coloración hacia colores pardos (figura 6).



FIGURA 6. 1. Flores sin abrir, no polinizadas; 2. Flor abierta lista para polinizar; 3. Flor que comienza a cerrar luego de ser polinizada; 4. Flores senescentes, en momento adecuado para desvestirse; 5. Flores senescentes, frutos posiblemente ya afectados en la corteza.

Si la flor no se desviste, el fruto pequeño empieza a crecer cubierto por los pétalos y sépalos. Debajo de la corola de la flor senescente se forma un hábitat adecuado para el crecimiento de pequeños insectos y ácaros que ocasionan pequeñas heridas sobre la corteza del fruto, cuando el fruto empieza a crecer se agrandan estos defectos en la corteza y muchas veces es desechado el fruto para exportación y primeras calidades nacionales.

Cuando se desviste la flor se minimizan los daños en la corteza y se incrementa significativamente la calidad de las cosechas (figura 7).



FIGURA 7. Fruto pequeño de curuba sin daños en la corteza, flor recién desvestida.

Para incrementar los calibres del fruto y evitar deformaciones, es importante contar con panales de abejas cercanos al cultivo que mejoran la polinización. Las abejas trabajan muy bien en las flores de la curuba (Durán, 2005) y en lugares con buena luminosidad se puede complementar los ingresos de la producción de la curuba con miel y polen provenientes de las colmenas (figura 8). En lugares de baja luminosidad como es el caso de la finca El Cortijo, se obtiene miel, pero no se recoge polen, para mantener en mejor estado las colmenas.



FIGURA 8. Abeja (*Apis mellifera*) visitando y polinizando las flores de curuba.

Para mantener mejor la presentación y las condiciones de excelencia en los frutos cosechados para exportación, éstos se recogen del árbol con el pedúnculo, cuando todavía permanece la corteza verde. Es importante tener en cuenta que aunque la corteza es verde al interior del fruto aparece un color anaranjado, para que pueda continuar la maduración del fruto (figura 9).



FIGURA 9. Frutos cosechados de curuba, cultivar Momix. Corteza verde, pulpa anaranjada.

El cultivar Momix alcanza su mejor sabor cuando está pintón (con algunas partes amarillas en la corteza), cuando está completamente maduro la relación entre azúcares y ácidos no es la adecuada y el sabor es menos agradable. Por esta razón se cosecha con la corteza verde, para que cuando llegue al consumidor no esté completamente maduro.

Selección de cultivares

Dentro de la familia pasiflorácea se encuentra el género *Passiflora* y específicamente el subgénero *Tacsonia*, a donde pertenece la curuba, en este subgénero se conoce más de 37 especies, distribuidas entre Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia. De ellas 21 especies se encuentran en Colombia y 15 son exclusivas de la flora del país (Angulo y Fischer, 1999). Es por esto que el potencial de mejoramiento de cultivares para la curuba no solamente se restringe a la curuba de Castilla (*Passiflora tripartita* variedad *mollissima*). Colombia podría encaminar sus esfuerzos a la explotación de diferentes tipos de curuba y de esta forma

exportar y consumir localmente curubas rojas (*Passiflora cumbalensis*) o frutas de mesa similares (cultivar Momix), o tan agradables como la granadilla.

Escobar (1988) ya reportaba 9 variedades diferentes de *Passiflora cumbalensis* (curuba roja) y sin embargo en Cundinamarca y Boyacá no se encuentra ninguna de estas explotada comercialmente, aunque el interés comercial es alto en varias exportadoras colombianas (A. Ángel, comunicación personal, 2007; C. Gutiérrez, comunicación personal, 2007).

En un primer momento los criterios para la obtención de nuevos cultivares de curuba involucraban la obtención de mayores calibres en el fruto y mayor productividad en las plantas, para lo cual trabajar dentro de *Passiflora mollissima* era adecuado, sin embargo algunas exigencias de las principales comercializadoras internacionales amplían estos criterios de selección y actualmente es importante obtener cultivares fuertemente tolerantes a la antracnosis, frutos con buen comportamiento en la poscosecha y que puedan ser consumidos como fruta de mesa.

El desarrollo de protocolos para la propagación *in vitro* de curuba (Quintero y Freyle, 1992) (figura 10) se realizó con cultivares convencionales de *Passiflora mollissima* que mostraban buen comportamiento en el mercado nacional. Al primer cultivar obtenido por propagación *in vitro* se denominó Ruizquin, este cultivar tiene alta productividad y buen calibre del fruto. Los análisis sensoriales de este cultivar mostraron aceptación en los consumidores (Téllez *et al.*, 1998), sin embargo no es tolerante a la antracnosis y presenta problemas para su comercialización internacional.

En los trabajos de investigación de Over Quintero realizados en la finca Pozo Hondo (Anolaima) y El Cortijo (La Vega) se obtuvieron híbridos interespecíficos e intraespecíficos de curuba de castilla. En este proceso se realizaron híbridos con *Passiflora tripartita* var. *mollissima*, *Passiflora mixta*, *Passiflora cumbaliensis*, *Passiflora antioquiensis*, *Passiflora tarminiana*, y *Passiflora manicata* entre muchos de los fenotipos observados, se encontró alto interés en el cultivar denominado Tintín. Este cultivar tiene un excelente calibre, presenta tolerancia a la antracnosis; sin embargo su productividad es baja y su consumo es sólo para Colombia -jugo generalmente en leche-, lo cual restringe los potenciales clientes internacionales. Es por esto que se desistió de cultivarlo extensivamente.

El establecimiento de nuevos cultivos actualmente se realiza con el cultivar Momix. Las características de esta variedad responden a las expectativas del mercado actual y tiene una excelente productibilidad (figura 5), un buen calibre, tolerancia a la antracnosis y puede ser consumido como fruta de mesa y en jugo tanto en agua como en leche.

Actualmente la propagación para el establecimiento de cultivos con ‘Momix’ se hace por medio de injertación, por lo que los costos de este método son muy inferiores a los de la propagación *in vitro*. Los resultados comerciales son buenos. El porcentaje de prendimiento de injertos realizados en la finca El Cortijo, puede llegar al 80%.



FIGURA 11. Injerto sobre el tallo principal de planta de curuba.

Comportamiento de ‘Momix’ en diferentes pisos térmicos

Las cosechas del cultivar Momix, propagada asexualmente por medio de injertos, muestra que las plantas que se establecen entre los 2.000 y 2.900 msnm, tienen frutos de mayor calibre en los huertos que se ubican hacia los 3.000 msnm (figura 12). Aunque por debajo de los 2.600 msnm, son menos frecuentes las heladas, en las laderas por encima de los 2.700 msnm, el cultivar Momix presenta los mejores calibres.

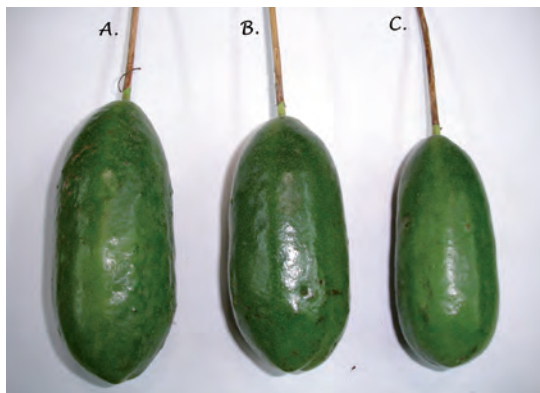


FIGURA 12. Frutos del cultivar Momix. A, fruto cosechado de la finca La Tobita (2.850 msnm); B, fruto cosechado en La Amanda (2.600 msnm); C, fruto cosechado en El Cortijo (2.350 msnm).

Las cosechas de la finca El Cortijo ubicada en los 2.350 msnm, tienen cosechas con frutas de menor calibre que La Amanda (2.600 msnm) y La Tobita (2.850 msnm). El promedio del peso de las frutas de las cosechas de El Cortijo es de 95,5 g, mientras que el promedio de La Amanda y la Tobita es de 100,5 y 122,2 g, respectivamente.

Aunque las diferencias del promedio de los frutos provenientes de las tres fincas del estudio, son significativas, a nivel comercial todos tienen buena aceptación en el mercado nacional e internacional.

Fertilización

En los cultivos de El Cortijo, La Amanda y La Tobita, no se ha seguido un plan de fertilización específico para curuba. Los suelos de El Cortijo son muy ácidos, por lo que en esta finca se ha hecho más importante el aporte de cal dolomita y Calfos® (roca fosfórica). Sin embargo en los cultivos intercalados con feijoa se hacen aportes cada tres meses de 2 kg de materia orgánica (gallinaza, humus o compost), 200 g de cal dolomita y aportes exclusivos para la curuba de 100 g de DAP o 10-30-10. Para complementar la fertilización edáfica de elementos menores, se aplican 50 g del producto comercial agrimens® cada 6 meses.

Uribe (1985), Schoeniger (1986), Angulo y Fischer (1999), Campos (2001), sugieren la implementación de fertilizantes ricos en fósforo y potasio, debido a

que estos elementos se encuentran involucrados en la fructificación y floración de las planas de curuba.

En el transcurso del año 2007 a 2008, los precios de los fertilizantes ricos en fósforo, como el DAP o el 10-30-10, se han incrementado en un 120% (M. Moreno, comunicación personal, 2007). Para cultivos de curuba que tienen como el objeto el mercado nacional, es importante tener estrategias de remplazo de estos insumos. En el 2008 se probó fertilizantes foliares ricos en fósforo, potasio y magnesio. Los resultados preliminares fueron buenos induciendo floración. Estas aplicaciones se realizaron cada 8 días. Se sugiere que si fuera necesario realizar aplicaciones para controles fitosanitarios se pueden mezclar, ahorrándose la mano de obra de dos aplicaciones independientes. Como complemento en la fertilización foliar se aplican productos para desarrollo, que tienen elementos mayores y menores.

La recomendación para el establecimiento de nuevos cultivos es siempre guiarse por un análisis de suelos, y aunque la respuesta de la curuba es muy buena productivamente con aportes de fósforo y potasio, es importante no descuidar los demás elementos. La deficiencia de elementos menores puede repercutir en el deterioro significativo de la calidad del fruto. Campos (2001) reporta que deficiencias en boro tienen relación directa con el rajado del fruto (“Risa de bruja”). En suelos pobres, variedades de buena poscosecha, tales como Ruizquín y Tintín, presentaron frutos con cortezas muy delgadas que impedían una comercialización aceptable, en los suelos de las laderas pedregosas de Simijaca (Cundinamarca).

Costos de establecimiento del cultivo

Los costos de un cultivo de curuba son variables, dependiendo de la ubicación del terreno, el tipo de cultivo, el material vegetal usado y la disposición de materiales e insumos que se puedan conseguir en la región donde se establezca.

Los costos del material vegetal, en la gran mayoría de los cultivos convencionales colombianos, es muy bajo, debido a que se obtienen de semilla en el propio terreno. Sin embargo, es de gran importancia para un cultivo tecnificado, establecer cultivares que garanticen homogeneidad y excelente calidad en las cosechas. Cosechas de buena calidad, pueden duplicar los ingresos de un cultivo.

En la tabla 1, se muestran los costos de establecimiento de un cultivo tecnificado de curuba, que usa el cultivar Momix.

TABLA 1. Costos para el establecimiento de una hectárea de curuba tecnificada (en pesos colombianos para el cultivar Momix).

Detalle	Unidad	Total
Arriendo de la tierra (mes)	\$ 56.000	672.000
Costo por planta injertada (1.000 plantas/ha)	\$ 5.000	5.000.000
Asistencia técnica	\$100.000	1.200.000
Administración del cultivo	\$ 40.000	480.000
Trazado del cultivo (1 jornal)	\$ 22.000	22.000
Ahoyado (8 jornales)	\$ 22.000	176.000
Limpieza de hierbas del lote (1,5 jornales)	\$ 22.000	24.000
Cal por bulto (2 kg x 1.000 plantas)	\$ 6.000	240.000
Siembra (5 jornales)	\$ 22.000	110.000
Aspersiones (12 aplicaciones x 0,5 jornales)	\$ 22.000	132.000
Llenado de huecos (3 jornales)	\$ 22.000	66.000
Fertilizante por bulto (400 g/planta)	\$ 90.000	720.000
Control arvenses (4 aplicaciones x 0,5 jornales)	\$ 22.000	44.000
Herbicida para limpieza inicial (2 galones)	\$ 90.000	180.000
Insecticidas por litro (12 aspersiones x 50 mL/cesión)	\$150.000	90.000
Fungicidas por litro (12 aspersiones x 50 mL /cesión)	\$150.000	90.000
Jornales de aspersiones (12 cesiones x 0,5 jornales)	\$ 22.000	132.000
Acaricidas por litro (3 aspersiones x 100 mL/cesión)	\$200.000	120.000
Podas (12 cesiones)	\$ 22.000	264.000
Transporte de madera postes y alambre	\$100.000	100.000
Postura de 1/3 de los postes (6 jornales)	\$ 22.000	132.000
Madera para el primer año de curuba (333 postes)	\$ 3.000	999.000
Alambre calibre doce primer año (kg)	\$ 3.000	650.000
Transporte de compost (t)	\$ 80.000	160.000
Grapas para el primer año (kg)	\$ 6.500	32.500
Herramientas (tijeras, pala, azadón, martillo, ahoyador)	\$ 150.000	
Aspersiones de espaldas (x 2)	\$150.000	300.000
Enmiendas orgánicas por bulto (2 kg/planta)	\$ 4.000	160.000
Establecimiento de una colmena de abejas	\$100.000	100.000
Mantenimiento de las abejas (5 jornales/año)	\$ 22.000	110.000
Arreglo de las cercas del cultivo (4 jornales)	\$ 22.000	104.700
Gastos para la obtención de registros de exportación	\$ 20.000	
Subtotal		12.383.200
Imprevistos 10%		1.238.320
Total		\$13.621.520

El reintegro de la inversión de un cultivo de curuba se empieza a generar después del segundo año. La cosecha de una plantación tecnificada por año, puede ser hasta de 20 t ha⁻¹ y con cosechas de alta calidad se puede vender la producción a un promedio por kg de \$1.500.

Mercadeo y comercialización

La comercialización y los ingresos de un cultivo de curuba, dependen significativamente de la calidad de la producción.

Durante el 2008, las exportadoras pagaron a más de \$2.000 por kg de curuba; mientras que en la plaza mayorista de Bogotá (Corabastos), el promedio del kg de curuba se vendió al consumidor a \$1.100. En pico de cosecha la curuba alcanzó a pagarse el kg a menos de \$600.

La fruta industrial, que por su tamaño o deterioro, no se puede vender en las cadenas nacionales, se comercializa hasta por menos de \$300/kg. Este precio depende de la oferta de curuba en el mercado.

La fruta que se vende en grandes cadenas nacionales y en exportadoras, se empaqueta en cajas plásticas entre 5 a 10 kg. Este empaque garantiza que no se maltrate físicamente el fruto durante el transporte, incrementando la vida útil comercial. Las cosechas de cultivos convencionales, generalmente se empaquetan en cajas de 22 kg, que generan inconvenientes importantes en la calidad de los frutos.

Conclusiones

Las expectativas de comercializar otro producto frutícola colombiano en los mercados internacionales es posible gracias a la obtención de nuevas variedades resistentes a enfermedades y con sabores agradables para consumir como fruto de mesa. Para complementar el establecimiento de cultivos de buenos cultivares es necesario tener adecuados sistemas de conducción y podas e implementar labores como la desvestida de flores que permitan aumentar los porcentajes de cosechas de excelente calidad.

Los mercados internacionales se interesan en productos frutícolas nuevos. La curuba puede venderse bien en Europa y América Latina, sin embargo se necesita tener cosechas abundantes de alta calidad y para eso es necesario incrementar el área sembrada de plantaciones tecnificadas de curuba.

La solución de los problemas del cultivo de la curuba debe involucrar el trabajo de productores, investigadores, profesionales, técnicos y comercializadores. Entre las investigaciones prioritarias que se necesitan en curuba, tal vez, la más importante es el establecer los requerimientos nutricionales específicos que permitan incrementar la productividad y calidad de las cosechas.

Agradecimientos

Al trabajo de investigación realizado por Over Quintero en la obtención de cultivares de curuba y en el manejo agronómico de los cultivos.

Al profesor Tarmín Campos por el trabajo desarrollado en los temas relacionados con el cultivo de la curuba. Sus investigaciones son la base para el desarrollo de paquetes tecnológicos que se necesitan en este cultivo.

Literatura citada

- Angulo, R. y G. Fischer. 1999. Los frutales de clima frío en Colombia. La curuba. Revista Ventana al Campo Andino 2(2), 24-28.
- Campos, T. 1992. El cultivo de la curuba en Colombia. Acta Hort. 308, 215-232.
- Campos, T. 2001. La Curuba, su cultivo. IICA, Bogotá.
- Durán, J. 2005. Empleo de las abejas *Apis mellifera* africanizadas en la polinización inducida de la curuba *Passiflora mollissima*. pp. 63-66. En: I Congreso Internacional de Apicultura de los Andes. San Cristóbal, Venezuela.
- Escobar, L. 1988. Passifloraceae. Monografía. No. 10. pp. 51-54. En: Flora de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Fajardo C., H. y H. Uribe C. 1985. Respuesta de la curuba *Passiflora mollissima* (H.B.K.) Bailey a la fertirrigación por goteo utilizando tres niveles de N, P y K. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja.
- Hoyos V., E.A. y F. Gallo. 1987. Manejo, precosecha, cosecha y poscosecha de la curuba y tomate de árbol para la exportación. pp. 65-72. En: Memorias Producción, manejo y exportación de frutas tropicales. Reunión Técnica de la Red Latinoamericana de Afroindustria de frutas Tropicales, Manizales, Colombia.
- Quintero, O. y F. Freyle. 1992. Efecto del cobalto en la micropropagación de *Passiflora mollissima* Bailey. Boletín Científico de ACEVIV 4(1), 25-31.

- Schoeniger, G. 1986. La curuba: técnicas para el mejoramiento de su cultivo. Ed. Guadalupe, Bogotá.
- Téllez, C., G. Fischer y O. Quintero. 1998. Comportamiento fisiológico y fisicoquímico en la poscosecha de curuba de Castilla (*Passiflora mollissima* Bailey) conservada en refrigeración y temperatura ambiente. Agron. Colomb. 16(1), 13-18.

Buenas Prácticas Agrícolas en pasifloráceas

The Good Agricultural Practices in Passifloraceae

FREDY VILLAMIL¹

Resumen

En los últimos años ha sido determinante la implementación y certificación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en los cultivos de pasifloráceas, como un requisito para acceso al mercado internacional. Esta es una fórmula que han encontrado los supermercados europeos para incrementar la seguridad del consumidor en los productos frescos que adquieren y también para prevenir posibles reclamos, si llegaran a comercializarse alimentos que no cumplan con las regulaciones oficiales en materia de seguridad e inocuidad. La implementación y certificación de Buenas Prácticas Agrícolas en pasifloráceas en Colombia se ha hecho con base en el protocolo GlobalGap, especialmente para cultivos de granadilla y gulupa, cuya producción se exporta a diversos países de la Unión Europea, proceso liderado por las unidades técnicas de las compañías exportadoras con cierto apoyo de entidades de fomento. Existen consideraciones técnicas y culturales que dificultan la aplicación de las BPA en pasifloráceas en Colombia, por lo que se requiere generar conciencia con los diferentes actores de la producción, comercialización y control, quienes deben integrarlas en sus labores cotidianas con el fin de incrementar las áreas y cantidad de producto que las cumpla.

Palabras clave: BPA, GlobalGap, inocuidad, exportación, mercado de frutas, certificación.

¹ Coordinador operativo del Convenio SENA-Asohofrucol en BPA; ASOHOFrucol, Bogotá.
e-mail: fredy.villamil@asohofrucol.com.co; fredy_villamil@yahoo.com

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 pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

Abstract

In the recent years, it has been determining the implementation and certification of Good Agricultural Practices (GAP) in Passifloraceae cultures as a requirement for the access to the international market. This formula has been found by the European supermarkets to increase the security of the consumer in fresh products and to prevent possible complains if the commercialized foods do not fulfill the official regulations in safety. The implementation and certification of GAP in Passifloraceae in Colombia have been based on the GlobalGap Standard, especially for sweet granadilla and purple passion fruit whose production is exported to different countries of the European Union. This process is led by the technical units of the exporting companies with some support of promotion organizations. There are technical and cultural considerations that make it difficult to applicate GAP to passifloraceae in Colombia, by what is needed to improve consciousness of the different actors of the production, commercialization and control, who must integrate in their daily work to increase the area and amount of product that fulfills the requirements of the market.

Keywords: GAP, GlobalGap, food safety, export, fruit market, certification.

Introducción

El término Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) comenzó a difundirse mundialmente desde el año de 1997, cuando por iniciativa de los principales supermercados europeos se creó la normativa EurepGap. Las Buenas Prácticas Agrícolas se fundamentan en obtener productos que no afecten la salud del consumidor, y que durante su proceso de producción no se deteriore el medio ambiente y se asegure el bienestar laboral (Izquierdo *et al.*, 2007).

La aplicación de las Buenas Prácticas se ha ido extendiendo a la producción primaria de productos como: frutas y hortalizas, flores y ornamentales, cultivos a granel, café, té, algodón, ganadería (ovino, vacuno, porcino), avicultura y acuicultura.

Las BPA son compatibles y son un complemento de otros sistemas de gestión de la calidad de la industria de alimentos como Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP), British Retail Consortium (BRC), International Food Standard (IFS), Buenas Prácticas de Manufactura-BPM-, ISO 22000, ISO

9000; con esquemas de seguridad laboral y responsabilidad social como Ethical Trading Initiative (ETI), Fair Trade Labelling Organization (FLO), OSHA 18000, SA8000; y ambientales como las guías ambientales de cada subsector en Colombia e ISO 14000 entre otros esquemas altamente exigidos por los diferentes mercados de alimentos (Fairmatch support, 2008).

Estructura de las normas de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

Siendo los pilares de las Buenas Prácticas Agrícolas la seguridad del consumidor, el evitar el deterioro del medio ambiente y la seguridad laboral, las diferentes normativas los contemplan en mayor o menor medida.

El protocolo de mayor aplicación en el mundo en este momento es la Normativa GlobalGap, antes EurepGap, que adicionalmente ha servido como base para el desarrollo de iniciativas locales en diversos países. En Colombia inicialmente fue la base para el desarrollo de la Norma Técnica Colombiana NTC 5400 “Buenas Prácticas Agrícolas para frutas, hierbas aromáticas culinarias y hortalizas frescas”, y en el año 2009 está por aprobarse la homologación del protocolo ColombiaGap con GlobalGap (ICONTEC, 2005).

Los documentos normativos de GlobalGap están compuestos por los reglamentos generales, los puntos de control y criterios de cumplimiento, y las listas de chequeo para realizar las inspecciones internas como las externas de certificación a las unidades productivas y de manipulación. La última versión de GlobalGap es la 3.0-2 de septiembre de 2007, obligatoria a partir de enero de 2008, para el caso de frutas y hortalizas, consta de tres secciones que son:

- Sección All Farm (AF) o módulo base para todo tipo de explotación agropecuaria, el cual debe cumplir cualquier unidad productiva sin importar si es producción agrícola o pecuaria.
- Sección Crop Base (CB) o módulo base para cultivos, que debe cumplir, además de el anterior, cualquier finca dedicada a la producción agrícola.
- Sección Fruit and Vegetables (FV) o módulo para frutas y hortalizas, que deben cumplir además de los dos módulos anteriores, las fincas dedicadas a la producción de cualquier fruta u hortaliza.

Cada módulo tiene a su vez capítulos, dentro de los cuales se encuentran los puntos de control con su correspondiente criterio de cumplimiento y nivel de exigencia como son: mayores (74 puntos), menores (125 puntos) y recomenda-

dos (37 puntos) para un total de 236 puntos. Para consultar la versión vigente se recomienda visitar el sitio web oficial de GlobalGap que es <www.globalgap.org> ya que en promedio cada tres años se ha presentado un cambio de versión.

No hay que olvidar los requisitos similares de la legislación Colombiana con algunos puntos de control de GlobalGap, estos se convierten en obligaciones mayores ya que la legislación local aplicable, prima sobre los requisitos de los protocolos de Buenas Prácticas Agrícolas o cualquier otra norma (GlobalGap, 2007).

La aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas aseguran la trazabilidad de los productos a través de su identificación y que se pueda determinar en cualquier punto de la cadena de abastecimiento, el origen de los mismos, teniendo la posibilidad de retirar del mercado un producto que pueda poner en riesgo la salud del consumidor y se tomen medidas en las fincas productoras a fin de corregir problemas que se presenten.

Los demás componentes principales de las Buenas Prácticas Agrícolas tienen que ver con diseñar y mantener un sistema documental y de registros que permita verificar y soportar las decisiones técnicas y la información relacionada con el manejo de todas las etapas del cultivo, el cumplimiento de la regulación oficial del país de producción, como por ejemplo la competencia del asesor técnico, el uso correcto de plaguicidas, la disposición de envases vacíos de plaguicidas; cumplir la regulación en materia de salud, seguridad y bienestar del trabajador, diseñar procedimientos de higiene y cumplirlos para los procesos de cosecha y poscosecha, entre otros.

Se deben además realizar y documentar evaluaciones de riesgo de condiciones de trabajo, nuevas zonas de producción, uso de abonos orgánicos, agua de riego, de higiene del producto en la cosecha y poscosecha. Es indispensable realizar además análisis de suelos, microbiológico de agua de riego, de residuos de plaguicidas, estos dos últimos, mínimo una vez al año.

Por otro lado se requiere formar a los operarios en temas de seguridad de acuerdo con su labor y riesgo; primeros auxilios, accidentes y emergencias, higiene, manejo seguro de plaguicidas, manejo de maquinaria peligrosa. Hay que tener una infraestructura básica en finca, que dependiendo de la complejidad de la unidad productiva puede tener señalización, servicios sanitarios, agua para lavado de manos, almacenes de plaguicidas y fertilizantes, comedor, áreas de acopio de producto, equipos de protección personal para manejar plaguicidas y otros de

acuerdo al riesgo de la labor. Cabe señalar que en el caso de grupos de productores es posible tener parte de la infraestructura compartida por varios productores.

Para el manejo de la nutrición de los cultivos, se debe tener en cuenta la disponibilidad de los nutrientes en el suelo y los requerimientos del cultivo, lo anterior nos muestra la necesidad de realizar estudios de investigación para establecerlos en las especies de pasifloráceas.

Se debe además demostrar la aplicación de un manejo integrado de plagas y enfermedades, con el uso de técnicas de prevención, observación-control y por último intervención, esta última, si se demuestra que ya se aplicaron las dos anteriores. Lo anterior implica establecer técnicamente la manera de hacer monitoreos de plagas, enfermedades y malas hierbas, así como definir umbrales de intervención, aplicables por el productor y que sean el sustento al manejo fitosanitario que se realice, información que en la actualidad no está disponible para todos los cultivos y mucho menos para los productos exportables, dentro de los que se encuentran no menos de cuatro especies de pasifloráceas (ASOHOFRUCOL; SENA; SAC, 2007)

Hay actividades adicionales como hacer una autoinspección interna documentada para determinar el estado frente a cada punto de la normativa y tomar acciones correctivas antes de la visita de certificación por parte de un organismo certificador acreditado.

En el sitio web de GlobalGap www.globalgap.org, se encuentra una lista actualizada de todos los organismos certificadores acreditados alrededor del mundo. Por lo menos seis organismos certificadores tienen oficinas en Colombia y cuentan con disponibilidad para realizar auditorías e inspecciones GlobalGap en el país, quienes además ofrecen cursos de formación y capacitación para técnicos del sector agrícola como inspectores y/o auditores internos GlobalGap.

La percepción de calidad y la situación de la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas en Colombia

La difusión de los principios y conceptos de las Buenas Prácticas Agrícolas en Colombia no ha tenido el dinamismo necesario para su implementación real y en la práctica y a nivel generalizado. Las BPA son requeridas para acceder mejor a mercados internacionales actuales y potenciales, junto con una oferta constante, ordenada y con precios competitivos. Por lo tanto hay que integrar además de la

planificación de la producción, la definición de zonas de cultivos, áreas mínimas, determinar economías de escala y demás factores determinantes para el éxito de cualquier agro negocio, para que la aplicación de las BPA sea un paso más en las exigencias del mercado y se asegure su implementación y certificación.

Hasta ahora los técnicos, productores, operarios, estudiantes de disciplinas relacionadas con el sector agropecuario y otros actores de la producción y la comercialización de frutas y hortalizas se han enfocado básicamente en satisfacer la demanda de los consumidores, sin preocuparse por la totalidad de los atributos de calidad que deben tenerse en cuenta en la producción y comercialización de alimentos.

Cabe resaltar que la calidad de un producto se define como el cumplimiento de las especificaciones o requisitos. Este es un concepto dinámico, ya que además de las características visibles de un producto como tamaño, color, peso, apariencia, frescura y la disponibilidad en las cantidades requeridas por el cliente, incorpora aspectos menos evidentes como el nivel nutricional, inocuidad y producción con responsabilidad social y ambiental.

Es evidente que la aplicación del concepto integral de calidad en el subsector de las frutas y hortalizas, en la mayoría de los países proveedores de alimentos, dista todavía de ser una realidad. En Colombia hay verdaderos desarrollos en la aplicación y certificación de estos sistemas de aseguramiento de calidad en cultivos como banano y flores, sin embargo en los últimos años se han dado iniciativas importantes en café y algunos pequeños avances en frutales exóticos de exportación en fresco como uchuva, gulupa, granadilla y bananito.

Aunque los consumidores locales perciben que el consumo de frutas y hortalizas trae beneficios para la salud, también perciben que su consumo puede generar problemas relacionados con los residuos de plaguicidas; otros temas como la mala higiene en la manipulación de estos productos es desconocido casi para la totalidad de los consumidores.

De otra parte, se requiere que el mercado valore los productos que cumplen con los requisitos de las Buenas Prácticas Agrícolas, no tanto en términos de pagar precios más altos por los productos, sino buscando incentivos para motivar su aplicación por los productores como por ejemplo, preferencia de compra o el pago oportuno. Por ahora la mayoría de los productores ven en las BPA una serie de “nuevos” requisitos, inversiones y sobrecostos sin obtener una retribución por su esfuerzo y no

ven el valor agregado que puede tener su aplicación en términos de controlar mejor la producción, capacitar a sus operarios, lograr mejorar su desempeño, y lo que es mejor, ofrecer mejores productos al mercado.

Cabe añadir que las pasifloráceas tienen un alto potencial de comercialización, tanto en el mercado interno como en el de exportación. Productos como granadilla y gulupa han ganado terreno en los últimos años en los supermercados europeos, pues son conocidos cada vez más por los consumidores. Aunque Colombia tiene algunos países competidores, en este momento tiene la oportunidad de demostrarle al mercado externo que los productos colombianos sí pueden cumplir con las exigencias de los clientes.

Implementación y certificación de Buenas Prácticas Agrícolas de grupos de productores PMO

En Colombia una alternativa para lograr implementar y certificar las Buenas Prácticas Agrícolas es trabajar con grupos de productores. Los protocolos de certificación contemplan esta opción que consiste en realizar un trabajo conjunto que asegure que todos los miembros del grupo que implementan BPA cumplen con la normativa, y que, en caso de que algún productor no cumpla, el sistema lo detecta y se toman medidas para que el productor corrija las faltas o salga del grupo. Esta forma de organización permite a los productores medianos y pequeños reducir costos al compartir las actividades de capacitación, infraestructura, asistencia técnica y de esta manera acceder al cumplimiento y certificación.

Es así como los costos de certificación se pueden reducir ostensiblemente debido a que el organismo certificador toma solamente una muestra equivalente a la raíz cuadrada del número total de fincas. Este proceso exige que cada una de las fincas a certificar bajo el grupo cumpla, que el grupo tenga un sistema documental que lo demuestre y que haya un equipo técnico encargado de su operación efectiva.

Qué se está haciendo en relación con Buenas Prácticas Agrícolas en pasifloráceas

En Colombia se vienen adelantando trabajos cuyos resultados pueden tener aplicación directa en la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas, tales como investigaciones en fisiología, problemas fitosanitarios, manejo integrado y poscosecha de gulupa, granadilla, curuba, cholupa y maracuyá: el

documento CONPES (Planeación Nacional con el subsector hortifrutícola y las entidades) aprobado en abril 2008; el trabajo del comité interinstitucional de BPA, coordinado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR; el Proyecto MEGA de la Cámara de Comercio de Bogotá; el proyecto de diseño y puesta en marcha de un sistema de supervisión y certificación de la inocuidad en la producción primaria de especies priorizadas del ICA; las resoluciones oficiales para registro de plaguicidas en cultivos menores del ICA; el proyecto ColombiaGap CCI-BID; el proyecto MIDAS-IICA de gulupa en Boyacá; el programa nacional BPA-SENA; el convenio SENA-ASOHOFRUCOL 00305 de BPA, que apoya proyectos de implementación y certificación de BPA-GlobalGap (C. García, comunicación personal, 2008).

Sin embargo, se necesita tener mayor acceso a la información generada, y continuar principalmente con más investigación aplicada en campo y poscosecha, ampliar el uso registrado de plaguicidas para pasifloráceas y otros “cultivos menores”; continuar derribando mitos respecto a la implementación y certificación con técnicos, productores y estudiantes, para convertir el tema de BPA en un tema de uso cotidiano en Colombia como es considerado en Chile, Costa Rica y otros países. También, incluir en la formación académica del sector agropecuario el tema de Buenas Prácticas, darle valor al esfuerzo del productor por implementar BPA y proveer productos sanos y generar conciencia en el consumidor (H. Collazos, comunicación personal, 2008).

Desde hace más de ocho años algunos importadores europeos, especialmente los del mercado inglés, han solicitado información del manejo de los pesticidas en los cultivos y hecho firmar compromisos por los exportadores para proveerlos de productos que cumplan con los niveles máximos permisibles de residuos y las directrices de la OIT con sus trabajadores.

Gracias a la asesoría, apoyo a la implementación y seguimiento por parte de las compañías exportadoras de frutas exóticas y sus unidades de asistencia técnica, se ha logrado avanzar en el tema de Buenas Prácticas Agrícolas en pasifloráceas en Colombia, aunque su inicio se dio por la exigencia de los clientes europeos desde el año 2001.

Sólo se empezó a implementar EurepGap (ahora GlobalGap) en granadilla y gulupa, consiguiendo desde el año 2003 cartas de cumplimiento de la normativa EurepGap en estos frutales, sin poder dar cumplimiento al uso de plaguicidas

registrados específicos para el cultivo y obteniendo la certificación en unas pocas fincas donde se usan bio-insumos, lo que impide que se obtengan certificados GlobalGap, necesarios para demostrar el cumplimiento de los estándares y lograr confianza en el cliente e incremento de la venta de pasifloráceas (ICA, 2007).

La presencia de problemas fitosanitarios importantes como *Thrips* spp., *Dasiops* spp., *Tetranychus urticae*, *Anastrepha* sp., *Botrytis cinerea*, *Alternaria* sp., *Colletotrichum gloesporioides*, *Pseudomonas* spp., *Nectria haematococca*, en pasifloráceas, hace necesario disponer de plaguicidas registrados para el manejo integral de estos problemas limitantes en Colombia.

En la actualidad hay una necesidad sentida de los exportadores colombianos por los productos como: granadilla, maracuyá, gulupa, cholupa y curuba con certificación GlobalGap para el mercado europeo. La falta de productos certificados esta cerrando las puertas de estos mercados a las pasifloráceas colombianas.

Aunque Colombia tiene grandes ventajas competitivas frente a otros países, para la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas, también se cuenta con debilidades importantes como: no existe la costumbre por parte del productor de llevar registros de sus actividades; muy pocos técnicos capacitados en BPA, lo que dificulta la asistencia técnica especializada; muy pocos plaguicidas registrados para pasifloráceas; la baja asociatividad de los productores que hace difícil la implementación y certificación grupal; el tamaño de los cultivos, ya que al ser tan pequeños, la inversión en infraestructura, asistencia, capacitación, puede llegar a ser muy alta en relación con la producción esperada; la informalidad en la contratación del personal, en especial en las fincas de pequeños y medianos productores; alta rotación de mano de obra hace que la formación a los operarios sea engorrosa, pues los operarios formados no permanecen por periodos largos en las fincas (C. García, comunicación personal, 2008).

En general se han encontrado problemas en la implementación de Buenas Prácticas debido a la organización de los registros, el sistema de archivo de los mismos, el control interno en el caso de grupos de productores, el almacenamiento de insecticidas y pesticidas, el cumplimiento de las normas de higiene, formación y condiciones laborales; los diagnósticos de implementación de BPA se encuentran reflejados en los proyectos derivados del convenio especial de cooperación SENA-ASOHOFRUCOL.

A lo anterior, se suma la falta de cultura sobre el consumo de alimentos sanos por parte de los consumidores colombianos, la poca o nula preocupación de los supermercados y del comercio de frutas y hortalizas por comercializar alimentos que estén libres de residuos de plaguicidas y la falta de formación que se le ha dado a los productores y a los trabajadores agrícolas para iniciar la adopción de estas prácticas.

Se requiere del concurso de los diferentes actores relacionados con la producción y comercialización de pasifloráceas en Colombia, con el fin de avanzar en los temas que afectan la adopción de las Buenas Prácticas Agrícolas, continuar posicionando nuestras frutas en los mercados internacionales y poder ofrecer productos de calidad en el mercado local.

Recomendaciones finales

Es importante que los académicos, técnicos y estudiantes, revisen los contenidos de las normativas de Buenas Prácticas Agrícolas, en especial GlobalGap, e integren esta información técnica y científica con la legislación Colombiana e internacional relacionada; hagan un mayor énfasis en los criterios de calidad del agua, los permisos de uso, los conceptos de Límites Máximos de Residuos (LMR), los plaguicidas prohibidos y restringidos por los clientes, las regulaciones aplicables a las fincas productoras de frutas para exportación, el registro ICA de viveros y la calidad del material vegetal de propagación; la eliminación de envases vacíos de plaguicidas, las regulaciones nacionales para el uso de plaguicidas y los criterios de higiene en la cosecha y poscosecha de frutas y hortalizas.

Finalmente, es necesario que se entienda el objetivo de las Buenas Prácticas Agrícolas. Hay que ofrecer esquemas de formación apropiados para los diferentes actores del proceso y manejar bien la normativa que se quiere implementar, contar con información técnica del cultivo, establecer las necesidades de capacitación e infraestructura y definir un cronograma y presupuesto. Además, se requiere un cambio de cultura y responsabilidad de los productores, operarios, técnicos, la academia, estudiantes, proveedores de insumos, comercializadores y consumidores.

La implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas debe ser a conciencia, que se vea su utilidad y se entiendan sus beneficios. Se debe generar en el productor la costumbre de hacer bien su labor en forma integral, no con

la meta única de conseguir un certificado, sino con la de mejorar la forma de producir alimentos y en este caso especial de producir pasifloráceas con miras al mercado internacional.

Literatura citada

- ASOHOFRUCOL; SENA; SAC. 2007. Manejo integrado de cultivos hortofrutícolas. Bogotá.
- Fairmatch support. 2008. Documents and certification systems. En: Fairmatch support, <http://www.fairmatchsupport.nl>; consulta: abril de 2008.
- GlobalGap. 2007. Puntos de control y criterios de cumplimiento aseguramiento integrado de fincas modulo para frutas y hortalizas. Versión 3.0-2. En: GlobalG.A.P., <http://www.globalgap.org>; consulta: abril de 2008.
- ICA. 2007. Resolución No. 2668 de 2007, por la cual se dictan disposiciones para la ampliación de uso temporal de plaguicidas químicos, bioinsumos y extractos vegetales de uso agrícola para su uso en cultivos menores. Bogotá.
- ICONTEC. 2005. Norma Técnica Colombiana NTC 5400, Buenas Prácticas Agrícolas para frutas, hierbas aromáticas culinarias y hortalizas frescas. Bogotá.
- Izquierdo, J., F. M. Rodríguez y M. Durán. 2007. Buenas prácticas agrícolas para la agricultura familiar. Manual FAO, Santiago.

Enfermedades importantes de las pasifloráceas en Colombia

Important diseases of Passifloraceae in Colombia

JAIRO CASTAÑO-ZAPATA¹

Resumen

A la familia Passifloraceae pertenecen alrededor de 630-660 especies y entre 17-18 géneros. El género más importante *Passiflora*, contiene entre 500-530 especies, todas nativas de los trópicos de América. Algunas especies son ornamentales y las de mayor importancia son las que producen frutos comestibles. Las especies más utilizadas en los trópicos y subtrópicos son el maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*), la granadilla (*P. ligularis* Juss.), la curuba (*P. tripartita* var. *mollissima*) y la gulupa (*P. edulis* Sims). Como todas las especies cultivadas, las pasifloráceas son severamente afectadas por enfermedades causadas por hongos, bacterias, nematodos y virus, siendo los primeros de efectos más devastadores. De las 16 enfermedades más importantes registradas en Colombia, en 13 están asociadas con hongos, en 11 los nematodos están relacionados, dos con bacterias y dos con virus; siendo la secadera, la bacteriosis, el nematodo nodulador de raíces y el virus de mosaico de la soya (*Soybean mosaic virus* (SMV)), las más importantes. En ausencia de variedades resistentes, es necesario tomar medidas de manejo, las cuales pueden ser de tipo cultural, químico o biológico. Ninguna práctica por si sola garantiza un manejo efectivo de cualquier enfermedad; de ahí, que lo más recomendable es el manejo integrado.

Palabras clave: maracuyá, granadilla, hongos, bacterias, nematodos, virus, manejo integrado.

¹ Profesor titular, Departamento de Fitotecnía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales (Colombia). e-mail: jairo.castaño_z@ucaldas.edu.co

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 pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

Abstract

The family Passifloraceae comprises approximately 630-660 species and 17-18 genera. The most important genus *Passiflora* contains about 500-530 species, which are native of the American tropics. Some species are ornamental crops and the most important are those that produce edible fruits. The species more used in the tropics and subtropics are: yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*), sweet granadilla (*P. ligularis* Juss.), banana passion fruit (*P. tripartita* var. *mollissima*), and purple passion fruit (*P. edulis* Sims.). As all cultivated species, these are severely affected by diseases caused by fungi, bacteria, nematodes and viruses, being the first the most devastating plague. Of the 16 more important diseases registered in Colombia, 13 are associated with fungi, 11 with nematodes, two with bacteria and two with nematodes, being the dryness or wilting disease, bacterial spot, root-knot nematodes and soybean mosaic virus the most important ones. In absence of resistant varieties, it is necessary to take control measures, which can be cultural, chemical or biological. No practice alone is enough to guarantee an effective management of any disease, and, therefore, the control must be integrated.

Keywords: yellow passion fruit, sweet granadilla, fungi, bacteria, nematodes, virus, integrate management.

Introducción

Las enfermedades de las plantas son importantes al ser humano porque causan daño a ellas y a sus productos. Para millones de humanos de este planeta que aún dependen de sus propias plantas para sobrevivir, las enfermedades de las plantas pueden establecer la diferencia entre una vida feliz y una vida frecuentada por hambre, o pueden aún resultar en muerte. Por ejemplo, las estadísticas indican que en el mundo cada 3 segundos muere un ser humano por hambre. La muerte por hambre de alrededor de un millón de irlandeses entre 1845 y 1851 a causa de una epidemia del tizón tardío de la papa, causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, y la muerte continua de millones de humanos en los países en vía de desarrollo, especialmente en África, son ejemplos clásicos de las consecuencias de las enfermedades de plantas (Castaño-Zapata, 1994).

Se conocen más de 50.000 enfermedades que afectan a las plantas de importancia económica, incluyendo a las pasifloráceas, como la curuba (*Passiflora*

tripartita var. *mollissima* H.B.K. Bailey), granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.), gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) y maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). En estas especies, las enfermedades resultan en pérdidas en los cultivos o pérdidas en la economía en una o varias formas (Castaño-Zapata, 1994):

Reducción en el rendimiento

Muchos patógenos actúan directa o indirectamente sobre la planta reduciendo el rendimiento. En Perú, los problemas fitosanitarios del maracuyá afectan considerablemente la producción, la cual puede oscilar entre 25 y 30% (Lecaros, 1982). En Colombia, en 1996 sólo en el departamento de Antioquia, la secadera, causada por *Nectria haematococca* Berk. & Broome, devastó 400 ha de granadilla (Tamayo y Varón, 1996) y; en el Valle del Cauca, esta misma enfermedad se ha registrado causar pérdidas de plantas entre 90 y 100% (Torres *et al.*, 2000).

Reducción de la calidad

Un impacto bastante importante de los patógenos de plantas es sobre la calidad del producto cosechado. Por ejemplo, la roña de los frutos de maracuyá, causada por *Cladosporium herbarum* (Pers.:Fr.) Link, ha tenido incidencias entre 79 y 100% (Torres *et al.*, 2000), demeritando la calidad de los frutos.

Contaminación del suelo

Algunos patógenos causan pérdidas indirectas debido a la contaminación o infestación del suelo con estructuras reproductivas o de reposo del patógeno. El aumento de la población de inóculo de un patógeno en el suelo lo torna eventualmente inapropiado para la siembra de un cultivo susceptible en particular y requiere bien sea medidas de control directo, tal como tratamiento químico del suelo, u otra medida como la rotación de cultivos (Castaño-Zapata, 1994). Un buen ejemplo en pasifloráceas es *N. haematococca*, cuyo anamorfo *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., produce estructuras de reposo denominadas clamidosporas, las cuales pueden sobrevivir en el suelo por varios años.

Pérdidas de poscosecha

Otras pérdidas importantes ocurren debido a la deterioración de productos agrícolas después de la cosecha. En pasifloráceas es común en poscosecha la antracnosis, causada por *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spauld. & H. Schrenk,

anamorfo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. Por ejemplo, en el departamento de Boyacá, se ha registrado que la antracnosis es responsable del 50% del ataque de frutos de curuba (Jácome y Barreto, 1984).

Costos de control

Los costos de control de enfermedades son con frecuencia desapercibidos, pero en la actualidad constituyen una de las mayores pérdidas (Castaño-Zapata, 1994). Si un agricultor asperja su cultivo de maracuyá semanalmente con fungicidas cúpricos para prevenir daños por bacteriosis o mancha bacterial causada por *Xanthomonas campestris* (Pammel) Dowson pv. *passiflorae* Pereira, enfermedad endémica en muchas regiones productoras de maracuyá en Colombia (Botero *et al.*, 1998; Castillo y Granada, 1995), este costo de control debe ser reflejado en un incremento de precio al mayorista, al intermediario, y eventualmente al consumidor. En general, a mayor número de aspersiones de plaguicidas, mayor es el incremento en los costos de producción (Castaño-Zapata, 1994).

Predisposición a otras enfermedades

Es común observar como algunos factores bióticos o abióticos pueden causar pérdidas indirectas en el sentido de que pueden predisponer a una planta enferma a ataques subsecuentes por otros patógenos. Por ejemplo, muchos nematodos que atacan a las raíces de plantas debilitan a éstas o causan daños que permiten la entrada de hongos pudridores de raíces (Castaño-Zapata, 1994). El proceso de colonización de *Fusarium oxysporum* Schlechtend.:Fr. en presencia de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood ha sido estudiado en detalle por Webster (1985). *M. javanica* y *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, se encuentran entre los nematodos asociados al maracuyá en Colombia (Sánchez *et al.*, 1993) siendo el segundo más importante en el Valle del Cauca. Varón de Agudelo (1992) indica que *Rhizoctonia* DC. y *Fusarium* Link:Fr. pueden inducir mortalidad de plantas de maracuyá en vivero. Sánchez *et al.* (1993) al hacer la inoculación conjunta de *R. reniformis* y *Rhizoctonia* spp. obtuvieron un incremento en mortalidad hasta un 20%. Estos mismos investigadores observaron mortalidad de plántulas en viveros de maracuyá que tenían poblaciones altas del nematodo, observando además síntomas de infección por *Rhizoctonia*, lo cual indica que el nematodo al alimentarse, facilita la entrada del hongo a la planta. En granadilla, se ha demostrado que nematodos como *Meloidogyne* Go-

eldi y *Pratylenchus* Thorne, predisponen a las plantas al ataque de *F. oxysporum* (Berrío y Vivi, 1997).

Principales enfermedades de las pasifloráceas

Enfermedad, se define como una interacción dinámica entre un patógeno, un hospedante y el medio ambiente, el cual causa en el hospedante cambios anormales de tipo fisiológico y a menudo morfológico. Por lo tanto, enfermedad no es una propiedad del hospedante, sino más bien, un producto de la interacción del hospedante y el patógeno bajo un ambiente dado (Castaño-Zapata, 1994). Hongos, bacterias, nematodos y virus han sido registrados causando enfermedades en pasifloráceas en Colombia (tabla1).

Las 16 enfermedades más importantes registradas en Colombia, se encuentran asociadas con hongos 13, nematodos 11, bacterias dos y virus dos, siendo la secadera (*Nectria haematococca*), la bacteriosis o mancha bacterial (*Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*), la nodulación de raíces (*Meloidogyne* spp.) y el virus del mosaico de la soya (*Soybean mosaic virus* (SMV)) o virus de la hoja morada, las más importantes.

Principales enfermedades causadas por hongos

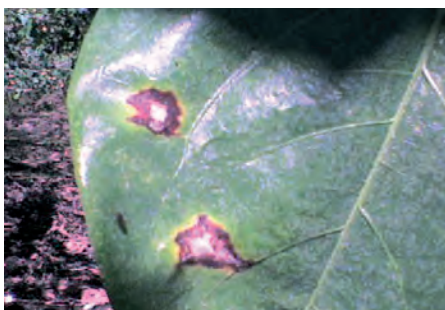
Mal del talluelo (*Phytophthora* de Bary, *Pythium* Pringsh., *Rhizoctonia* DC.).

Síntomas: los síntomas de la enfermedad pueden ser pre o postemergentes. En el primer caso, ocasiona la pudrición de las semillas y reduce la germinación; en el segundo caso, provoca retardo en el crecimiento y muerte repentina de las plántulas. Los patógenos invaden los tejidos del cuello de las plántulas, causando una lesión necrótica y estrangulamiento de ellas, provocando su doblamiento y muerte posterior. Estos tres hongos atacan en viveros. La enfermedad es principalmente favorecida por excesos de agua y alta densidad de siembra.

Agentes causantes: *Phytophthora* y *Pythium*, pertenecen al reino Chromista (=Stramenopila), phylum Oomycota, clase Oomycetes, orden Peronosporales, familia Pythiaceae. Ambos hongos producen micelio cenocítico blanco de crecimiento rápido, el cual da origen a un esporangióforo, el que a su vez produce esporangios. En *Phytophthora*, las zoosporas se producen directamente dentro del esporangio y, en *Pythium*, ellas se producen dentro de una vesícula, la cual consiste en un esporangio secundario en forma de balón. Los esporangios



Mal del talluelo
(*Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Phytophthora* spp.).
Foto: M. Aristizábal



Mancha parda (*Alternaria passiflorae*).
Foto: E. Montes



Moho gris (*Botrytis cinerea*).
Foto M. Aristizabal



Antracnosis (*Glomerella cingulata*).
Foto: D. Miranda



Virus de la hoja morada (Potyvirus).
Fotos: D. Miranda

FIGURA 1. Síntomas de las principales enfermedades de las pasifloráceas.

TABLA 1. Principales enfermedades registradas en pasifloráceas en zonas productoras de Colombia.

Enfermedad	Tejido afectado	Agente causante	Referencia
Mal del talluelo	Plántulas	<i>Phytophthora</i> de Bary <i>Pythium</i> Prigsh. <i>Rhizoctonia</i> DC.	Farr <i>et al.</i> , 1989; Tamayo y Morales, 1999; Tamayo <i>et al.</i> , 1999; Torres <i>et al.</i> , 2000
Secadera o marchitamiento vascular	Raíces	<i>Nectria haematococca</i> Berk. y Broome, anamorfo <i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	Londoño <i>et al.</i> , 1989; Bernal, 1999; Tamayo, 1999; Torres <i>et al.</i> , 2000
Lesiones radiculares	Raíces	<i>Rotylenchulus reniformis</i> Linford y Oliveira <i>Helicotylenchus dihystreroideis</i> Siddiqi <i>Tylenchorhynchus</i> Cobb <i>Meloidogyne</i> Goeldi <i>Pratylenchus</i> Thorne <i>Aphelenchus</i> Bastian <i>Criconebella</i> De Grisse y Loof <i>Xiphinema</i> Cobb <i>Hoplotylus</i> s'Jacobs <i>Paratylenchus</i> Micolettzky <i>Trichodorus</i> Cobb	Sánchez <i>et al.</i> , 1993; Vargas <i>et al.</i> , 2002
Agalla de la corona	Tallos	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> (Smith & Townsend) Conn.	Botero <i>et al.</i> , 1998
Muerte descendente	Tallos y ramas	<i>Colletotrichum</i> Corda	Torres <i>et al.</i> , 2000
Mancha parda	Hojas y frutos	<i>Alternaria passiflorae</i> J.H. Simmonds	Chacón, 1991; Torres <i>et al.</i> , 2000
Ojo de pollo	Hojas	<i>Phomopsis</i> (Sacc.) Bubák	Castrillón, 1992; Tamayo y Morales, 1999; Soler y Santamaría, 2007
Cercosporiasis	Hojas	<i>Cercospora passiflorae</i> Muller y Chupp	Castaño-Zapata, 2005 (registro no publicado)
Mildeo polvoso	Hojas	<i>Erysiphe polygoni</i> DC., anamorfo, <i>Oidium</i> Link	Farr <i>et al.</i> , 1989; Tamayo y Pardo, 2000
Mildeo blanco	Hojas	<i>Ovulariopsis</i> Pat. y Har.	Tamayo y Pardo, 2000

Enfermedad	Tejido afectado	Agente causante	Referencia
Bacteriosis o mancha bacterial	Hojas	<i>Xanthomonas campestris</i> (Pammel) Dowson pv. <i>passiflorae</i> Pereira	Granada, 1990; Castillo y Granada, 1995; Botero <i>et al.</i> , 1998; Torres <i>et al.</i> , 2000
Virus del mosaico de la soya (SMV) o virus de la hoja morada	Hojas	Potyvirus	Varón de Agudelo <i>et al.</i> , 1992; Chávez <i>et al.</i> , 1999; Castillo <i>et al.</i> , 2001; Morales <i>et al.</i> , 2001
Virus del mosaico amarillo del maracuyá (PYMV)	Hojas	Tymovirus	Varón de Agudelo <i>et al.</i> , 1992; Chávez <i>et al.</i> , 1999; Morales <i>et al.</i> , 2001
Moho gris	Flores	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.:Fr.	Tamayo y Bernal, 2001; Soler y Santamaría, 2007
Moho negro	Flores	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.:Fr.) Vuill.	Rivera <i>et al.</i> , 2002
Roña	Frutos	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.:Fr.) Link	Castañó, 1978; Torres <i>et al.</i> , 2000; Soler y Santamaría, 2007

pueden germinar directamente produciendo uno o varios tubos germinativos, o las zoosporas se liberan, luego se enquistan y al germinar producen un tubo germinativo. Ambos pueden infectar los tejidos del hospedante (Agrios, 2005). El micelio de ambos hongos puede formar un anteridio y un oogonio, los cuales dan origen a las oosporas, estructuras de resistencia, que al germinar producen un esporangio. Las oosporas, de origen sexual, pueden permanecer viables por varios años (Agrios, 2005).

Epidemiología: la enfermedad se inicia cuando cualquiera de los patógenos penetra en los tejidos de la planta a través de heridas causadas durante las labores de cultivo. Se inicia la formación de esporangios, los cuales producen las zoosporas, que son de origen asexual, iniciando de nuevo el ciclo patológico.

El otro hongo asociado con el mal del talluelo: *Rhizoctonia*, pertenece al reino Hongos, phylum Deuteromycota, clase Hyphomycetes, orden Agonomycetales, familia Agonomycetaceae (Agrios, 2005). Las hifas de este hongo pueden producir anastomosis, es decir, puede ocurrir fusión de ellas, debido a este fenómeno, los aislamientos usualmente se agrupan en función de esta característica. El micelio, característicamente grueso y de color café, tiene un diámetro que oscila entre 8 a 10 μ . La característica más típica de las hifas de *Rhizoctonia* es su ramificación en ángulo recto, con una constricción en el punto de origen de la ramificación (Agrios, 2005).

Epidemiología: el hongo sobrevive como micelio o esclerocios en el suelo y residuos de plantas enfermas. El patógeno es dispersado a través de lluvias, riego, herramientas y cualquier otro medio que lleve suelo infestado (Agrios, 2005). Para muchas razas del hongo, la temperatura óptima para causar infección es de 15 a 18°C, disminuyendo a medida que la temperatura del suelo aumenta. La enfermedad es más severa en suelos moderadamente húmedos que en suelos secos (Agrios, 2005). Al germinar los esclerocios, el hongo invade los tejidos de las plántulas, en particular a través de heridas. Durante la etapa de crecimiento de las plántulas, hay ataque de tejidos nuevos y formación de esclerocios sobre estos (Agrios, 2005).

Manejo: el manejo del mal del talluelo, debe ser preventivo mediante tratamiento físico, químico o biológico. Se debe evitar encharcamientos de agua y daños a las raíces, ventilar bien el vivero, y reducir la densidad de siembra para que penetre el sol. Para *Pythium* y *Phytophthora*, se puede aplicar fosetil-Al

y para controlar los tres hongos, una mezcla de propamocarb + carbendazim. También se recomienda sulfato de cobre pentahidratado líquido o productos a base de *Burkholderia cepacia* W. Burkholder o *Trichoderma* Persoon (Agrobio-lógicos SAFER, sf.).

Secadera (*Nectria haematococca* Berk. & Broome, anamorfo *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.).

Síntomas: la enfermedad afecta a las plantas en cualquier estado de desarrollo, aunque las plantas se tornan más resistentes con la edad (Manicom *et al.*, 2003). Los primeros síntomas se presentan en plántulas de 20 a 30 días de emergidas: las plántulas detienen su desarrollo y se defolian las hojas más viejas. En el lugar de la inserción de la hoja con el tallo se observa una necrosis de color marrón que con el tiempo avanza hacia arriba cubriendo parcialmente el tallo. Cuando la necrosis cubre todo el tallo causa clorosis, marchitez de las hojas y muerte de la plántula (Tamayo, 1999). En plantas adultas, la Secadera se ubica principalmente en el cuello de la raíz, afecta la corteza, tapona los haces vasculares del xilema, impide la translocación de agua y nutrimentos y causa marchitamiento de las hojas, arrugamiento de los frutos y finalmente muerte de las plantas (Bernal, 1990). Se presenta con mayor incidencia en suelos mal drenados y en plantas con heridas en la base del tallo o raíces (Berrío y Vivi, 1997).

Agente causante: *Nectria*, pertenece al reino de los Hongos, phylum Ascomycota, clase Pyrenomycetes, orden Hypocreales, familia Hypocreaceae (Noyd, 2000). El hongo produce peritecios en grupos sobre un estroma de color brillante. Dentro de los peritecios produce ascas, las cuales tienen ocho ascosporas hialinas y bicelulares (Manicom *et al.*, 2003). El estado anamorfo *Fusarium solani*, produce tres clases de esporas asexuales: microconidias, las cuales tienen 1 o 2 células, son las más frecuentes y abundantes; macroconidias, son las conidias típicas de *Fusarium* con 3 a 5 células, curvas y puntiagudas al final; y las clamidosporas, de pared gruesa, las cuales pueden sobrevivir en el suelo por largos períodos de tiempo (Agrios, 2005).

Epidemiología: el hongo tiene su hábitat en el suelo y en plantas infectadas como micelio y en las tres formas de esporas. Su dispersión a distancias cortas es por medio del agua y herramientas infestadas. Cuando las plantas crecen en suelos infestados por el hongo, el tubo germinativo penetra directamente las raíces o a través de heridas. El micelio avanza por la corteza de las raíces inter-

celularmente y alcanza los vasos del xilema. El micelio viaja a través del xilema al tallo y corona de la planta, produciendo microconidias. Cuando las hojas transpiran más que las raíces y tallos se puede desplazar a ellos, los estomas se cierran, las hojas se marchitan y finalmente mueren, seguido de la muerte de la planta. El hongo invade todos los tejidos de la planta, alcanza la superficie de la planta muerta y empieza a esporular. Las esporas pueden ser diseminadas a otras plantas mediante el viento y el agua (Agrios, 2005). El hongo puede ser diseminado a través de la semilla (Leal, 1999). Hormigas de los géneros *Solenopsis* Westwood y *Crematogaster* Lund, pueden desempeñar un papel muy importante en el desarrollo de la enfermedad (Cedeño *et al.*, 1990).

Manejo: es importante emplear semilla libre de la enfermedad. Debido a que el hábitat del agente causante es el suelo, su manejo debe ser preventivo mediante tratamiento físico o químico del suelo que se va a emplear para la preparación de semilleros y almácigos (Cardona y Bernal, 1993). Se recomienda tratar la semilla con fungicidas sistémicos como benomil y desinfectar el suelo para el almácigo mediante solarización o con un fumigante como dazomet. Debido a que las heridas tienen un gran efecto sobre la enfermedad, se deben evitar durante las labores culturales (Manicom *et al.*, 2003). Las plántulas enfermas se deben eliminar y retirar del sitio. Productos como captan, sulfato de cobre, metil tiofanato y prochloraz, son efectivos para manejar la enfermedad en almácigos (Acosta y Arcila, 1993). Cuando el hongo ataca plantas adultas, se recomienda erradicarlas y tratar el suelo con un fungicida como benomil y encalar, dejando el sitio libre durante 6 meses; se debe evitar encharcamientos y manejar adecuadamente el agua de escorrentía. Un control curativo consiste en aplicaciones localizadas de cicatrizante hormonal (clorporifos+oxicloruro de cobre+ANA), captafol, pasta bordelesa o cristal de sábila. Productos biológicos a base de *Burkholderia cepacia* y *Trichoderma* spp. son efectivos para el manejo preventivo de la Secadera (Agrobiológicos SAFER, sf.).

Mancha parda (*Alternaria passiflorae* J.H. Simmonds)

Síntomas: el hongo ataca hojas y frutos. En las hojas se producen manchas de color pardo rojizo de aproximadamente 5 mm de diámetro y en los frutos lesiones necróticas también de color pardo rojizo y hundidas que exceden 1 cm de diámetro (Manicom *et al.*, 2003). Cuando el hongo progresa, las lesiones se agrandan y forman anillos concéntricos muy característicos (Vásquez y Chacón,

1989), y producen defoliación severa de las plantas. Tanto los conidióforos como las conidias se forman en el centro de la lesión (Manicom *et al.*, 2003).

Agente causante: *Alternaria*, pertenece al reino Hongos, phylum Deuteromycota, clase Hyphomycetes, orden Moniliales, familia Dematiaceae (Noyd, 2000). El hongo se caracteriza por tener micelio de color oscuro, conidióforos rectos, simples y cortos. Las conidias son largas, grandes, oscuras, con forma de pera y multicelulares, con septas transversales y longitudinales (Agrios, 2005).

Epidemiología: el hongo sobrevive como micelio o esporas en residuos de plantas enfermas y semillas. Cuando es transportado en la semilla, puede atacar a las plántulas causando daño en los tallos. En épocas lluviosas se produce esporas abundantes. Estas germinan y penetran directamente o a través de heridas en los tejidos susceptibles, produciendo nuevas esporas, las cuales son fácilmente dispersadas por el agua o el viento, repitiéndose así el ciclo (Agrios, 2005).

Manejo: para el manejo cultural de la enfermedad se recomienda no colocar las espalderas en contra del viento, para permitir buena aireación y reducir la alta humedad relativa que se forma entre el follaje y, como manejo químico, aplicar productos protectantes a base de cobre como oxiclورو o sulfato de cobre, o sistémicos como difeconazole y tebuconazole (Thomson, 2007).

Ojo de pollo (*Phomopsis* (Sacc.) Bubák)

Síntomas: la enfermedad tiene su mayor incidencia en los órganos tiernos de la planta, desde hojas, tallos, brácteas y botones florales, hasta frutos en formación (Castrillón, 1992). En las hojas, el hongo produce manchas circulares de color pardo, rodeadas de un halo amarillo; el centro es de color café claro y sobre él se pueden observar los cuerpos fructíferos del hongo, los cuales consisten de picnidios. En estados avanzados de la enfermedad, es común observar el desprendimiento del centro de la lesión. Las brácteas presentan una o dos lesiones hundidas, con aspecto húmedo, forma redondeada y color pardo. En frutos pequeños, las lesiones son similares y en frutos ya formados se produce una reacción de hipersensibilidad que da lugar a la formación de una roseta de consistencia coriácea y de color café oscuro.

Agente causante: *Phomopsis*, pertenece al reino Hongos, phylum Deuteromycota, clase Coelomycetes, orden Sphaeropsidales, familia Sphaeropsidaceae (Noyd, 2000). El hongo produce picnidios globosos, oscuros, ostíolados e inmersos en

los tejidos, dentro de los cuales se forman dos tipos de conidias: unas ovaladas a fusiformes y las otras, filiformes y curvas, denominadas estilosporas (Barnett y Hunter, 1998).

Epidemiología: El hongo es considerado un patógeno débil que requiere condiciones ambientales muy específicas de alta humedad relativa y vientos fuertes para su diseminación. Bajo estas condiciones las conidias emergen a través del ostíolo y son diseminadas por el viento o por salpique de agua de lluvia, infectando todos los estados de desarrollo de las plantas, sobre los que esporula, repitiéndose el ciclo.

Manejo: realizar podas oportunas para mantener el cultivo aireado y bajar la humedad relativa; así mismo, conservar el cultivo libre de arvenses. En plantaciones afectadas, se debe remover y quemar de los tejidos enfermos y aplicar pastas cicatrizantes a base de sulfato de cobre (pasta bordelesa). Benomil y mancozeb en rotación con benomil y clorotalonil tienen un buen efecto en aspersiones aéreas (Berrío y Vivi, 1997).

Moho gris (*Botrytis cinerea* Pers.:Fr.)

Síntomas: Cuando el hongo ataca botones florales y frutos, se observa una masa de esporas de color gris, de ahí el nombre de la enfermedad. Bajo condiciones ambientales favorables, en particular alta humedad relativa, el hongo puede causar pérdidas de estructuras florales superiores al 50%. En frutos recién formados, el hongo afecta el pedúnculo y la base del fruto (Tamayo y Bernal, 2001).

Agente causante: *Botrytis*, pertenece al reino Hongos, phylum Deuteromycota, clase Hyphomycetes, orden Moniliales, familia *Moniliaceae* (Noyd, 2000). El hongo produce abundante micelio del cual emergen conidióforos largos y ramificados, cuyas células apicales redondeadas producen racimos de conidias ovoides, unicelulares, que se asemejan a un racimo de uvas, incoloras o de color gris o café (Barnett y Hunter, 1998).

Epidemiología: el hongo penetra a través de heridas (cicatrices florales, picaduras de insectos y cualquier otro daño físico) y se desarrolla rápidamente en tejidos senescentes o muertos (Tamayo y Bernal, 2001). El patógeno libera fácilmente las conidias cuando el clima es húmedo, luego, estas son diseminadas por el viento, repitiendo el ciclo. El hongo produce esclerocios, los cuales sobreviven por largos periodos de tiempo en residuos de cosecha.

Manejo: dentro de las prácticas culturales se recomienda eliminar tejidos enfermos, realizar podas permanentes para conservar el cultivo aireado y mantener el cultivo libre de malezas para evitar el incremento de la humedad relativa. Existen excelentes productos químicos para manejar eficientemente el moho gris, tales como fluazinam, thiabendazole o mezclas de fludioxonil+ciprodinil y fenhexamid+tebuconazole (Thomson, 2007). Para el control biológico en cultivos hortofructícolas se conocen productos promisorios a base de *Burkholderia cepacia* y *Trichoderma* spp. (Agrobiológicos SAFER, sf.).

Roña (*Cladosporium herbarum* (Pers.:Fr.) Link)

Síntomas: en las hojas los síntomas se manifiestan como lesiones circulares de 3-5 mm de diámetro. Inicialmente las lesiones se rodean de un halo amarillo, pero con el tiempo se tornan de color rojizo. En las guías, las lesiones son longitudinales formando una ralladura de color marrón semejante a una canoa. En los frutos, los síntomas se inician como una decoloración de los tejidos y estos se vuelven acuosos, luego con el secamiento de los tejidos aparecen lesiones en forma de verrugas. La enfermedad se limita a atacar la parte externa de los frutos.

Agente causante: *Cladosporium* pertenece al reino Hongos, phylum Deuteromycota, clase Hyphomycetes, orden Moniliales, familia Dematiaceae (Noyd, 2000). El hongo presenta inicialmente un micelio hialino que después se vuelve verde oliva a negro, con conidióforos ramificados que producen conidias terminales uni o bicelulares y de color oscuro, las cuales varían en tamaño y forma (Barnett y Hunter, 1998).

Epidemiología: la diseminación del hongo ocurre a través de herramientas infestadas, por el viento y lluvias. Para que ocurra infección, es necesario que la humedad relativa y la temperatura sean altas (28-30°C). El patógeno sobrevive como micelio o conidias en tejidos enfermos y se dispersa a hojas, ramas y frutos nuevos.

Manejo: entre las prácticas culturales se recomienda utilizar semilla certificada, realizar podas periódicas de limpieza y recolectar las ramas y frutos enfermos. Cuando se requiere emplear productos químicos se puede emplear fungicidas protectantes como captan, clorotalonil, oxicloruro de cobre o propineb, o sistémicos como metil tiofanato, benomil, azoxystrobin o difeconazole (Thomson, 2007).

Principal enfermedad causada por nematodos

Aunque hace 15 años se registró a *R. reniformis* y *Helicotylenchus dihysteroides* Siddiqi como las especies más importantes de los cultivos de maracuyá en los departamentos del Valle del Cauca, Cauca y Caldas (Sánchez *et al.*, 1993), estudios recientes indican que en los cultivos de granadilla de los departamentos del Valle del Cauca, Antioquia y Quindío, el nematodo fitoparásito más importante es *Meloidogyne* spp. [*M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood], *M. hapla* Chitwood y *M. javanica*), causando nudosidades de las raíces (Tamayo, 2001; Vargas *et al.*, 2002).

Síntomas: las raíces pueden ser atacadas en cualquier estado de desarrollo, incluso en las etapas de semillero y almácigo. En estos últimos, las plántulas se retrasan y los síntomas sólo se detectan al momento del trasplante al sitio definitivo (Tamayo y Morales, 1999). *Meloidogyne*, ataca las raíces produciendo nódulos en los lugares afectados, lo que impide la absorción de agua y nutrientes (Berrío y Vivi, 1997).

Agente causante: *Meloidogyne*, pertenece al reino Animal, phylum Nematodos, clase Secernentea, orden Tylenchida, superfamilia Aphelenchoidea, familia Heteroderidae (Thorne, 1961). Este nematodo tiene un marcado dimorfismo sexual. Los machos son filiformes y las hembras adquieren una forma de pera. Las hembras así como las larvas en su tercera y cuarta edad son endoparásitos sedentarios. Los machos y las larvas de la segunda edad son migratorios y pueden encontrarse en el suelo (Thorne, 1961).

Epidemiología: las larvas recién incubadas que se hallan en el suelo, son delgadas, de 0,4 a 0,5 mm de longitud y se encuentran en el segundo estado larvario, habiendo mudado mientras estaban en el huevo. Debido a que su estilote es aún débil, es limitada su capacidad para penetrar en los tejidos de las plantas. Muchas de ellas entran por los extremos de las raicillas, o cerca de sus extremos. Son parásitos sedentarios y, una vez que se alojan dentro de los tejidos de la planta, permanecen allí. El macho es un parásito sedentario únicamente durante su desarrollo larval. La hembra es un parásito sedentario en todo su desarrollo larvario y durante toda su vida adulta.

Después de vivir como parásito durante 2 o 3 semanas, el macho muda tres veces en sucesión rápida y sufre una metamorfosis, de la cual surge un gusano delgado con la forma típica de nematodo. La hembra sufre las mismas mudas que

el macho. La hembra continua su desarrollo, aumentando en su circunferencia o perímetro y, en cierto modo, en su longitud, hasta que llega a adquirir la forma de pera. Las hembras comienzan a depositar huevos después de 20 a 30 días después de haber penetrado como larvas y secretan una substancia gelatinosa y enseguida depositan los huevos sobre la misma, manteniéndolos unidos y formando con ella una cubierta protectora. Para el tiempo en que la hembra comienza a depositar los huevos, los tejidos vegetales que la rodean han alcanzado ya un estado de desarrollo que hace imposible que las larvas se establezcan y sobrevivan en ellos. Todas las larvas emigran dentro de la tierra y buscan nuevas raíces.

Manejo: el manejo de *Meloidogyne* debe ser preventivo, en las etapas de semillero y almacigo. Se debe desinfectar el suelo a través de solarización o fumigantes como dazomet (Tamayo y Morales, 1999). La rotación de cultivos es otra práctica que puede ayudar al manejo del nematodo, aunque se debe evitar rotar con plantas de las familias Solanaceae, Rubiaceae y Musaceae (Berrío y Vivi, 1997). El insecticida-nematicida carbofuran, controla eficientemente a este nematodo (Bernal, 1990; Torrado-Jaime y Castaño-Zapata, 2004). El producto biológico Micosplag® WP [*Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. 5% + *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin 5% + *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson 10%], mostró tener un gran efecto sobre este nematodo en plátano (Torrado-Jaime y Castaño-Zapata, 2004). Biostat® WP, otro producto biológico a base de *P. lilacinus*, mostró gran efectividad contra este nematodo en plátano Dominico Hartón (Franco y Castaño-Zapata, 2002). En adición a estos hongos, Tamayo *et al.* (1999), registran a *Verticillium chlamidosporium* Goddard ser efectivo para reducir poblaciones de *Meloidogyne* en granadilla. La adición de materia orgánica ayuda a su control al incrementar la población de nematodos saprófitos (Berrío y Vivi, 1997).

Principales enfermedades causadas por bacterias

Bacteriosis o Mancha bacterial (*Xanthomonas campestris* (Pammel) Dowson pv. *passiflorae* Pereira)

Síntomas: las lesiones se inician como pequeñas manchas amarillentas de apariencia húmeda o aceitosa al observarse por el envés. Bajo condiciones favorables la lesión crece produciendo por lo general un halo amarillo y alcanzando un diámetro de 1 cm (Manicom *et al.*, 2003). El tejido afectado se torna flácido y de tonalidad opaca previa a la manifestación de necrosis (Granada, 1990). Las lesiones se pueden presentar en cualquier lugar de la lámina foliar, pero son más comunes a lo largo de los márgenes.

Agente causante: *Xanthomonas*, pertenece a reino Prokaryotae, división Gracilicutes, clase Proteobacteria, familia *Pseudomonadaceae* (Goto, 1990). La bacteria tiene forma de varillas rectas, mide entre 0,5 x 1,50 µm, es aeróbica y tiene un flagelo polar (Bradbury, 1986). La bacteria en el medio de extracto de levadura-dextrosa-agar produce un pigmento amarillo, el cual se conoce como xanthomonadina. La mayoría de las especies crecen muy despacio. Todas las especies son patógenas de plantas o material vegetal. La bacteria es Gram-negativa (Goto, 1990).

Epidemiología: la bacteria penetra fundamentalmente a través de las estomas e hidátodos. Bajo condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad, esta produce defoliación severa de las plantas. Inicialmente las lesiones son pequeñas, ligeramente amarillentas y de apariencia húmeda aceitosa al ser observadas en el envés de las hojas. En condiciones favorables como alta humedad relativa, agua libre sobre la superficie y lluvias frecuentes (Manicom *et al.*, 2003), las lesiones se desarrollan en forma rápida y generalmente originan un halo amarillo, el tejido afectado se torna flácido y de tonalidad opaca antes de la manifestación del añublo. En condiciones de alta humedad relativa la bacteria exuda profusamente y el tejido enfermo adquiere apariencia húmeda. La bacteria se disemina fácilmente a través del agua. A mayor concentración de la bacteria, menor es el periodo de incubación y viceversa y, es favorecida por exceso de nitrógeno (Botero *et al.*, 2006).

Manejo: el manejo de la Bacteriosis debe ser preventivo. Tanto semillas como plántulas deben provenir de plantas sanas y en lo posible de áreas libres de la enfermedad. Alternativamente, las semillas se deben tratar a 50°C durante 15-30 minutos (Dias, 1990). El control químico está basado en el uso de mezclas de cúpricos y fungicidas carbamatos. Aspersiones foliares con productos como estreptomicina, oxitetraciclina, o hidróxido de cobre, han mostrado ser efectivas (Castillo y Granada, 1995; Manicom *et al.*, 2003).

Principales enfermedades causadas por virus

Virus de la hoja morada (Soybean mosaic virus (SMV))

Síntomas: la virosis aparece en las hojas como lesiones estriadas: a medida que crecen, se extienden a lo largo de las nervaduras y venas de las hojas, llegando a formar grandes manchas moradas, púrpuras o rojizas. En las hojas se observa clorosis, epinastia y nervaduras pigmentadas (Tamayo y Morales, 1999). En

el fruto, la enfermedad se manifiesta como círculos anillados de coloración verdosa (Castro, 2001).

Agente causante: *Potyvirus*, el cual es considerado una variante del virus del Mosaico de la soya (*Soybean mosaic virus* (SMV)) (Morales *et al.*, 2001).

Epidemiología: el virus infecta 28 géneros de plantas de los cuales 23 son Papilionáceas, lo cual indica su amplia distribución geográfica (Berrío y Vivi, 1997). La transmisión del virus se hace a través de áfidos como *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) y *Toxoptera citricidus* Kirkaldy (Homoptera: Aphididae) (Chávez *et al.*, 1999) y Coleopteros: Crisomelidae (Morales *et al.*, 2001). La transmisión mecánica, a través de herramientas como tijeras podadoras y machetes, es una de las más importantes (Chávez *et al.*, 1999).

Manejo: el control de la enfermedad es solamente preventivo, empleando material vegetal libre de virus. Las herramientas se deben desinfestar antes de usarlas con productos como hipoclorito de sodio. Así mismo, controlar los insectos vectores con insecticidas como dimetoato, imidacloprid o la mezcla de imidacloprid+cyflutrin y, eliminar plantas enfermas (Tamayo y Morales, 1999; Thomson, 2007).

Conclusiones

- Existen importantes enfermedades de las pasifloráceas en Colombia.
- A medida que se continúe expandiendo las áreas de siembra, se incrementarán las enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos.
- En ausencia de variedades resistentes, es necesario recurrir al manejo de las enfermedades por otros medios, como los culturales, químicos o biológicos.
- Ninguna medida por si sola garantiza un manejo efectivo de cualquier enfermedad; por consiguiente, el manejo debe ser integrado.

Literatura citada

Acosta, A.D. y C.A. Arcila. 1993. Evaluación de fungicidas para el manejo de la secadera (*Nectria haematococca* Berk. & Br.) de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en el municipio de Urrao (Antioquia). Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

- Agrios, G.N. 2005. Plant pathology. 5a ed. Academic Press, Burlington, MA.
- Agrobiológicos SAFER. sf. Para una agricultura más limpia. En: www.agrobilologicossafer.com; consulta: marzo de 2008.
- Barnett, H.L. y B.B. Hunter. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. 4a ed. APS Press, St. Paul, MN.
- Bernal, J.A. 1990. El cultivo de la granadilla *Passiflora ligularis*. pp. 153-163. En: Memorias I Simposio Internacional de Pasifloras. Palmira, Colombia.
- Bernal, J.A. 1999. Plagas y enfermedades de la granadilla (*Passiflora ligularis*). División de Sanidad Vegetal. Rev. ICA, 29-36.
- Berrío, A.M. y J.I. Vivi. 1997. Monografía sobre aspectos de pre cosecha, post cosecha y mercadeo del cultivo de la granadilla en el departamento del Quindío.
- Botero, M.J., M.C. Ramírez y J. Castaño-Zapata. 1998. Identificación de bacterias asociadas con enfermedades en maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener) en dos zonas productoras del departamento de Caldas. Fitopatol. Colomb. 21(2), 79-88.
- Botero, M.J., M.C. Ramírez y J. Castaño-Zapata. 2006. Determinación del período de incubación de *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* Pereira, agente causante de la Bacteriosis del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). Boletín Fitotecnia 107, 32-35.
- Bradbury, J.F. 1986. Guide to plant pathogenic bacteria. CAB International, Wallingford, UK.
- Cardona, W. y J.A. Bernal. 1993. Manejo del semillero y del almácigo en el cultivo de la granadilla. Boletín Técnico, Instituto Colombiano Agropecuario; Secretaría de Agricultura, Medellín, Colombia.
- Castaño, J.J. 1978. Trayectoria de la fitopatología en Colombia (1571-1974). Ed. Letras, Medellín, Colombia.
- Castaño-Zapata, J. 1994. Principios básicos de fitopatología. 2a ed. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Academic Press, Tegucigalpa, Honduras.
- Castillo, N.M. y G.A. Granada. 1995. Estudios sobre la Bacteriosis del maracuyá en el Valle del Cauca: etiología, hospederos y control. Fitopatol. Colomb. 19(1), 55-61.
- Castrillón, G.J. 1992. Etiología de la enfermedad llamada Ojo de pollo en la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) a nivel de invernadero. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

- Castro, L.E. 2001. Guía para el establecimiento y mantenimiento del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis*). ASOHOFrucol; Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola, Bogotá.
- Cedeño, L., E. Palacios, N. Márquez y M. Tavira. *Nectria haematococca*, agente causal de la muerte repentina de la parchita en Venezuela. Fitopatol. Venez. 3, 15-18.
- Chacón, A. 1991. El cultivo del maracuyá en el Valle del Cauca (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). Horticultura Moderna 6, 8-12.
- Chávez, L.B., F. Varón, F. Morales, M. Castaño y G. Gálvez. 1999. Reconocimiento, transmisión y hospederos de patógenos virales del maracuyá (*Passiflora edulis* Simsé) en Colombia. Fitopatol. Colomb. 23(1), 24-31.
- Dias, S.C. 1990. Morte precoce do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) causada por patógenos que afetam a parte aérea da planta. Tesis de maestría. Universidade de Brasília, Brasil.
- Farr, D.F., G.F. Bills, G.P. Chamuris y A.Y. Rossman. 1989. Fungi on plants and plant products in the United States. APS Press, St. Paul, MN.
- Franco V., G.H. y J. Castaño-Zapata. 2002. Evaluación de alternativas para el manejo de nematodos fitopatógenos en plátano Dominico Hartón. Boletín Fitotecnia 68, 1-2.
- Goto, M. 1990. Fundamentals of bacterial plant pathology. Academic Press, San Diego, CA.
- Granada, G.A. 1990. Bacteriosis del maracuyá. Ascolfi Informa 16(6), 47.
- Jácome, A. y M. Barreto. 1984. Reconocimiento e identificación de organismos fungosos en la curuba de Castilla *Passiflora mollisima* (H. B. K.) Bailey en el municipio Nuevo Colón-Boyacá. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UPTC, Tunja.
- Leal, F. 1999. Impactos actuales y potenciales de las enfermedades de los cultivos perennes de la amazonía y posibilidades de control para el desarrollo sostenible de la región. CIAT; IPGRI, Caracas.
- Lecaros, B.J.M. 1982. El cultivo del maracuyá. Boletín Técnico 1. Jugos del Norte, Motupé, Perú.
- Londoño, E., J. Uribe, H. Achicanoy y R. Navarro. 1989. Etiología de la secadera de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Revista Sociedad de Ingenieros Agrónomos de Antioquia 2(2), 31-36.

- Manicom, B., C. Ruggiero, R.C. Ploetz y A. de Goes. 2003. Diseases of passion fruit. 413-442. En: Ploetz, R.C. (ed.). Diseases of tropical fruit crops. CABI Publ., Wallingford, UK.
- Morales, F.J., I. Lozano, C. Muñoz, M. Castaño, J.A. Arroyave, F. Varón de A., B. Chávez y G. Castillo. 2001. Caracterización molecular de los virus que afectan el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) y otras pasifloras en Colombia. Fitopatol. Colomb. 25(2), 99-102.
- Noyd, R.K. 2000. Mycology reference cards. APS Press, St. Paul, MN.
- Rivera, B., D. Miranda, L.A. Ávila y A.M. Nieto. 2002. Manejo integral del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Ed. Litoas, Manizales, Colombia.
- Sánchez, M.Y., I. Manyoma y F.V. de Agudelo. 1993. Identificación y parasitismo de nematodos asociados con maracuyá *Passiflora edulis* Simsé. Fitopatol. Colomb. 17(1), 12-20.
- Soler, C.M. y M.G. Santamaría. 2007. Reconocimiento e identificación de enfermedades en cultivos de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en el municipio de Zetaquirá (Boyacá). En: Memorias XXVIII Congreso ASCOLFI, CIAT, Palmira, Colombia.
- Tamayo, P.J. 2001. *Meloidogyne incognita* en granadilla. ASCOLFI Informa 27(3), 18-19.
- Tamayo, P.J. y F. Varón. 1996. Manejo de problemas patológicos en los cultivos de frijol y granadilla en el municipio de Urrao, Antioquia. Boletín de Sanidad Vegetal 14; ICA, Bogotá.
- Tamayo, P.J. 1999. Estudio para el control de la Secadera (*Nectria haematococca* Berk. & Br.) de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.): evaluación de patrones existentes y prácticas de manejo integrado. CORPOICA; PRONATTA; URRAO, Rionegro, Colombia.
- Tamayo, P.J., B. Giraldo y J.G. Morales. 1999. Enfermedades en semilleros y almácigos de granadilla. Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín 52(2), 773-779.
- Tamayo, P.J. y J.G. Morales. 1999. Manejo agronómico y fitosanitario de semilleros y almácigos de granadilla. Regional 4, CORPOICA, Rionegro, Colombia.
- Tamayo, P.J. y C.V. Pardo. 2000. Primeros registros y observaciones sobre mildes polvoso y blanco en granadilla (*Passiflora ligularis*), curuba (*Passiflora mollissima*) y otras pasifloras en Colombia. Ascolfi Informa 26(5), 40-42.
- Tamayo, P.J. y J.A. Bernal. 2001. El Mal de hilachas y los mohos de la granadilla (*Passiflora ligularis*). Ascolfi Informa 27(5), 33-35.

- Thomson, P.L.M. 2007. Diccionario de especialidades agroquímicas. 17a ed. Thomson PLM, Bogotá.
- Thorne, G. 1961. Principles of nematology. McGraw Hill, New York, NY.
- Torrado-Jaime, M. y J. Castaño-Zapata. 2004. Manejo de nematodos fitoparásitos en plátano Dominico Hartón (*Musa AAB Simmonds*). Fitopatol. Colomb. 28(1), 45-48.
- Torres, C., M. Sánchez de P., N. Bravo, F. Marmolejo De la Torre y E.D. Gómez I. 2000. Enfermedades fungosas y bacterianas en el cultivo del maracuyá *Passiflora edulis* Simsé var. *flavicarpa* Degener en dos agroecosistemas. Fitopatol. Colomb. 24(2), 47-54.
- Vargas, Z.E., F.V. de Agudelo y E.I. Gómez. 2002. Nematodos asociados a la granadilla *Passiflora ligularis* Juss en el Valle del Cauca. Fitopatol. Colomb. 26(2), 87-92.
- Varón de Agudelo, F. 1992. Pudriciones radicales en el cultivo de maracuyá. Programa de frutales. Informe de Resultados. ICA, Palmira, Colombia.
- Varón de Agudelo, F., M. Castaño, J.A. Arroyave, A.C. Velasco, C. Vuillaume y F.J. Morales. 1992. Complejo viral que afectan plantaciones de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) en el Valle del Cauca. Fruits 47(2), 321-329.
- Vásquez, J.S. y C.Ch. Chacón. 1989. El cultivo del maracuyá. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia; Ed. Láser, Bogotá.
- Webster, J.M. 1985. Interaction of *Meloidogyne* with fungi on crop plants. pp. 183-192. En: Sasser, J. N. y C.C. Carter (eds.). An advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol I. Biology and Control. North Carolina State University Graphics, Raleigh, NC.

Plagas de importancia económica asociadas a las pasifloráceas y su manejo en Colombia

Economically important plagues associated to passion fruit species management in Colombia

HOMERO MORA¹ Y MIGUEL BENAVIDES¹

Resumen

Los cultivos de pasifloráceas en el país son atacados por una gran diversidad de artrópodos plagas de importancia económica que afectan diferentes órganos durante todas sus etapas fenológicas y cuyos resultados se reflejan en la reducción en los rendimientos, la pérdida de calidad de frutos y el deterioro estético de los mismos, ocasionando un rechazo en los mercados nacionales e internacionales. En este trabajo se revisan los ciclos de vida de las plagas frecuentes en pasifloráceas, su taxonomía, su descripción y los daños típicos. Los artrópodos plagas se presentan teniendo en cuenta el desarrollo fenológico de las plantas. Se hace énfasis en tierreros, trozadores, perla de tierra y chizas, comedores de follaje, chupadores y raspadores de diferentes órganos, y larvas de dípteros asociados con botones florales y frutos. Se relacionan, además, otros artrópodos como ácaros, que en los últimos años han ocasionado pérdidas económicas en algunas áreas productoras de pasifloráceas de la provincia del Sumapaz. Finalmente, se relaciona la legislación vigente con relación a pasifloráceas.

Palabras clave: artrópodos, reducción, daños, legislación.

Abstract

Passifloraceae crops in the country are attacked by a great diversity of arthropod pests of economic importance that affect different organs of plants during all

¹ Entomólogos, Protsagro Ltda., Bogotá. e-mail: hmoram@etb.neto.co; mbenavides@uniminuto.edu.co

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 pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

phenological stages and result in yield reductions, loss of fruit quality and their aesthetic deterioration, which causes a rejection on the national and international markets. In this chapter, there will be analyzed the life cycles of some pests, such as soil worms, chewing roots, ground pearl and scarab beetles, foliage eaters, sucking pests and scrapers of different organs, and larvae of dipterous associated with floral buds and fruits. Other arthropods, such as mites, are reviewed in addition with the view that, in the last years, these have inflicted economic losses in some producing areas of Passifloraceae in the province of Sumapaz. Finally, Colombian legislation in relation to Passifloraceae crops is examined.

Keywords: arthropods, reduction, damages, legislation.

Introducción

Diferentes diagnósticos del sector agrícola colombiano han determinado que existen fortalezas para incursionar en el mercado internacional donde los cultivos frutícolas ocupan un importante lugar, siendo representativos, los sistemas productivos de granadilla, gulupa, maracuyá y curuba, considerados como frutas exóticas del país.

El cultivo de pasifloráceas en Colombia, salvo excepciones, es representativo de la economía campesina y es considerado de importancia por las cualidades organolépticas de sus frutos y las farmacodinámicas y alimenticias de su jugo, cáscara y semilla

En la provincia del Sumapaz, ubicada en el departamento de Cundinamarca, los sistemas productivos de pasifloráceas, aunque tienen bajo nivel tecnológico, son importantes debido a que demandan mano de obra, especialmente del núcleo familiar y constituyen el primer rubro de la economía campesina, con posibilidades de industrialización. Desde hace pocas décadas en los cultivos de pasifloráceas, los técnicos y los productores han introducido diversas tecnologías de producción que, conjuntamente con los factores ambientales favorables, han incrementado los rendimientos y calidad de las frutas para el abastecimiento del mercado nacional, pero con pocos excedentes para el externo, como es el caso de la gulupa, cuya producción está destinada principalmente para los mercados europeos. Sin embargo, los problemas sanitarios, especialmente los artrópodos plagas, afectan los rendimientos y han obligado a desarrollar programas de manejo basados en prácticas culturales, uso del

control etológico y biológico y la utilización de productos químicos selectivos aprobados por las entidades gubernamentales de control agropecuario, tanto nacionales como internacionales.

Dado que los artrópodos plagas constituyen problemas limitantes en pasifloráceas, este trabajo presenta una contribución para su manejo: se hace énfasis en su taxonomía, se presentan los daños típicos, la metodología de los monitoreos y se proponen elementos para el manejo integrado; por lo tanto, se pretende ofrecer al personal técnico, a los productores y a los comercializadores las bases técnicas para facilitar los procesos de producción y comercialización de las pasifloráceas.

Descripción de especies plagas asociadas al cultivo de las pasifloráceas

Plagas del suelo

Complejo de tierreros y trozadores

Spodoptera sp., *Agrotis* sp. y *Feltia* sp. (Lepidoptera: Noctuidae)

En reconocimientos realizados en cultivos de pasifloráceas de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá se ha encontrado este complejo de plagas asociado a un amplio rango de plantas hospederas, incluyendo malezas.

Huevos: son esféricos, de color blanco, ligeramente achatados en su polo superior y estriados; tienen un diámetro de 0,5 mm; el período de incubación es de tres a cuatro días dependiendo de las condiciones ambientales. Son ovipositados en el suelo o en residuos vegetales en forma individual o en grupos cubiertos por escamas.

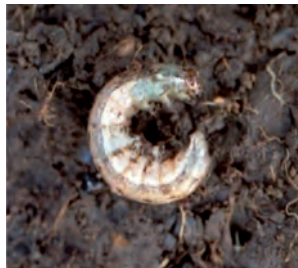


FIGURA 1. Larva de *Spodoptera* sp.

Larvas: inicialmente son de coloraciones claras y miden aproximadamente 1,5 mm de largo; a medida que van creciendo adquieren una coloración gris oscura; en su máximo crecimiento pueden alcanzar una longitud de 4,5 cm; poseen marcas dorsales de coloración oscura en toda la longitud de su integumento; presentan además protuberancias en forma de gránulos de color negro brillante en cada segmento. Son eruciformes con tres pares de patas torácicas, cuatro pares de pseudopatas abdominales y un par anal (figura 1)

Pupas: son de tipo obecto, de color pardo rojizo; el extremo termina en dos prominencias cortas formando una “U”. Tienen una longitud de 1,5 cm. Se encuentran en el suelo en forma libre o en una celda pupal.

Adultos: son polillas de color marrón oscuro o gris; las alas anteriores son de color gris oscuro con una mancha reniforme unida a otra mancha más pequeña, triangular y de coloración más oscura; las alas posteriores son blancas, con el ángulo superior de color gris oscuro y flecos en los bordes. Son de hábitos nocturnos, fácilmente atraídos por la luz (Vélez, 1997; Anaya y Romero, 1999)

Daños: el daño, tanto en semilleros como en el sitio definitivo, es ocasionado únicamente por las larvas que se alimentan inicialmente de raíces y tejidos jóvenes para luego trozar los tallos tiernos, causando la muerte parcial o total de la plántula atacada. Comúnmente, las larvas se alimentan de estos tejidos durante la noche y en el día permanecen enterradas al lado de la plántula. Sus daños generalmente se localizan por focos (Bedoya, 1986).

Complejo chizas

Ancognata scarabaeoides Burmeister, *A. ustulata* Burmeister, *Clavipalpus ursinus* Blanchard, *Astaena* sp. (Coleoptera: Scarabaeoidae)

Las chizas, en asocio con la materia orgánica, están ampliamente distribuidas en las zonas productoras de pasifloráceas, encontrándose las cuatro especies en todo el territorio nacional. Estas especies son polífagas; tanto los adultos como las larvas pueden causar daños en todas las etapas fenológicas del cultivo.

Huevos: son de coloración blanco perla y su forma ligeramente esférica, con un diámetro de 1,5 a 2,0 mm. El período de incubación es aproximadamente de 30 días y cada hembra puede ovipositar entre 200 a 300 huevos, los cuales son depositados en el suelo individualmente o en grupos a profundidades que oscilan entre 5 y 15 cm.

Larvas: recién emergidas del huevo son de color blanco translúcido, con la cabeza de color ámbar; miden aproximadamente 5 mm de largo; el cuerpo es grueso, se encuentra cubierto de pelos, tienen la forma de “C” y están provistas de tres pares de patas. Pasan por tres instares; las larvas de primero y segundo instar se encuentran asociadas con altos contenidos de la materia orgánica; las larvas del tercer instar tienen el cuerpo de color blanco sucio y la cabeza de color marrón, llegando a medir en su último instar, hasta 5 cm de longitud. El período larval tiene una duración entre 180 y 210 días dependiendo de las condiciones ambientales y de la presencia de residuos orgánicos en el suelo (figura 2).



FIGURA 2. Larva de chiza.

Pupas: las pupas de tipo exarata, varían de color ámbar a café oscuro y se caracterizan por mostrar en la parte externa los apéndices plegados a su integumento. Se encuentran en el interior de una cámara pupal construida a base de tierra localizadas a grandes profundidades. El período pupal tiene una duración de 45 a 60 días dependiendo de las condiciones ambientales y de la presencia de otros sistemas productivos, principalmente pasturas.

Adultos: los adultos son cucarrones cuyo tamaño y color varía de acuerdo con la especie. Los de *A. scarabaeoides* miden de 2,0 a 2,5 cm de longitud y son de color café oscuro casi negro; los de *A. ustulata* son de tamaño similar a la especie anterior, pero de color amarillo con manchas negras sobre el protórax y los élitros. Los adultos de *Clavipalpus* y *Astaena* miden alrededor de 1,0 cm de longitud, son de color café rojizo y presentan el tórax cubierto

de pelos amarillos. Las especies mencionadas presentan dimorfismo sexual siendo la hembra de mayor tamaño que el macho; en las hembras, los tarsos de las patas anteriores son delgados y alargados, mientras que en los machos éstos son engrosados y curvados adaptados para excavar. El ciclo de vida tiene una duración de un año en unas especies y año y medio en otras (Vélez 1997; Anaya y Romero, 1999).

Daños: el daño es ocasionado por las larvas que se alimentan de las raíces de las pasifloráceas en todos sus estados, principalmente de plántulas de vivero y estados iniciales del cultivo. Las larvas de tercer ínstar causan los mayores daños, debido a que las del primer y segundo ínstar se alimentan de materia orgánica. Las plantas afectadas se tornan cloróticas y algunas de ellas presentan marchitamiento y en ocasiones pueden llegar a morir. Los daños suelen estar localizados dependiendo de los residuos orgánicos y de las épocas de iniciación de lluvias en las zonas productoras (figura 3) (Londoño y Pérez, 1994; Londoño, 2000).



FIGURA 3. Síntoma del daño de chiza en granadilla.

Perla de tierra

Eurhizococcus colombianus Jakubski (Homoptera: Margarodidae)

Diversas investigaciones realizadas en Colombia en *Eurhizococcus colombianus*, indican que las características biológicas y morfológicas de estos insectos

son complejas, ya que los estadios ninfales están cubiertos por una capa de cera que los protege de la acción de factores ambientales, pudiendo resistir largos períodos de sequía; el record reportado de sobrevivencia ha alcanzado hasta 17 años. La Perla de tierra es una plaga asociada a pasifloráceas y otros cultivos especialmente tomate de árbol y mora.

Características morfológicas y biología

Choucair (1962) realizó el primer estudio de esta plaga en Colombia en cultivos de mora; otros autores indican que esta plaga es de hábitat subterráneo. Las hembras colocan sus huevos en el suelo cubriéndolos con filamentos cerosos: en el primer ínstar la larva, posee tres pares de patas, que le permite desplazarse en busca de las raíces de la planta, en las cuales fija su estilete para alimentarse, posteriormente se torna sésil. Una vez fijada en la raíz, entre la segunda y tercera semana empieza a formarse una envoltura compacta de cera, llamada quiste, pasando por cuatro ínstaes ápodos con duración de 8 a 9 meses. Los individuos más jóvenes son de color claro y cada vez que mudan, recogen el estilete y la exuvia se queda en la parte ventral del quiste. Las hembras adultas normalmente se desprenden de la raíz para realizar sus posturas (figura 4).



FIGURA 4. Estados inmaduros de perla de tierra.

En observaciones de campo, *Eurhizococcus colombianus* se ha encontrado fijado a la raíz de pasifloráceas, entre 5 y 30 cm de profundidad. Soria (1986) afirma que las hembras ovipositan entre 200 y 300 huevos, siendo altamente

polífagas, señalando además que el ciclo de desarrollo de huevo a adulto puede durar hasta tres años.

Por sus hábitos reproductivos, una hembra partenogenética, con una tasa reproductiva alta, favorece la distribución horizontal en las raíces de la planta de mora. Por otra parte, las labores culturales, el transporte de suelo y de material de propagación infestado con huevos o ninfas, favorecen la dispersión del insecto.

Daños: el daño principal de la Perla de suelo es la destrucción de las raíces, el cual se inicia a partir de la fijación en las mismas, formando colonias, que producen agallas y verrugas al absorber la savia. El efecto en la parte aérea de las plantas se manifiesta a través de una clorosis, marchitez progresiva, volcamiento y muerte de las mismas, debido a la succión de la savia, y a la inyección de jugos gástricos tóxicos para la planta. Por lo general, su detección es tardía (figura 5) (Franco y Giraldo, 2001).



FIGURA 5. Daño de perla de tierra.

Plagas del follaje

Complejo trips

Trips spp. (Thysanoptera: Tripidae)

Son plagas polífagas que atacan preferencialmente las estructuras florales y los frutos; son de importancia económica y se encuentran en todas las áreas del país en donde se cultivan pasifloráceas.

Huevos: los huevos son reniformes, de superficie lisa y de coloración blanquecina. Su tamaño varía entre 0,12 y 0,15 mm de longitud. El período de incubación tiene una duración de 4-10 días, dependiendo de las condiciones ambientales, especialmente la temperatura. La hembra deposita los huevos preferencialmente en las flores y en los terminales de la planta, insertándolos debajo de la epidermis, con el polo junto a la cutícula.

Larvas: son pequeñas, alargadas y de color blanco hialino a amarillo-claro en algunas especies; los ojos tienen una coloración rojiza y son fáciles de observar; son ápteras y tienen una longitud de 0,5 a 1,2 mm; morfológicamente se asemejan al adulto; carecen de ocelos y las antenas tienen únicamente 6 artejos. Se presentan dos instares larvales, separados entre sí por una muda. Son de hábito gregario y se presentan preferencialmente en las flores, botones florales y frutos. Su crecimiento es favorecido por altas temperatura. Se localizan normalmente en el envés de las hojas tiernas y algunas veces en botones florales y frutos. La duración del estado larval es de 6 a 15 días, dependiendo de las condiciones ambientales.

Pupas: las pupas son de color blanquecino y amarillo; poseen antenas muy cortas y sin artejos diferenciados y quetotaxia acentuada. La pupa permanece generalmente en el suelo inmóvil, no se alimenta ni excreta; los esbozos alares están desarrollados y se van diferenciando. La duración de este estado es de 1 a 4 días.

Adultos: los adultos presentan tonalidades claras inicialmente, adquiriendo luego una coloración café que pronto se torna oscura, en algunas especies y amarillenta en otras. Pueden alcanzar entre 1,2 a 2,0 mm de longitud; tienen alas desarrolladas y presentan bordes flecosos. En el pronoto son visibles dos pares de setas largas oscuras situadas en los ángulos posteriores y otras dos en los anteriores. El adulto puede sobrevivir hasta 26 días dependiendo de las condiciones ambientales, de la temperatura, la humedad relativa y la disponibilidad de alimento. La reproducción puede ser sexual o partenogenética. El número de generaciones anuales es de cuatro a cinco. Cuando descansan, las alas están dobladas a lo largo del dorso del insecto. Poseen un aparato bucal raspador chupador. La fecundidad de las hembras está condicionada por la temperatura y por la calidad y cantidad de alimento. Gracias a su pequeño tamaño y a la forma de sus alas se dispersan rápidamente por el viento o viajan adheridos a órganos de las plantas (figura 6) (Baker, 1996).



FIGURA 6. Adultos de *F. occidentalis*.

Daños: La presencia de altas poblaciones de trips en los puntos de crecimiento, ocasiona encrespamiento y deformación de folíolos que inciden en el crecimiento vegetativo de las plantas, produciendo además coloraciones bronceadas de las hojas y detención del crecimiento de las plantas. Sin embargo, el daño principal se produce en los botones florales en donde las poblaciones de ambas especies producen picaduras y raspaduras de las estructuras reproductivas, ocasionando necrosamientos y entrada de patógenos, especialmente *Botrytis* sp. Los frutos recién formados que presentaron picaduras en toda su superficie o deformaciones debido a la deficiente polinización; en frutos desarrollados se observan cicatrices y escoriaciones distribuidas en su superficie. A medida que crece el fruto, los daños se manifiestan como puntos necróticos distribuidos en toda su superficie, haciéndolos inaceptable para el mercado (figura 7) (ICA, 1996; Guarín *et al.*, 2003).



FIGURA 7. Daño de trips en terminales de pasifloráceas.

Ácaros

Tetranychus urticae Koch (Acarina: Tetranychidae)

Esta plaga, de común ocurrencia en cultivos de pasifloráceas, no es de importancia económica. Cuando las poblaciones son altas y predominan condiciones de clima seco y temperaturas altas pueden ocasionar pérdidas en la producción. Se considera como una plaga polífaga que ataca una gran diversidad de plantas cultivadas y silvestres.

Huevos: son de forma esférica y lisos; recién ovipositados son transparentes e incoloros y posteriormente van adquiriendo una coloración blanquecina para luego tornarse amarillenta o rojiza. La duración de este estado es de 4 a 5 días dependiendo especialmente la temperatura y de otras condiciones ambientales. Los huevos son depositados por las hembras en el envés de las hojas en forma individual.

Larvas: las larvas poseen tres pares de patas; recién salidas del huevo son de forma casi esférica, pero en la medida que crece cambian su color inicial blanco por uno ligeramente pigmentado; miden de 0,15 a 0,20 mm de longitud; las larvas tienen una duración de 2 a 3 días.

Protoninfas: es el primer estado ninfal en el cual desarrolla sus cuatro pares de patas, los dos primeros pares son dirigidos hacia adelante y los dos posteriores hacia atrás; en este estado presentan brillo y turgencia, su pigmentación va aumentando a medida que se alimentan y se desarrollan. En este estado es posible distinguir a las hembras por su cuerpo redondeado y globoso y a los machos por su cuerpo alargado y cuneiforme.

Deutoninfas: este estado es muy similar en morfología y en aspecto a la protoninfa, pero aquí se nota acentuado el color, siendo más oscuro en las hembras que en los machos. Cada uno de los tres estados inmaduros, protocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida en su orden es seguido por estados quiescentes, posterior a cada uno de los cuales se presenta una muda (Acosta, 1996).

Adultos: los adultos jóvenes son de color amarillo verdoso y llevan dos manchas oscuras en el dorso; a medida que se desarrollan toman coloraciones rojizas, de donde se deriva el nombre de “arañitas rojas”. Las hembras son de forma elíptica y los machos ovoide. Tanto las formas inmaduras, como los adultos activos, poseen un aparato bucal constituido por estiletes sólidos y finos.

El patrón de oviposición de *Tetranychus urticae* generalmente consiste de un periodo corto de preoviposición, un incremento rápido hasta alcanzar un pico en pocos días. Una hembra puede producir hasta aproximadamente 20 huevos en un solo día, dependiendo de la nutrición, temperatura, humedad relativa y fotoperiodo principalmente (figura 8) (Acosta, 1996).

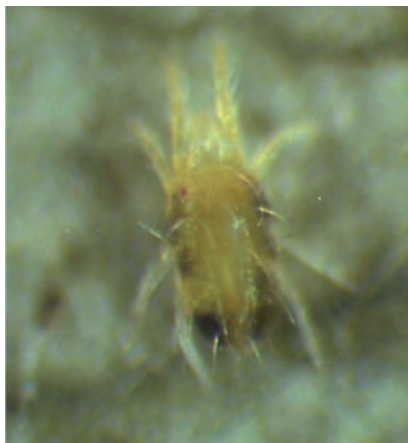


FIGURA 8. Estado adulto de *T. urticae*.

Daños: los daños son ocasionados tanto por las formas inmaduras como por los adultos móviles, que al introducir sus estiletes en hojas y frutos producen escoriaciones y síntomas típicos de coloración amarillo grisáceo a lo largo de las venas del haz de las hojas. Las partes tiernas reducen su crecimiento, se presenta una cobertura de la planta por telarañas sobre las que caminan los adultos. En los frutos se presentan escoriaciones de coloración café en su corteza debido a la acción raspadora chupadora, tanto de estados inmaduros como adultos, especialmente en las áreas cercanas a la inserción con el pedúnculo (Vélez, 1997; Zuluaga, 1996).

Plagas del botón floral y frutos

Complejo de moscas del botón floral y frutos

Dasiops sp. y *Hexachaeta* sp. (Diptera: Lonchaeidae)

La familia Lonchaeidae, comprende especies de moscas de color negro brillante, que se conocen con el nombre de “moscas negras del botón floral”, siendo las más importantes los géneros *Dasiops* y *Hexachaeta*. En la mayoría

de las regiones del país, las moscas del botón floral son plagas de importancia económica en especies del género *Passiflora*.

Huevos: los huevos, de los dos géneros de la familia Lonchaeidae mencionados, son hialinos que toman coloraciones blancas, de forma alargada, colocados por las hembras individualmente o en grupos en el interior del botón floral. El período de incubación varía de 3 a 5 días dependiendo de las condiciones ambientales.

Larvas: las larvas inicialmente claras, posteriormente se tornan de un color amarillento. Son típicamente vermiformes, acéfalas y de superficie lisa. Cuando alcanzan su máximo desarrollo pueden tener hasta 7 mm. Este estado se encuentra en los sacos polínicos del botón floral, las anteras y el ovario. Este estado tiene una duración de 6 a 8 días (figura 9).



FIGURA 9. Larvas de mosca del botón floral.

Pupas: son de tipo coartata, en forma de barril, finamente segmentado de color castaño oscuro; generalmente se ubican en el suelo, en residuos de tejidos vegetales. La duración del estado pupal es de 12 a 14 días (Núñez-Bueno, 1988).

Adultos: la cabeza es semiesférica, pero la frente casi siempre más estrecha en los machos que en las hembras. Las alas son generalmente hialinas con venas notorias, siendo relativamente largas, ensanchadas en su base. La arista de la

antena es variable, desde glabra hasta plumosa, definiendo esta característica entre los diferentes géneros. La diferenciación de los géneros está relacionada con la terminalia de la hembra, conformado por el “aculeous” u ovipositor, que define géneros así: en el género *Dasiops*, el ovipositor es relativamente largo en forma de “alfiler”; mientras que en *Hexachaeta*, el ovipositor es ancho, terminando en punta. Los adultos, dependiendo de las condiciones climáticas, pueden durar de 6 a 8 días.

Daños: los daños ocasionados por las moscas del botón floral, son realizados por las larvas, que inicialmente se alimentan del líquido producido por las anteras inmaduras y a medida que crecen rompen el botón floral y consumen su contenido interno y como consecuencia el botón cae. En ataques a frutos, éstos presentan arrugamientos progresivos dependiendo del número de larvas presentes en el interior de los mismos. En cortes de frutos atacados se observa su interior vacío con inicio de ataques fungosos (figura 10) (Aluja, 1993; Henao y Tróchez, 1995).



FIGURA 10. Daños de la mosca del botón floral en flores y frutos de gulupa.

Interacción problema fitosanitario-cultivo

Pocos estudios se han realizado buscando la interacción entre los cultivos de gulupa, granadilla, curuba y maracuyá asociados con los riesgos fitosanitarios, que permitan establecer una base de cuantificación de los agentes causales de daño.

Por esta razón es necesario establecer un plan de fitoprotección fundamentado en la determinación de los agentes causales, el conocimiento de los ciclos de vida y de los estados causantes del daño considerando los factores ambientales.

Teniendo en cuenta que los cultivos tienen tres fases fenológicas se pueden determinar los artrópodos plagas presentes y su impacto en la producción.

En la primera fase denominada vegetativa, la planta almacena suficiente energía para desarrollar su potencial generando tallos primarios, secundarios y follaje. En esta fase la planta manifiesta alta tolerancia al daño causado por problemas fitosanitarios, especialmente áfidos o pulgones, comedores de follaje y ácaros, que atacan puntos de crecimiento y folíolos necesarios para los procesos de desarrollo y actividad fotosintética. En consecuencia, en esta etapa, la planta tiene gran capacidad de recuperación de los daños. Sin embargo, es importante observar que en esta fase también pueden presentarse plagas potenciales asociadas con el sistema radicular, como chizas, trozadores, tierreros y perla de tierra, que ocasionalmente causan daños y muerte de las plantas, si no se toman las debidas medidas de control.

La segunda fase se denomina reproductiva y en los cultivos de pasifloráceas se identifica plenamente cuando inician la emisión de los tallos terciarios, donde se forman los botones florales: la planta concentra su actividad fisiológica y nutricional en el inicio y desarrollo de sus órganos reproductivos. En esta etapa, los trips se consideran como una plaga primaria, ocasionando la caída prematura de los órganos reproductivos, la interferencia en la polinización y la deformación de frutos de reciente formación. El cultivo es menos tolerante al estrés causado por los daños y su recuperación es prácticamente nula.

La tercera fase es la llamada de maduración: va desde la conformación total de los frutos hasta la cosecha de los mismos. El complejo moscas de las frutas, especialmente la mosca del botón floral de las pasifloráceas presenta un riesgo fitosanitario primario porque, además de ocasionar la caída prematura de frutos, deteriora la calidad de los mismos afectando la comercialización.

Monitoreo de problemas fitosanitarios

Monitoreo y umbral económico

Una correcta evaluación de las plagas en campo depende básicamente de: la objetividad y experiencia de quien realiza el monitoreo, el tamaño de la mues-

tra, la frecuencia y el procedimiento seguido. La evaluación debe expresarse en términos numéricos o porcentuales: la densidad de población y/o la cantidad de daño encontrada por órgano de la planta o área. Se recomienda establecer procedimientos de monitoreo teniendo en cuenta las plagas, sus hábitos y su biología, ya sea por grupos o en forma individual, como se indica a continuación:

Tierreros, trozadores, chizas y perla de tierra

En el monitoreo se debe realizar tomando al azar cinco sitios por lote y cinco plantas por sitio, observando e identificando los agentes causales de daño. Los daños se expresan en término de porcentaje y se calculan de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de daño} = \frac{\text{Número de plantas afectadas por el agente causal}}{\text{Número total de plantas observadas}} \times 100$$

Se recomienda iniciar el manejo de estos problemas cuando se encuentre un daño mayor del 5%. Si los ataques son localizados, el control debe ser dirigido y parcial.

Comedores de follaje, áfidos, ácaros y trips

Para el caso de estas plagas, se considera que el monitoreo o evaluación se debe realizar con base en el porcentaje de daño, identificando previamente el agente causal. Para el efecto, en los cultivos, se deben tomar cinco sitios distribuidos al azar en los lotes y cinco plantas por sitio, para un total de 25 observaciones y registros, por cada problema fitosanitario. Los daños se expresan en término de porcentaje y se calculan de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de daño} = \frac{\text{Número de plantas con órganos afectados por el agente causal}}{\text{Número de plantas con órganos observados}} \times 100$$

En frutales, el umbral económico de estas plagas no ha sido definido, pero se considera que cuando existe un daño en terminales, brotes, estructuras florales y frutos superiores al 3% deben iniciarse medidas de control. Para hojas, en el caso de comedores de follaje, se recomienda un umbral de acción por encima del 20% dependiendo de la fase fenológica de los cultivos, ya que las plantas pueden recuperar fácilmente este órgano, como respuesta al ataque de la plaga.

Plagas de botones florales y/o frutos

Es necesario realizar observaciones en la etapa de inicio de los primeros botones en la formación de los frutos, ya que una pérdida sensible de estas estructuras influye notablemente en los rendimientos finales. Para el efecto, en el lote o cultivo se deben tomar cinco sitios distribuidos al azar y cinco plantas por sitio con el fin de observar en cada planta cinco botones y/o frutos, esto es 75 observaciones y registros, por cada problema fitosanitario.

El umbral económico de estas plagas en frutales no ha sido definido, pero se considera que cuando existe daños en frutos superiores al 3% deben iniciarse medidas de control.

El manejo cultural, etológico y biológico de los agentes que causan problemas fitosanitarios para las diferentes fases del cultivo, se presenta en la tabla 1.

Protección fitosanitaria mediante métodos de control químico

Dentro del manejo integrado de plagas, los insecticidas contribuyen a disminuir las poblaciones de artrópodos plagas a niveles aceptables de presencia o de daño; sin embargo, en muchas ocasiones, los agricultores eligen productos sin criterios técnicos, lo cual unido al hecho que los insecticidas son tóxicos y afectan no sólo el problema fitosanitario, sino que también tienen efectos en humanos, animales y medio ambiente muestra la importancia de la prescripción profesional y de la capacitación de los agricultores en el manejo de plaguicidas.

La elección del insecticida debe basarse en la determinación o diagnóstico del problema del artrópodo plaga y su cuantificación porcentual del daño y/o incidencia. El uso racional del insecticida debe contemplar su correcta selección, la dosificación precisa, la consideración de los periodos de carencia y la oportuna aplicación, cumpliendo con las normas de calibración de equipos, preparación de mezclas, distribución y cobertura.

Los insecticidas utilizados deben ser de categorías toxicológicas III y IV; adicionalmente deben rotarse los ingredientes activos, para reducir el riesgo de resistencia a los mismos. Los insecticidas deben mantenerse en su envase original y con su etiqueta y seguir estrictamente las recomendaciones dadas por el fabricante.

TABLA 1. Problemas fitosanitarios en las diferentes fases de los cultivos de pasifloráceas y su manejo etológico y biológico

Fases	Problema fitosanitario	Nombre científico	Órgano afectado	Daños o síntomas	Manejo
Vegetativa	Perla de tierra	<i>Eurhizococcus colombianus</i> (Homoptera: Margarodidae)	Raíces	Estados inmaduros y adultos succionan raíces ocasionando amarillamiento o clorosis de plantas	Control biológico: aplicación de <i>Metarhizium</i> sp. en el sitio de siembra en mezcla con la materia orgánica
	Babosas	<i>Deroceras</i> spp. y <i>Milax</i> spp.	Plántulas	Atacan material vegetal tanto en vivero como en los primeros estados de desarrollo, ocasionando perforaciones en hojas y tallos tiernos	Control etológico: utilización de trampas para captura de especímenes y aplicación de cebos a base de Metaldehído
	Ándos	<i>Myzus persicae</i> Sulzer y <i>Macrosiphum</i> sp. (Homoptera: Aphididae)	Terminales o brotes vegetativos	Estados inmaduros y adultos succionan la savia ocasionando encrespamiento y detención de crecimiento de estructuras vegetativas	Control etológico: utilización de trampas plásticas de color amarillo con adherentes para captura de adultos; usar cinco trampas por lote ubicadas al azar; control biológico: liberación del depredador <i>Chrysopa</i> y aplicación del entomopatógeno <i>Lecanicillium</i> (<i>Verticillium</i>) <i>lecanii</i>
	Araña roja	<i>Tetranychus urticae</i> (Acarina: Tetranychidae)	Hojas y folíolos	Amarillamiento de hojas y folíolos que posteriormente se tornan en coloraciones bronceadas por efecto de la acción raspadora y chupadora	Control biológico: liberación del depredador <i>Chrysopa</i> que se alimenta de estados inmaduros y adultos de la plaga
	Trips	<i>Trips</i> spp. (Thysanoptera: Thripidae)	Brotes y terminales de tallos secundarios, y ramilletes florales	Arrugamiento y cicatrices en hojas nuevas; su daño principal se produce en flores y frutos, causando necrosamiento de pétalos y estructuras reproductivas	Control etológico: utilización de trampas plásticas de color azul con adherentes para captura de adultos; usar cinco trampas por lote ubicadas al azar; control biológico: liberación del depredador <i>Chrysopa</i> sp. y mantenimiento de la fauna natural, especialmente del chinche depredador <i>Orius</i> sp.; aplicación del entomopatógeno <i>Lecanicillium</i> (<i>Verticillium</i>) <i>lecanii</i>
Reproductiva	Abeja negra de las pasifloráceas	<i>Trigona</i> sp. (Hymenoptera: Aphidae)	Estructuras reproductivas	Los adultos cortan estructuras reproductivas, dejando la flor inhabilitada para el proceso reproductivo; los daños permiten la entrada de patógenos externos, especialmente <i>Brorytis</i>	El control se dirige únicamente a la ubicación y destrucción de sus nidos
	Trips	<i>Trips</i> spp. (Thysanoptera: Thripidae)	Frutos	Raspaduras y cicatrices en frutos ocasionados por estados inmaduros y adultos que demeritan su estética	Control etológico: utilización de trampas plásticas de color azul con adherentes para captura de adultos; usar cinco trampas por lote ubicadas al azar; control biológico: liberación del depredador <i>Chrysopa</i> sp. y mantenimiento de la fauna natural, especialmente del chinche depredador <i>Orius</i> sp.; aplicación del entomopatógeno <i>Lecanicillium</i> (<i>Verticillium</i>) <i>lecanii</i>
	Moscas del botón floral y frutos	<i>Dasiops</i> sp. <i>Hexachaeta</i> sp. (Diptera: Lonchaeidae)	Botón floral y frutos	Las larvas consumen el contenido interno del botón floral y este cae al suelo; el ataque es más severo en frutos los cuales presentan arrugamientos y ataques internos con presencia de larvas e invasión de patógenos	Control etológico: instalación de cinco trampas McPhail cebadas con proteína hidrolizada distribuidas al azar, para captura de adultos; remoción y destrucción de frutos atacados y frutos caídos

Los productores deben solicitar al ICA, los resultados de las pruebas de eficacia de los productos selectivos a utilizarse en pasifloráceas, a fin de obtener el listado de los plaguicidas registrados ante el mismo, así como también las regulaciones existentes en otros países para algunos productos en el caso de producción de frutas para mercados de exportación adecuados para los problemas fitosanitarios e incluirlos dentro del plan de manejo integrado de plagas.

Legislación fitosanitaria

Comprende un conjunto de medidas técnico-legales, de obligatorio cumplimiento, emitidas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), entidad responsable de la sanidad vegetal del país, encaminadas a regular, restringir o prohibir, la producción, movimiento o existencia de material vegetal o de sus productos con el fin de evitar la introducción de una plaga a una determinada zona, erradicar o manejar plagas de importancia económica o cuarentenaria o dar cumplimiento a compromisos binacionales o multilaterales, en materia fitosanitaria.

Para los frutales, existe la Resolución del ICA No. 2407 del 22 de octubre de 2002, aplicable a las pasifloráceas, mediante la cual se dictan normas en materia de producción, distribución, comercialización, importación y movilización dentro del territorio nacional de material de propagación clonal de frutales. Esta resolución contempla todos los instrumentos técnico-legales para ejercer la vigilancia fitosanitaria en viveros a fin de minimizar los riesgos de introducción y diseminación de plagas en los huertos frutícolas.

De igual manera, existe a su vez la Resolución del ICA No. 1806 del 7 de septiembre de 2004, por la cual se dictan disposiciones para el registro y manejo de predios de producción de fruta fresca para exportación y obtención del registro de exportadores; incluye además esta resolución las medidas fitosanitarias, para prevenir, controlar o erradicar las plagas que afectan estos cultivos, especialmente el complejo “Moscas de las frutas”, considerado el principal problema fitosanitario de los frutales en el país, por su poder destructivo, el daño directo al producto final y la restricción a la producción y comercialización.

El manejo de envases provenientes de la aplicación de productos químicos, está reglamentado por el Decreto 1443 de 2004, emanado del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por otra parte, el Decreto No. 4741 de 2005, de este Ministerio, establece las obligaciones de los municipios en esta materia.

Literatura citada

- Acosta, A. 1996. Elementos de morfología y recomendaciones para el montaje de ácaros. pp. 14-16. En: Seminario Reconocimiento, Hábitos y Manejo de Ácaros en Flores. Socolen; Comité Regional de Cundinamarca, Bogotá.
- Aluja, S.M. 1993. Manejo integrado de la mosca de la fruta. Trillas, México D.F.
- Anaya, S. y J. Romero. 1999. Hortalizas. Plagas y enfermedades. Trillas, México D.F.
- Bedoya, A. 1986. Memorias del Primer Seminario Nacional de la Granadilla. Secretaría de Agricultura de Antioquia, Urrao, Colombia.
- Baker, J.R. 1996. Insectos y otras plagas de las flores y plantas ornamentales. Ed. Hortitecnia, Bogotá.
- Choucair, K. 1962. Frutas tropicales. Tomo II. Ed. Bedout, Medellín, Colombia.
- Franco, G. y J.M. Giraldo. 2001. El cultivo de la mora. CORPOICA. Manizales, Colombia.
- Guarín, H., G. Peláez y A. Galeano. 2003. Hospederos, enemigos naturales e insectos asociados a cultivos susceptibles a *Trips palmi*. Boletín Divulgativo, CORPOICA, Rionegro, Colombia.
- Henao, Y.C. y A. Tróchez. 1995. Reconocimiento y evaluación de daños de moscas de la fruta en el Valle del Cauca. p. 44. En: Resúmenes XXII Congreso Sociedad Colombiana de entomología (Socolen). Bogotá.
- ICA. 1996. Plagas y enfermedades en frutas tropicales. División de Sanidad Vegetal. Boletín de Sanidad Vegetal 11. Bogotá.
- Londoño, M. 2000. Control biológico de la chiza (Coleoptera: Melolonthidae). pp. 40-48. En: Memorias Primer Curso Internacional Control Biológico. CORPOICA, Bogotá.
- Londoño, M. y M. Pérez. 1994. Reconocimiento de los enemigos naturales de la chiza o mojoy (Coleoptera: Scarabaeidae) en el oriente antioqueño. Rev. Colomb. Entomol. 20(3), 199-206.
- Núñez-Bueno, L. 1988. Las moscas de las frutas. Miscelánea Socolen (Medellín) 5, 3-15.
- Soria, S.J. 1986. Pérola-da-terra: ameaça às videiras do Sul. Ciencia Hoje 5, 14-15.
- Vélez, R. 1997. Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado. 2a ed. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Zuluaga, J.I. 1996. Avances en el control biológico de ácaros. pp. 25-42. En: Seminario: Reconocimiento, Hábitos y Manejo de Ácaros en Flores. Socolen; Comité Regional de Cundinamarca, Bogotá.

Cosecha y poscosecha en las frutas pasifloráceas

Harvest and postharvest of Passifloraceae fruits

MARÍA SOLEDAD HERNÁNDEZ¹ Y GERHARD FISCHER²

Resumen

Las pasifloras conforman una familia numerosa con exponentes cuyos usos varían entre el consumo de sus frutos a ornamentales. Los frutos se caracterizan por ser bayas, cuyas formas y tamaños varían entre globosas y elípticas y sus pesos que van desde menos de 100 g hasta más de 1.000 g. El crecimiento de los frutos de algunas pasifloras comestibles comerciales está alrededor de 90 días en promedio y siempre se caracteriza por ser sigmoide simple, aunque el tiempo que transcurre desde la polinización de las flores hasta el momento de la recolección del fruto se ve determinada por las condiciones de clima, suelo, manejo del cultivo y características de las mismas. Los frutos de la mayoría de las pasifloras se comportan como climatéricos y se han registrado emisiones de etileno en ellas, como el caso de la gulupa y del maracuyá. El uso de la refrigeración es el método más ampliamente empleado en la conservación de este tipo de frutos y se ha determinado que en la mayoría de los casos el almacenamiento puede llevarse a cabo por debajo de temperaturas de 10°C, lo que las agruparía dentro de las frutas tropicales moderadamente sensibles a la baja temperatura. Su conservación se ve aumentada cuando las bajas temperaturas se combinan con tratamientos de modificación de la atmósfera y encerado entre otras, a

¹ Investigadora principal, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI; Profesora catedrática, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: mhernandez@unal.edu.co

² Profesor asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: gfischer@unal.edu.co

la vez que tratamientos de calentamiento pueden ayudar a la disminución de ataques por microorganismos.

Palabras clave: gulupa, granadilla, curuba, conservación, almacenamiento, agroindustria.

Abstract

Passifloraceae conform a numerous family with exponents, whose uses change between the consumption as fruits or ornamental plants. The fruits of these species are characterized as drupe berries, whose forms and sizes change between globular and elliptical and weight that changes from less than 100 g up to more than 1.000 g. The fruit growth of some edible commercial *Passiflora* lasts about 90 days on average and is always characterized by a simple sigmoide curve, although the time that passes from the flower pollination to the moment of fruit harvest is determined by the conditions of climate, soil, crop management and intrinsic plant characteristics. Most of *Passiflora* species behave as climacteric ones and emission of ethylene from fruits, as in the case of purple passion fruit and yellow passion fruit, has been measured. The use of refrigeration is the method most widely used for this kind of fruits, and it has been determined that, in the majority of cases, the storage can be carried out below temperatures of 10°C, which would group them inside the tropical fruits moderately sensitive to the low temperature. Their conservation is better when the low temperatures are combined with treatments of atmospheric modification in storage and fruit waxing, among others; on the other hand, heat treatments can help to diminish the attacks of microorganisms.

Keywords: purple passion fruit, sweet granadilla, banana passion fruit, conservation, storage, agroindustry.

Botánica, origen y distribución

La familia passifloraceae incluye cerca de 500 especies entre las que se destacan en Colombia por su producción y potencial exportable gulupa (*P. edulis* Sims.), maracuyá (*P. edulis* var. *flavicarpa*), granadilla (*P. ligularis* Juss.) y curuba (*P. tripartita* var. *mollissima* (H.B.K.) Bailey).

Aspectos de la cosecha

La recolección se lleva a cabo una vez por semana, aunque depende de la demanda que tenga el mercado local o el exportador. Se realiza la cosecha en las primeras horas del día ya que el fruto presenta mayor frescura y no se expone a la radiación solar y aumento en la temperatura. Se efectúa de forma manual aplicando presión con los dedos sobre la zona de abscisión en la parte superior del cáliz o utilizando tijeras y guantes. Según las exigencias del mercado se cosecha con o sin pedúnculo (A. Casas, comunicación personal, 2006).

TABLA 1. Algunas especies de Pasiflora, centro de origen y usos (Martín y Nakasone, 1970).

Especie	Nombre común	Centro de origen	Usos	
			Fruto	Ornamental
<i>P. alata</i> Dryand.		Brasil, Perú	X	X
<i>P. antioquiensis</i> Karst.	Curuba	Colombia	X	
<i>P. banksii</i> Benth.		Australia		X
<i>P. Caerulea</i>	Flor azul de la pasión	Brasil a Argentina		X
<i>P. coccinea</i> Aubl.	Granadilla roja	Venezuela a Bolivia	X	X
<i>P. edulis</i> Sims.	Granadilla morada (gulupa)	Brasil	X	
<i>P. incarnata</i>	Maracuyá silvestre o maypop	Sur de los Estados Unidos	X	X
<i>P. laurifolia</i>	Granadilla amarilla	Indias Occidentales a Brasil y Perú	X	X
<i>P. ligularis</i> Juss.	Granadilla dulce	México a Bolivia	X	
<i>P. maliformis</i> L.	Calabaza dulce	Sur America	X	
<i>P. mollissima</i> (H.B.K.) Bailey	Curuba	Venezuela a Bolivia	X	
<i>P. quadrangularis</i> L.	Granadilla gigante	Desconocido	X	
<i>P. vitifolia</i> H.B.K.		Nicaragua a Venezuela y Perú	X	X

Una vez cosechados los frutos se realiza una preselección donde se separan los frutos afectados por enfermedades, insectos u otros daños fisiológicos o físicos. Para el caso de la gulupa Jiménez (2006) recomienda la recolección en canastillas de plástico (de 2,5 kg) o en cajas de cartón (manzanera), se ordenan en tres o cuatro capas de fruta, cada capa se cubre con papel periódico para evitar el deterioro del fruto.

En condiciones de producción en Colombia, Fonseca y Ospina (2006) encontraron que algunos de los parámetros fisicoquímicos a tener en cuenta para la cosecha de la granadilla y de la gulupa se resumen en la tabla 2.

TABLA 2. Parámetros fisicoquímicos evaluados en frutos de granadilla y gulupa cosechados en grados de madurez comercial (Fonseca y Barrera, 2006).

Análisis químico	Granadilla	Gulupa
pH	4,64	3,13
Sólidos solubles (°Brix)	16,0	16,5
Acidez titulable (como ácido cítrico)	0,47	3,9
Relación grados Brix/acidez titulable	34	4,2

Para el caso de granadilla, la relación de madurez encontrada coincide con la norma NTC 4101 (ICONTEC, 1994). El número de semillas tanto en el fruto de granadilla como en el de gulupa, no parece tener relación con el tamaño del fruto, lo cual difiere de otras frutas, pero si con el grosor de la corteza, para el caso de la granadilla y en la forma esférica de la gulupa.

Crecimiento, maduración e índices de madurez

El tiempo de crecimiento de las pasifloras, transcurrido desde el momento del cuajado o antesis hasta el momento de máximo crecimiento varía dependiendo de la especie, en el caso maracuyá transcurren 70 días, lo mismo para la gulupa, este tiempo no es menor que 60 días después de la floración. De acuerdo con los resultados obtenidos por Shinjiro *et al.* (1996) el fruto de gulupa puede permanecer hasta 70 días después de la floración en la planta, alcanzando después de la cosecha las características óptimas para su consumo. El fruto exhibe un crecimiento sigmoidal simple; el mayor crecimiento se presenta durante los primeros 20 días de desarrollo tras la antesis, mientras que durante los siguientes 50 días el aumento de peso y dimensiones se mantiene

prácticamente invariable (Lederman y Gazit, 1993). Se pueden distinguir tres etapas (inmaduro, pintón y maduro) de acuerdo con Pruthi (1959) y los frutos que se cosechan en estados pintón alcanzan madurez de consumo. Similar comportamiento exhiben los frutos de curuba con un periodo de desarrollo desde el cujamiento hasta la madurez de recolección de 100 días, con un claro patrón de crecimiento sigmoidal (Hernández y Martínez, 1994).

El patrón respiratorio de la mayoría de las pasifloráceas comerciales es climatérico, tal como se reportan para el maracuyá, la gulupa, la granadilla, la curuba y la cholupa. El máximo climatérico de respiración está acompañado por la disminución de la acidez, aumento de sólidos solubles y moderada variación de pH. Se ha identificado que frutos de maracuyá que permanecen en la planta no llegan a mostrar un máximo climatérico, mientras que aquellos que son cosechados si (Shiomi *et al.*, 1996; Garcés y Saldarriaga, *sf.*). En el caso del maracuyá el fruto puede ser cosechado con el 60% de color verde y 40% de color amarillo, momento para el cual los frutos han alcanzado la máxima acumulación de materia seca.

Si bien los cambios que se producen en los contenidos celulares del fruto, están claramente asociados con la maduración, hay un cambio que de manera decisiva está asociado con este proceso y es el cambio de coloración de la corteza y de la pulpa. Para el caso de la gulupa y de la granadilla se han determinado seis estados de madurez de acuerdo con el cambio de coloración de verde a morado, para el caso de la primera y verde a naranja en el caso de la segunda. Estos grados varían entre el estado 0 (inicio de la maduración-inicio de cambio de color verde) y el 6 (sobre maduro). Pinzón *et al.* (2007) recomiendan la recolección de la gulupa cuando alcanza el estado 3 de madurez que corresponde a aquel con 50% de color verde y 50% del color morado (figura 1). En granadilla, Saldarriaga (1998) indica que el fruto puede ser cosechado 70-75 después de la floración cuando alcanza el 75% de color amarillo y 25% de color verde, aunque dependiendo de la demanda del mercado puede llegarse a recolectar solo con el 25% de cambio de coloración, para este estado (Hoyos y Gallo, 1987; Castro 2001).

Tanto la pulpa como la corteza tienen disminución de masa, que es coincidente con la pérdida de peso durante el almacenamiento en el caso de todos los frutos recolectados, como resultado de la respiración, siendo la corteza la que más rápidamente pierde peso (Gómez *et al.*, 1999).



FIGURA 1. Tabla de color de frutos de gulupa (*Pasiflora edulis* Sims.) durante 6 estados de madurez desde totalmente verde (0) hasta sobremaduro (6) (Pinzón *et al.*, 2007).

Arjona y Matta (1991) y Arjona *et al.* (1994) encontraron maduraciones muy similares en frutos de maracuyá que permanecieron en la planta y en aquellos que fueron tratados con etileno una vez cosechados. Con ello demostró que tratamientos poscosecha con choques o baños de etileno pueden resultar efectivos para homogenizar el color y alcanzar niveles de azúcares en frutos cosechados en madurez fisiológica. Similares comportamientos se ha observado en gulupa, en la cual la sensibilidad al etileno aumenta entre 3 y 5 días después de la recolección (Shiomi *et al.*, 1996).

La curuba, por su parte, muestra un comportamiento climatérico, madurando después de la recolección, con un leve aumento del pH y moderado aumento de azúcares (Téllez *et al.*, 1999).

Fonseca y Ospina (2006) compararon las características físicas y químicas del fruto entre dos especies pasifloráceas y encontraron que la granadilla supera a la gulupa en peso, diámetro, número de semillas, pH e índice de madurez, mientras que la gulupa es mucho más ácida (tabla 3).

TABLA 3. Componentes de la caracterización física del fruto en granadilla y gulupa (Fonseca y Ospina, 2006).

Componente	Granadilla	Gulupa
Peso fresco (g)	124,62	65,86
Diámetro ecuatorial (mm)	67,67	54,44
Diámetro longitudinal (mm)	78,58	57,07
Número de semillas	266	165

Poscosecha y conservación

Uso de baja temperatura

La mayoría de las frutas tropicales son sensibles a la baja temperatura, siendo susceptibles al daño por frío, cuyas manifestaciones varían dependiendo de la especie, la variedad y múltiples factores de cultivo. Según Pruthi (1959), los frutos de pasión no se pueden mantener a temperatura ambiente por más de 10 días ya que se presentan problemas de deshidratación, pudrición por hongos y fermentación de la pulpa.

Las temperaturas utilizadas para la conservación de los frutos de maracuyá y gulupa pueden oscilar entre los 2°C y los 7°C (Lüdders, 2003). En el caso del maracuyá los tiempos de almacenamiento pueden estar entre 1 y 2 semanas si el fruto es almacenado a 12°C, alcanzándose reducción de pérdida de peso y mantenimiento de la calidad externa, en algunos casos inclusive hasta 3 semanas pueden ser almacenados frutos en estado pintón (Saenz *et al.*, 1991). Para la gulupa, temperaturas entre 4 y 5°C prolongan la vida útil del fruto hasta en un 50%, respecto a frutos que no son conservados en refrigeración. Similares condiciones se pueden aplicar en la conservación del fruto de granadilla en refrigeración, la que se comporta bien a 6-7°C, alcanzándose hasta 20 días de conservación; por el contrario en temperaturas de maduración a 18°C, el máximo climatérico de respiración se aumenta en un 50% y el tiempo de conservación se reduce en la misma proporción (Bacca, 1987; Villamizar, 1992; Castro, 1997; Gómez *et al.*, 1999).

En el caso de la curuba la temperatura crítica de almacenamiento es de 10°C, condición en la cual el fruto alcanza 20 días de conservación, sin deterioro de sus cualidades organolépticas. Téllez *et al.* (1999) encontraron que en la curuba

almacenada en estas condiciones se retrasa el cambio de coloración y el aumento de azúcares y la disminución de acidez se dan de una manera más lenta.

En condiciones de refrigeración los frutos de algunas pasifloráceas comerciales varían en su tiempo de conservación. En el caso del maracuyá, frutos maduros a temperatura ambiente alcanzan solo 7 días de almacenamiento y la pérdida de peso puede ser del 13%, mientras que si los frutos son colectados en estado pintón su conservación dobla el tiempo de conservación, es decir alcanzan 2 semanas, con pérdidas similares de peso (Correa, 1995).

Atmósferas modificadas y ceras

La pérdida de agua es uno de los principales causas de deterioro de frutos de pasifloráceas. El uso de polietileno de baja densidad de calibres entre 1 y 3, así como el polivilideno mantienen los contenidos de los principales monosacáridos glucosa y fructosa en los frutos de maracuyá cosechados después de 2 semanas de almacenamiento (Salazar y Torres, 1977). Combinaciones de atmósfera modificada y uso de baja temperatura (6°C) pueden llevar a la conservación de frutos hasta por 6 semanas (Da Gama *et al.*, 1991).

En el caso de la gulupa, se ha encontrado que la baja temperatura combinada con el uso de atmósferas modificadas proporciona a la fruta una conservación mayor del 70% en el tiempo, es decir, frutos sin tratamiento no alcanzan una semana de conservación, mientras que frutos empacados en diferentes calibres de polietileno de baja densidad, llegan prácticamente al mes de almacenamiento, sin que disminuyan las cualidades nutricionales del producto en almacenamiento.

De manera similar se ha reportado que el uso de ceras comestibles contribuyen a la conservación del fruto de maracuyá; las ceras con base en carnauba (18-21% de carnauba) disminuyeron el marchitamiento, la pérdida de peso y la incidencia de pudriciones, que aquellas con base en resinas (Mota *et al.*, 2003).

Aplicando la cera Primafresh (mezcla de ésteres ácido grasos sacarosa) en curuba, Téllez *et al.* (2007) encontraron tasas respiratorias más bajas y un pico climatérico más tardío, además una acidez total titulable, un pH, un peso fresco y una consistencia del fruto mayor que en aquellos no encerados. Estos efectos fueron más acentuados en los frutos encerados a 8°C, comparados con los almacenados a 20°C.

La atmósfera modificada pasiva constituye una alternativa para la conservación de la granadilla. Valderrama y Osorno (1987) afirmaron que la vida útil se puede prolongar hasta 49 días después de la cosecha.

Empacando gulupas en películas de vinipel (película de PVC extensible), se puede conservar mejor la calidad del fruto, aún a temperatura ambiente (18°C) hasta 10 o 12 días, efecto que es todavía mayor a 6°C (Pachón *et al.*, 2006).

Otros tratamientos poscosecha

Tratamiento de calentamiento

Se ha identificado que tratamientos de calentamiento benefician la conservación de frutos (Fallik, 2004), disminuyendo el ataque de microorganismo. Tanto la gulupa, como el maracuya pueden recibir tratamiento con agua caliente para mantener su calidad una vez recolectadas. En el caso de la gulupa se ha encontrado que tratamientos hidrotérmicos de 2 horas a 35°C reducen la pérdida de masa, manteniendo una buena firmeza y contenidos de vitamina C. Por el contrario, temperatura de 40°C o superiores pueden dar una apariencia de requemado y lleva a la disminución del ácido ascórbico.

Encerado y recubrimientos individuales

Para la gulupa, cada vez que tiene una excelente expectativa de exportación (Bernal y Díaz, 2005) requiere de tratamientos que prolonguen su vida durante la poscosecha, tanto el tratamiento de encerado, así como recubrimientos con polivilideno (vinipel) prolongaron la vida útil de este fruto, maximizándose cuando se combina con la temperatura crítica de almacenamiento de 6°C (Pachón *et al.*, 2006). Por su parte el encerado de frutos de curuba 'Ruizquin 1' y 'Ruizquin 2' resultó en un aumento de casi el 50% de tiempo de vida útil de los frutos, con atraso del máximo climatérico de respiración y mejora de algunas características fisicoquímicas de acidez y contenido de sólidos solubles totales (Téllez *et al.*, 2007).

Empaque

Los contenidos de cada empaque deben ser homogéneos y compuestos por frutos del mismo origen, variedad, categoría, color y calibre. Para el mercado interno y el caso de la granadilla ICONTEC (1994) recomienda usar una canastilla plástica de fondo liso con medidas externas de 600 x 400 x 250 mm ó 500 x 300 x 300

mm, de tal manera que se puedan conformar dos o tres capas de producto dependiendo del calibre de los frutos, los cuales deben estar separados por alvéolos.

La gulupa se exporta emplástica al vacío (termoencogida) o envuelta en papel vinipel; se colocan en cajas de cartón con un peso de 2,5 kg con alvéolos o a granel empacada dentro de una bolsa microperforada para que haya intercambio de gases; el número de frutos por caja es de 15 a 20. En Estados Unidos se comercializan cajas con conteos de 25 a 49. La mayoría de cajas colombianas exportadas a Europa contienen 18 frutas (A. Casas, comunicación personal, 2006).

Para el mercado de exportación, ICONTEC (1994) señala que el producto debe estar empaquetado en envases rígidos de cartón corrugado, madera o la combinación de ellos. Las dimensiones externas de la base de los empaques deben ser de 400 x 300 mm ó 500 x 300 mm.

Dentro de las reglas generales, los empaques deben estar en buen estado, limpios (desinfectados) y secos y no haber estado en contacto con residuos de agroquímicos, ni sustancias tóxicas. Además, deben tener contornos redondeados, libres de grietas o roturas y el diseño debe permitir una adecuada ventilación del producto.



FIGURA 2. Granadillas en empaques de cartón apilados listas para la exportación.

Algunas aplicaciones agroindustriales

La gulupa en particular posee unas características excepcionales de aroma, sabor y color de su pulpa. Aunque los rendimientos en el despulpado no superan el 50%, que resulta bajo comparado con otros frutos tropicales (Jamaica y Hernández, 2007), las aplicaciones y usos de la pulpa pueden ser diversos y de alto impacto; los primeros resultados apuntan a la obtención de derivados lácteos y confitería que pueden ser de alta aplicabilidad en la industria nacional (Godoy *et al.*, 2008). En el caso de badea (*Passiflora quadrangularis*), su consumo en fresco está limitado a lo local, en sitios de producción, sin embargo, resultados preliminares indican que productos, como trozos mínimamente procesados, y derivados de la pulpa como mermeladas y bocadillos podrían ser de interés en la industria de alimentos (Castellanos *et al.*, 2008).

Conclusiones

- El crecimiento típico de estos frutos sigue una curva sigmoidal simple con un periodo de máximo crecimiento entre los 45 y 60 días.
- Las cuatro especies pasifloráceas comerciales son frutos climatéricos, además con una alta actividad respiratoria.
- Las temperaturas críticas de almacenamiento se encuentran alrededor de 6 a 8°C presentando una menor susceptibilidad al daño por frío comparados con otros frutos tropicales.
- Con estas especies se ha logrado una prolongación de la vida útil significativa bajo condiciones de atmósfera modificada pasiva o activa.

Literatura citada

- Arjona, H.E. y F.B. Matta. 1991. Harvest quality of passion fruit as influenced by harvest time and ethylene treatment. *HortScience* 26, 1297-1298.
- Arjona, H.E., F.B. Matta y J.O. Garner. 1994. Wrapping in polyvinyl chloride films slow quality loss of yellow passion fruit. *HortScience* 29, 295-296.
- Bacca, H. 1987. El cultivo de la granadilla *Passiflora ligularis*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Cúcuta, Colombia.

- Bernal, J. y C. Díaz. 2005. Tecnología para el cultivo de la curuba. Manual Técnico 6. CORPOICA, Rionegro, Colombia.
- Castellanos, M.T., A.M. Chinchilla, M. Rincón, C. Tovar, M.S. Hernández e I. Rodríguez. 2008. Elaboración de productos con base en badea (*Passiflora quadrangularis*). pp. 93-105. En: Díaz, A.C., J. Varón, C. Acosta, M.F. Cely y C.A. Fuenmayor (eds.). Segunda Jornada de Actualización Avance de la Investigación en Alimentos 2007. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Colombia; Produmedios, Bogotá.
- Castro, L.E. 1997. Producción, cosecha y manejo poscosecha de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). pp. 1-7. En: Memorias II Congreso Internacional de Manejo Poscosecha de Frutas y Hortalizas. Universidad de la Molina, Lima.
- Castro, L.E. 2001. Guía básica para el establecimiento y mantenimiento del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis*). ASOHOFRUCOL; Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola, Bogotá.
- Correa, R.M. 1995. Identificacao de constituintes volateis e fisiología pos-colheita do maracuja (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*). Tesis de maestría. Universidade Federal de Paraiba, Joao Pessoa, Brasil.
- Da Gama, F.S.N., I. Manica, H.G.K. Kist y M. Accorsi. 1991. Additives and polyethylene bags in the preservation of passion fruit stored under refrigeration. Pesq. Agropec. Bras. 26, 305-310.
- Fallik, E. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). Postharv. Biol. Technol. 32, 125-134.
- Fonseca, D.I. y N.M. Ospina. 2006. Relación semilla/fruto en dos passifloras: granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) y gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Garcés, O.J. y G.R. Saldarriaga. sf. El cultivo de la granadilla. Cooperativa de Productores de Urrao. Ed. Gráfica, Urrao, Colombia.
- Godoy, L., C. Hernández, W. Parra, A. Salamanca, M. Velasco, E. Zapata y M.S. Hernández. 2008. Desarrollo agroindustrial de la gulupa. pp. 77-92. En: Díaz, A.C., J. Varón, C. Acosta, M.F. Cely y C.A. Fuenmayor (eds.). Segunda Jornada de Actualización Avance de la Investigación en Alimentos 2007. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Colombia; Produmedios, Bogotá.

- Gómez, P.K., E. Ávila y A. Escalona. 1999. Curva de crecimiento, composición interna y efecto de dos temperaturas de almacenamiento sobre la pérdida de peso de frutos de parchita cv. Maracuya (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Rev. Fac. Agron. (LUZ) 25(2), 125-137.
- Hoyos, E. y F. Gallo. 1987. Manejo precosecha, cosecha y poscosecha de granadilla y lulo. pp. 57-63. En: Reunión Técnica de la Red Latinoamericana de Frutas y Hortalizas. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Programa de Diversificación, Bogotá.
- Hernández, M.S. y O. Martínez. 1994. Crecimiento y desarrollo del fruto de curuba de castilla. Agric. Trop. 31(3), 61-68.
- Jamaica, O.R. y M.S. Hernández. 2007. Aprovechamiento integral de la gulupa madura (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims.). pp. 24-30. En: Quicazán, M., C.A. Fuenmayor y C. Soler (eds.). Primera Jornada de Actualización. Avance de la Investigación en Alimentos. Instituto de Ciencia y Tecnología (ICTA), Universidad Nacional de Colombia; Produmedios, Bogotá.
- ICONTEC. 1994. Frutas frescas. Granadilla. Especificaciones. Norma técnica colombiana NTC 4101. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), Bogotá.
- Jiménez, Y. 2006. El cultivo de la gulupa. Trabajo final. Especialización en Horticultura, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Lederman, I.E. y S. Gazit. 1993. Growth, development and maturation of the purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.). The whole fruit. Pesq. Agropec. Bras. 28(10), 1195-1199.
- Lüdders, P. 2003. Granadilla (*Passiflora edulis* Sims.) - a multiple useful tropical fruit. Erwerbs-Obstbau 45(6), 186-191.
- Martín, F.W. y H.Y. Nakasone. 1970. The edible species of *Passiflora*. Econ. Bot. 24, 333-343.
- Molina, S.M. y S. Duran. 1970. Frigoconservación y manejo: frutas, flores e hortalizas. Ed. Aedos, Barcelona, España.
- Mota, W.F., L.C.C. Da Salomao, P.R. Cecon y F.L. Finger. 2003. Waxes and plastic film in relation to the shelf life of yellow passion fruit. Scientia Agric. 60(1), 51-57.

- Pachón, A., A. Montaña y G. Fischer. 2006. Efecto del empaque, encerado y temperatura sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de la gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis*) en postcosecha. pp. 72-78. En: Salamanca, G. (ed.). Propiedades fisicoquímicas y sistemas de procesamiento: productos hortofrutícolas en el desarrollo agroalimentario. Ed. Guadalupe, Bogotá.
- Pinzón, M. del P., G. Fischer y G. Corredor 2007. Determinación de estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). Agron. Colomb. 25(1), 83-95.
- Pruthi, J.S. 1959. Physicochemical composition of passion fruit (*P. edulis*). III. Effect of degree of maturity. Indian Hort. 16, 110.
- Pruthi, J. 1963. Physiology, chemistry, and technology of passion fruit. Adv. Food Res. 12, 213-280.
- Saenz, M.V., L. Castro- Barquero y J. Gonzalez-Calvo. 1991. Effect of packing and storage temperature on postharvest life and fruit quality of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). Agron. Costarr. 15(1-2), 79-83.
- Salazar, R. C. y Torres. 1977. Almacenamiento de frutos de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener) en bolsas de polietileno. Rev. ICA 12(1), 1-11.
- Saldarriaga, R.L. 1998. Manejo post-cosecha de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Serie de paquetes de capacitación sobre manejo poscosecha de frutas y hortalizas. 7. Convenio SENA - Reino Unido. Armenia, Colombia.
- Shinjiro, S., K. Yasutaka, L. Wamochi, H. Koaze, R. Nakamura y A. Inaba. 1995. Postharvest ripening and ethylene biosynthesis in purple passion fruit. Postharv. Biol. Technol. 8, 199-206.
- Shiomi, S., Y. Kubo, L.S. Wamochi, H. Koaze, R. Nakamura y A. Inaba. 1996. Postharvest ripening and ethylene biosynthesis in purple passion fruit. Postharv. Biol. Technol. 8, 199-207.
- Téllez, C.P., G. Fischer y O. Quintero. 1999. Comportamiento fisiológico y físico-químico en la postcosecha de Curuba de Castilla (*Passiflora mollissima* H.B.K. Bailey) conservada en refrigeración y temperatura ambiente. Agron. Colomb. 16(1-3), 13-18.
- Téllez, C.P., G. Fischer y O.C. Quintero. 2007. Comportamiento fisiológico y físico-químico de frutos de curuba (*Pasiflora mollissima* Bailey) encerados y almacenados a dos temperaturas. Rev. Colomb. Cienc. Hortíc. 1(1), 67-80.

- Valderrama, O. y F.A. Osorno. 1987. Almacenamiento de la granadilla. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Villamizar, F. 1992. La granadilla, su caracterización física y comportamiento poscosecha. Ingeniería e Investigación 8(3), 14-23.

Industrialización de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.)

Sweet granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.)
industrialization

MARÍA LUISA RODRÍGUEZ¹

Resumen

El uso de diferentes alternativas para la obtención de algunos productos procesados derivados de la granadilla tales como pulpa, néctar, mermelada, salsa, aromática, productos de humedad intermedia y pulpa liofilizada, contribuyen a reducir los problemas de disponibilidad y perescibilidad de esta fruta, disminuir las pérdidas de poscosecha, aumentar la vida útil, darle valor agregado y ofrecer diversos productos para satisfacer el gusto del consumidor. Los promedios obtenidos para las características físicas de la materia prima utilizada en los procesados fueron: peso 118,03 g, volumen 204,83 mL, diámetro 6,97 cm y longitud 7,67 cm (Palomino y Patiño, 2008; Salamanca y Romero, 2008). Las características químicas de los procesados determinan que todos los productos presentan pH ácido de 0,3 a 0,5, y la acidez titulable fue menor a 0,5% lo cual minimiza la probabilidad del crecimiento bacteriano. Los sólidos solubles totales para pulpas y néctares están entre 15,41 y 15,80 °Brix; para mermeladas, salsas y aromáticas se encuentran de 32,46 a 66,80 °Brix; para pulpa de humedad intermedia fueron 46,83 °Brix; y pulpa liofilizada de 15,15 °Brix. Las pulpas de humedad intermedia presentaron Aw de 0,90. En los liofilizados la humedad fue de 6,37% y la Aw de 0,203. El recuento microbiológico de la fruta transformada, demostró que cumplen con los requisitos de inocuidad para hongos y levaduras, mesófilos, coliformes. El análisis nutricional de la pulpa de

¹ Investigadora procesos agroindustriales, CORPOICA, C.I. Tibaitata, Mosquera (Colombia).
e-mail: mlrodriguez@corpoica.org.co

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 pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

granadilla fresca y liofilizada para vitamina C fue de 0,178 mg/100 mL y 0,098 mg 100/mL, respectivamente. Los estudios realizados por Corpoica, en el Centro de Investigación Tibaitatá, han determinado las características fisicoquímicas y sensoriales y se ha observado que las frutas pueden ser sometidas a procesos convencionales de conservación, que soportan cambios por tratamientos con calor o frío; se pueden modificar, sea por concentración o por aumento de sus sólidos solubles a fin de reducir su actividad de agua, para obtener productos larga vida, con buena aceptabilidad por parte del consumidor.

Palabras claves: pulpa, néctar, mermelada, salsa, aromática, pulpa de humedad intermedia, pulpa liofilizada, actividad de agua (Aw).

Abstract

The use of various alternatives to obtain a number of derived processed products of sweet granadilla such as pulp, nectar, preserves, sauce, tea, intermediate moisture products and lyophilized pulp, contributes to reduce the problems of readiness and fruit perishability, diminish postharvest losses, increase shelf life, increase the added value and offer different products to satisfy consumers. The average physical characteristics of the raw material used in the processed sweet granadilla were: weight 118.03 g, volume 204.83 mL, diameter 6.97 cm, and longitude 7.67cm (Palomino y Patiño, 2008; Salamanca y Romero, 2008). The chemical characteristics of this processed food determined that all products exhibited acid pH from 0.3 to 0.5, and the titratable acidity smaller than 0.5%, which minimizes the probability of bacterial growth. The total soluble solids for pulps and nectars were between 15.41 and 15.80 °Brix. For preserves, sauces and tea, these were from 32.46 to 66.80 °Brix, also 46.83 °Brix for intermediate moisture pulp and 15.15 °Brix for lyophilized pulp. Intermediate moisture pulp presented an Aw of 0.90. In lyophilized pulp, the moisture was of 6.37% and Aw of 0.203. The microbial count of processed fruits demonstrated that these fulfill the safety requirements for fungi, yeasts, mesophils, and coliforms. Nutritional analysis of fresh and lyophilized pulp of sweet granadilla for vitamin C was respectively 0.178/100 mL and 0.098 mg/100 mL. The studies carried out by Corpoica, Center of Investigation Tibaitatá, have determined the physicochemical and sensorial characteristics, and it has been observed that fruits could be subject to conventional processes of conservation that support changes for treatments with heat or cold. These can modify concentration or

increase soluble solids in order to reduce their water activity, obtain products with long shelf life and greater acceptability by the consumers.

Keywords: pulp, nectar, jam, sauce, herbal tea, pulp intermediate moisture, freeze-dried pulp, water activity (Aw).

Introducción

Una fuente importante de nutrientes esenciales para la vida de los seres humanos y los animales ha sido desde siempre los alimentos de origen vegetal. Dentro de este grupo de alimentos se encuentran las frutas que son consideradas las mejores transportadoras de vitaminas A y C, contienen antioxidantes, minerales esenciales, fibra dietaria, carbohidratos, proteínas, entre otros. Es así que desde la medicina y la nutrición se recomienda consumir de tres a cinco porciones por día según la edad y el estado fisiológico del individuo. Sus innumerables bondades le permiten al cuerpo humano realizar adecuadamente las funciones, mantener una buena salud y mejorar la calidad de vida.

En Colombia se considera que el consumo de frutas es insuficiente, pues cada habitante debería ingerir 120 kg de fruta al año para satisfacer los requerimientos mínimos nutritivos recomendados por el ICBF (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar), de los cuales la mayoría de la población solo puede acceder al 40%.

En nuestro país, existen dificultades en cuanto a la disponibilidad y la perescibilidad de las frutas. El problema de disponibilidad se debe a las pérdidas de aproximadamente un 30% de la fruta cultivada, que por diversas razones se pierde, antes de que llegue al consumidor final. Se ha demostrado que estas pérdidas son debidas a deterioros microbiológicos, fisiológicos, pérdida de agua, daños mecánicos durante la cosecha, transporte y almacenamiento. En algunas regiones tropicales y subtropicales estas pérdidas pueden ascender hasta el 50%. Las pérdidas también ocurren durante la preparación y la producción de procesados frutícolas para los mercados locales o de exportación. Ante esta situación, es urgente contribuir al aumento de la disponibilidad para el consumo de frutas sanas, nutritivas, agradables y en lo posible a precios accesibles, dando un buen manejo a las frutas en poscosecha, destinando parte de la producción a la comercialización en fresco y parte a la transformación mediante la utilización

de métodos apropiados según las diferentes regiones de producción y hábitos alimentarios, entre otros.

Los problemas de perescibilidad se refieren a la corta vida útil de las frutas, los cuales han sido estudiados durante siglos alrededor del mundo, y se han orientado al diseño de estrategias y métodos modernos e innovadores de conservación, acondicionamiento y desarrollo de nuevos productos, que permitan a los consumidores contar con fruta fresca durante un periodo prolongado de tiempo y obtener nuevas y variadas presentaciones de productos procesados de las frutas.

En el diseño y desarrollo de productos procesados es importante tener en cuenta tanto las características de la materia prima a utilizar como la de los productos a obtener. El aseguramiento de la calidad de los productos procesados está influenciado de manera importante por la materia prima, por lo tanto esta debe ser cuidadosamente seleccionada. Esto implica la caracterización de sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, nutricionales y organolépticas, con el fin de ofrecer productos atractivos, inocuos, nutritivos y agradables para el consumidor.

Características microbiológicas, físicoquímicas, nutricionales y organolépticas

Características físicas

Peso: se determina mediante el uso de la balanza electrónica y se registra en g.

Volumen: se determina por desplazamiento de agua al introducir el fruto en esta. El resultado se expresa en mL.

Diámetro y longitud: se mide con un calibrador pie de rey, y el resultado se expresa en mm.

Características químicas

Contenido de humedad de los alimentos: el contenido de agua de los alimentos naturales varía entre un 60 y 95%. La determinación del contenido de humedad de frutas se realiza por secado de la muestra hasta obtener peso constante y se expresa en porcentaje (Owen, 1998).

Actividad de agua (Aw): considerado el factor individual que más influye en la alteración de los alimentos. El agua puede decirse que existe en dos formas generales: “agua libre” y “agua ligada”. El agua libre es la forma predominante, se libera con gran facilidad y es estimada en la mayor parte de los métodos usados para el cálculo del contenido en agua. El agua ligada se halla combinada en los alimentos como agua de cristalización en los hidratos o ligada a las proteínas. Se ha demostrado que alimentos con el mismo contenido de agua se alteran de forma distinta, por lo que se deduce que la cantidad de agua no es por sí sola una herramienta indicativa del deterioro de los alimentos (Roudot, 2004).

De este hecho surge el concepto de Aw, que indica la fracción del contenido de humedad total de un producto que está libre, y en consecuencia, disponible para el crecimiento de microorganismos y para que se puedan llevar a cabo diversas reacciones químicas que afectan su estabilidad (Roudot, 2004).

Es importante tener en cuenta que para el desarrollo de muchos microorganismos uno de los parámetros que establece el límite de perescibilidad es la Aw, mientras que otros parámetros como temperatura, pH o contenido en azúcares, generalmente influyen en la velocidad de crecimiento de los mismos. Los microorganismos necesitan la presencia de agua, en una forma disponible, para crecer y llevar a cabo sus funciones metabólicas. En consecuencia los límites de Aw que permiten el crecimiento, difieren entre los diferentes microorganismos. En general, las bacterias de deterioro comunes se inhiben a una Aw aproximadamente de 0,97; los *Clostridios* patógenos a Aw 0,94, y la mayor parte de la especie *Bacillus* a Aw 0,93. *Staphylococcus aureus* es el patógeno que posee mayor tolerancia a la Aw y puede crecer en aerobiosis a Aw de 0,86. Muchos hongos y levaduras son capaces de proliferar a Aw debajo de 0,86; algunas levaduras osmofílicas y hongos xerófilos pueden crecer lentamente a Aw ligeramente mayores a 0,60. En consecuencia, para conservar un alimento utilizando como factor de estrés la reducción de Aw, ésta debiera disminuirse a 0,60. Los alimentos totalmente deshidratados, por ejemplo, los que tienen valores de Aw aproximados a 0,30 pueden controlar no sólo el crecimiento microbiano sino también otras reacciones de deterioro.

La actividad de agua tendrá un valor máximo de 1 y mínimo de 0. Cuanto menor es este valor, menor será la susceptibilidad del alimento a deteriorarse (Owen, 1998).

La medición de A_w , se realizó mediante el uso del medidor de actividad de agua “Novasina”.

pH: la medición del pH depende de la concentración de iones de hidrógeno libres y la capacidad de buffer del jugo extraído. El pH indica la acidez de un alimento. El pH óptimo para el crecimiento de la mayoría de las bacterias asociadas a alimentos está en el rango 6,5-7,5. Sin embargo, para controlar el crecimiento de microorganismos utilizando este parámetro, el pH requerido en ausencia de otros factores de conservación sería muy bajo ($< 1,8$) y ello causaría el rechazo de los productos por consideraciones sensoriales. Se determina el pH por el método potenciométrico.

Sólidos solubles totales (SST): los SST son los azúcares, ácidos orgánicos, sales, minerales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de las frutas. Los SST se miden con un refractómetro calibrado o hidrómetro y son expresados en porcentaje de sacarosa. Los principales azúcares, en los zumos de frutas son: sacarosa, glucosa y fructosa, que suman alrededor del 75% de los SST, estando frecuentemente equilibrados los reductores y la sacarosa. También existen pequeñas cantidades de galactosa. La concentración en sólidos solubles de los zumos de frutas se expresa en grados Brix. Un grado Brix es la densidad que tiene, a 20°C, una solución de sacarosa al 1%, y a esta concentración corresponde también un determinado índice de refracción. Así pues, se dice que un zumo tiene una concentración de sólidos solubles disueltos de 1 °Brix, cuando su índice de refracción es igual al de una solución de sacarosa al 1%. La determinación de SST se realiza según la norma AOAC 932.12.

Acidez total titulable (ATT): es una medida del contenido de ácidos orgánicos de las frutas. La ATT expresa el contenido de un determinado ácido en el fruto y el resultado se formula en % m/m de ácido. Generalmente se expresa la ATT como contenido de ácido cítrico presente en los frutos. Sin embargo la acidez puede expresarse como porcentaje de otros ácidos presentes en mayor cantidad, en determinados frutos, como por ejemplo el ácido málico. La ATT se determina efectuando una titulación ácido-base con hidróxido de sodio 0,1 N, siguiendo la norma AOAC 942.14

Características microbiológicas: desde el punto de vista microbiológico, la conservación de alimentos consiste en exponer a los microorganismos a

un medio hostil (por ejemplo a uno o más factores adversos) para prevenir o retardar su crecimiento, disminuir su supervivencia o causar su muerte. Dado que los hongos, levaduras, mesófilos y coliformes son los microorganismos más comunes en los alimentos procesados, los análisis microbiológicos se enfocaron hacia la identificación de estos organismos. El método de análisis para coliformes totales y fecales fue ICMSF 1984, para hongos y levaduras BAM-FDA 8TH Ed. Cap. 8/200 y para mesófilos aerobios fue según la norma NTC 4519 (Owen, 1998).

Características nutricionales: los contenidos nutricionales de las frutas se basan en las vitaminas A, C, antioxidantes, minerales esenciales, fibra dietaria, carbohidratos y proteínas.

Las vitaminas son compuestos heterogéneos que no pueden ser sintetizados por el organismo, solo se obtiene a través de la ingestión directa. Las vitaminas son nutrientes esenciales, imprescindibles para la vida.

Vitamina A o retinol es una vitamina liposoluble; ayuda a la formación y mantenimiento de dientes, tejidos blandos y óseos, de las membranas mucosas y de la piel. Se conoce también como retinol, ya que genera pigmentos necesarios para el funcionamiento de la retina. Desempeña un papel importante en el desarrollo de una buena visión. También se puede requerir para la reproducción y la lactancia. El beta-caroteno, que tiene propiedades antioxidantes, es un precursor de la vitamina A. Las formas activas de la vitamina A son el retinol, el retinal y el ácido retinoico.

Vitamina C o el enantiómero L del ácido ascórbico, es un nutriente esencial para el cuerpo humano. Su deficiencia causa escorbuto, es también ampliamente usado como aditivo alimentario. El farmacóforo de la vitamina C es el ión ascorbato. En organismos vivos, el ascorbato es un antioxidante, pues protege el cuerpo contra la oxidación, y es un cofactor en varias reacciones enzimáticas vitales.

Antioxidantes son moléculas capaces de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante. Las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que comienzan reacciones en cadena que dañan las células. Los antioxidantes terminan estas reacciones quitando intermedios del radical libre e inhiben otras reacciones de oxidación, oxidándose ellos mis-

mos. Debido a esto es que los antioxidantes son a menudo agentes reductores tales como tioles o polifenoles. Los antioxidantes se obtiene mediante el conocimiento de la cantidad de ácido ascórbico, ácido retinoico y fenoles totales.

Minerales esenciales: los elementos minerales esenciales, son clasificados en dos grupos, los macroelementos (calcio, magnesio, sodio, potasio, fósforo, cloro y azufre) y los microelementos (cobalto, hierro, magnesio, cromo, vanadio, níquel, molibdeno, estaño, flúor, silicio, selenio y cinc). La función general de los minerales y elementos traza, se puede resumir:

- Son constituyentes esenciales de las estructuras esqueléticas, tales como huesos, dientes y tejidos blandos, ayudan al mantenimiento de la presión osmótica y consecuentemente, regulan el intercambio de agua y solutos dentro del cuerpo animal, participan en el equilibrio ácido-base corporal y consecuentemente regulan el pH de la sangre y otros fluidos esenciales para la transmisión de los impulsos nerviosos y para las contracciones musculares.
- Los minerales son constituyentes esenciales de muchas enzimas, vitaminas, hormonas y pigmentos respiratorios, o como cofactores en el metabolismo, catálisis y como activadores enzimáticos.

Es la parte estructural de las plantas que no puede ser digerida por el organismo ya que no tenemos las enzimas necesarias para poder llevar a cabo esta función.

Existen dos tipos de fibra: la fibra soluble y la fibra insoluble. La fibra soluble atrae el agua y se convierte en gel durante la digestión. Esto retarda la digestión y la rapidez con que los nutrientes se absorben en el intestino. La fibra insoluble aumenta la rapidez del tránsito fecal y además aumenta el bolo fecal.

Proteínas: son macro nutrientes cuya principal característica es ser nitrogenada. Esta compuesta por largas cadenas de ácidos orgánicos aminados en el carbono continuo al grupo carboxilo, estos ácidos aminados se conocen como aminoácidos. La ingesta de proteínas es imprescindible para mantener la vida.

Carbohidratos: son polihidroxialdehidos; se clasifican en monosacáridos: glucosa (presente en miel y uva), levulosa (frutas), etc. Disacáridos: lactosa (leche), sacarosa (azúcar) etc. y Polisacáridos: almidón, glucógeno, etc. (Owen, 1998).

Caracterización organoléptica (color, olor y sabor): estas características definen las preferencias individuales para diferentes productos. Pequeñas diferencias organolépticas de productos semejantes pueden ser las determinantes de su grado de aceptación.

En cuanto al color podemos decir que es el atributo fundamental en la elección por parte del consumidor, por lo que su preservación es objeto de estudio, para que siempre sea natural, por ejemplo, algunas mermeladas como la de fresa o ciruela adquieren un color pardo durante el tratamiento térmico, que ha de ser modificado para que sea similar al de la fruta fresca. Como consecuencia de ello, el alimento elaborado generalmente pierde su color característico.

Las frutas contienen sustancias naturales que son responsables de su color característico. Estos componentes pueden ser agrupados como carotenoides, antocianinas, clorofila, y compuestos fenólicos. El color puede ser afectado por la conversión de clorofilas a feofitinas por acidificación, y por la modificación de las antocianinas por oxidación (catalizada por la lipoxigenasa) y la acidificación del medio. Además las clorofilas, las antocianinas y los carotenoides pueden perderse por difusión al medio, resultando en una disminución de la intensidad de color (Vidales *et al.*, 1998; Alzamora *et al.*, 2000). Muchos de estos pigmentos naturales se destruyen durante el tratamiento térmico, por transformaciones químicas que tienen lugar como consecuencia a cambios en el pH, o por oxidaciones durante el proceso.

En cuanto a los olores los responsables son compuestos volátiles que son percibidos por el olfato por vía retronasal. La naturaleza de estas sustancias es diversa, los aromas de las frutas son debidas a ésteres orgánicos como en: piña caproato de etilo. El aroma de los alimentos se halla determinado por una compleja combinación de centenares de compuestos, algunos de los cuales actúan de forma sinérgica. En cuanto a los productos procesados estos aromas suelen perderse y cambiar durante los diversos procesos de transformación (Roudot, 2004).

Los atributos básicos del sabor son: dulzor, amargor y acidez. Estos atributos se hallan esencialmente determinados por la composición del alimento. Los alimentos frescos contienen mezclas complejas de componentes volátiles que imparten bouquets y aromas característicos. Durante los procesos de transformación estos

componentes pueden llegar a perderse reduciéndose entonces la intensidad del sabor o destacándose otros componentes de éste. También se producen alteraciones por acción del calor, las radiaciones ionizantes, la oxidación, o la actividad de las enzimas sobre las proteínas, grasas o carbohidratos, componentes aromáticos volátiles diversos (Roudot, 2004).

Productos procesados de las pasifloras

Las tecnologías que se están usando en el diseño de alimentos, tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo, tienen varios objetivos de acuerdo a las necesidades del consumidor (Alzamora *et al.*, 1993; 2000), algunas de ellas son: el uso de agentes antimicrobianos, la reducción de Aw y pH, la refrigeración o calor, empaque al vacío, utilización de técnicas emergentes (ej. altas presiones hidrostáticas, pulsos eléctricos de alto voltaje, radiación ultravioleta, radiofrecuencia, etc.), o alimentos cubiertos con una capa de diferentes minerales etc.

A continuación se presentan algunos de los estudios que CORPOICA ha realizado de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.).

Los alimentos procesados son aquellos a los que se les aplica un método de transformación. Según la NTC 404 la pulpa es un producto pastoso, tamizado, no diluido, ni concentrado, ni fermentado obtenido a partir de frutas frescas, maduras, sanas y limpias. Néctar: es el producto líquido, constituido por jugo o puré de frutas frescas o reconstituidas a partir de concentrados naturales, puede estar adicionado con agua, edulcorantes naturales y ácidos permitidos, sometidos a un tratamiento de conservación adecuado (Icontec, 1998).

Según la NTC 1364, la pulpa a la cual se le ha extraído parcialmente el agua, hasta incrementar más del 50% del grado Brix natural se pueden denominar alimentos concentrados (ICONTEC, 2000). Según la NTC 285 (ICONTEC, 1997), las mermeladas y salsas son productos de consistencia semisólida o gelatinosa, obtenidos por cocción o concentración de jugos, mezclas o frutas, a los que se les ha adicionado azúcar u otros edulcorantes naturales.

La reducción de la actividad de agua (Aw) se puede lograr de diferentes maneras. Una de ellas es la adición de solutos (fructosa, sacarosa, glucosa, gli-

cerol, etc.), en el trabajo realizado por CORPOICA, se obtuvo pulpa de humedad intermedia, cuya (A_w) oscilo entre 0,6 a 0,9, lo cual permitió ofrecer un alimento en una presentación diferente y prolongar la vida útil del mismo (Palomino y Patiño, 2008). La pulpa liofilizada obtenida mediante el proceso de secado por sublimación, permite reducir las pérdidas de los componentes responsables del aroma y sabor, las cuales se afectan durante los procesos convencionales de secado. Al utilizar la sublimación como técnica de secado los productos obtenidos no se ven alterados en sus propiedades fisicoquímicas y nutricionales y se rehidratan fácilmente. La liofilización se ha mostrado como un método efectivo para ampliar la vida media de los alimentos y tiene dos características importantes:

1. Virtual ausencia de aire durante el procesado. La ausencia de aire y la baja temperatura previene el deterioro debido a la oxidación o las modificaciones del producto.

2. Secado a una temperatura inferior a la del ambiente: los productos que se descomponen o sufren cambios en su estructura, textura, apariencia y aromas como consecuencia de temperaturas altas, pueden secarse bajo vacío con un daño mínimo.

Los productos liofilizados pueden volver a su forma y estructura original por adición de agua. La estructura esponjosa del producto liofilizado permite una rápida y completa rehidratación. Las características del producto rehidratado son análogas a las que poseía el producto fresco. La porosidad de los productos liofilizados permite una mejor rehidratación comparada con los alimentos secados con aire (Salamanca y Romero, 2008).

Resultados



FIGURA 1. Diagrama de flujo para la obtención de pulpas de granadilla. (Rodríguez y Suarez, 2008).

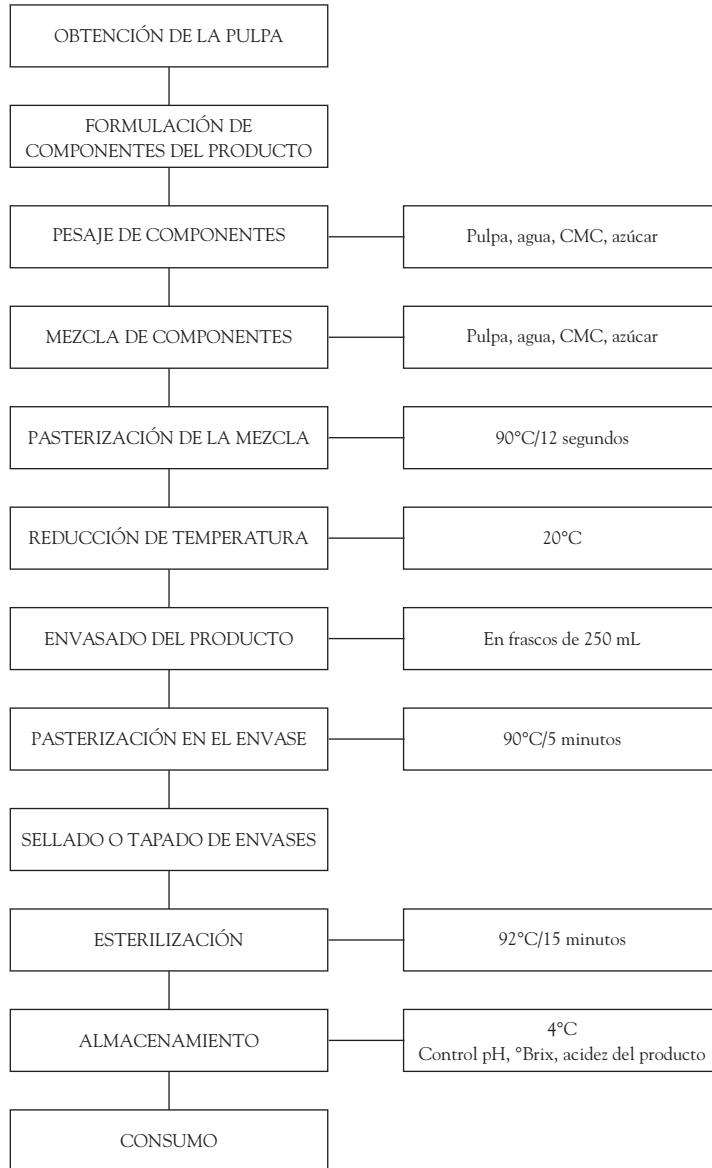


FIGURA 2. Diagrama de flujo para la obtención de néctar de granadilla (García y García, 2005; Rodríguez y Suárez, 2008).

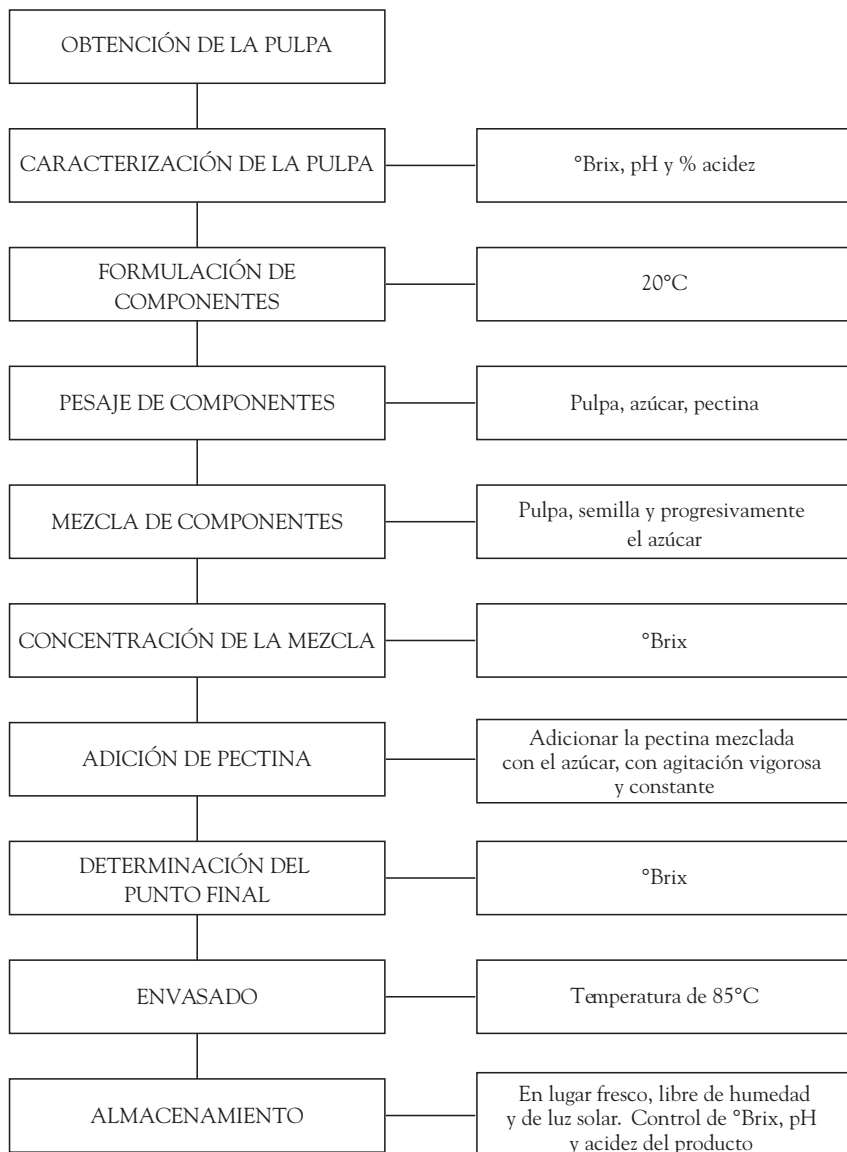


FIGURA 3. Diagrama de flujo para la obtención de mermeladas, salsas y aromáticas (García y García, 2005; Rodríguez y Suárez, 2008).

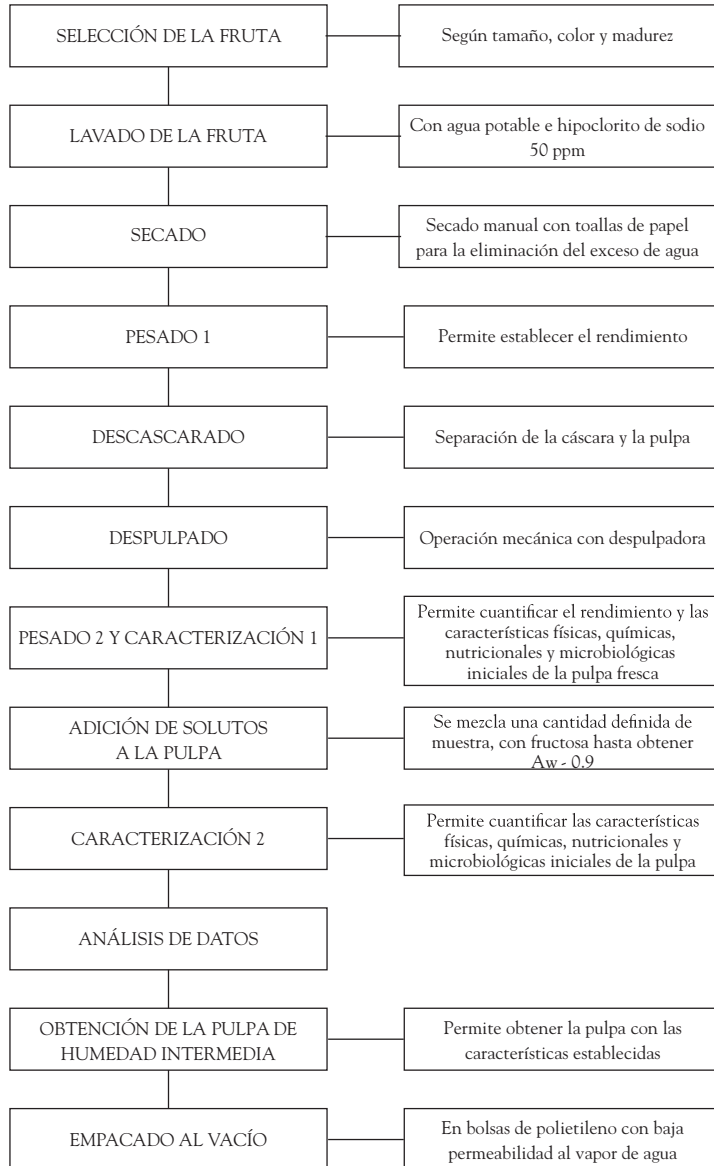


FIGURA 4. Desarrollo de un sistema para la obtención de pulpas de granadilla de humedad intermedia (Palominio y Patiño, 2008).

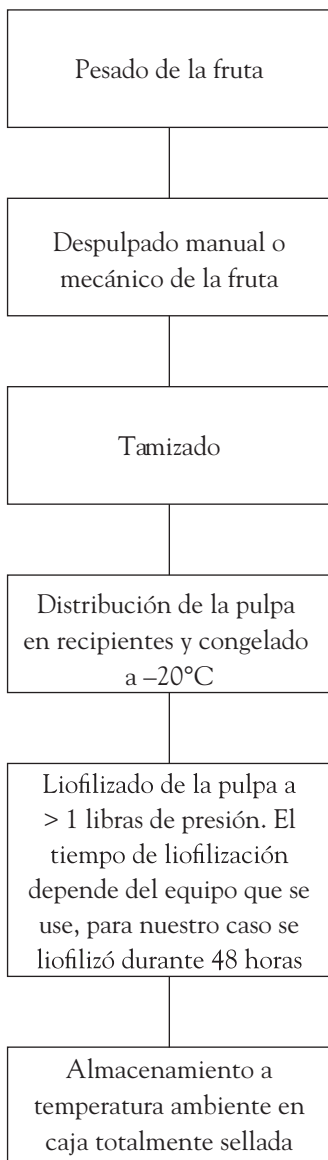


FIGURA 5. Obtención de pulpas liofilizadas de granadilla (Salamanca y Romero, 2008).

Conclusiones

Los resultados obtenidos en CORPOICA, C.I. Tibaitatá, determinaron las características fisicoquímicas y microbiológicas, nutricionales y sensoriales de productos sometidos a diferentes métodos de conservación, encontrándose que las modificaciones por concentración o por aumento de sólidos solubles a fin de reducir la actividad de agua, y presentar nuevos productos tienen buena aceptabilidad comercial. Las características fisicoquímicas específicas por producto fueron las siguientes:

Los promedios obtenidos para las características físicas del fruto de la granadilla son: peso 118,03 g, volumen 204,83 mL, diámetro 6,97 cm y longitud 7,67 cm.

La caracterización química de la pulpa fue: pH 4,65, ATT 0,46 y SST 15,41 °Brix. El néctar: pH 4,09, ATT 0,49 y SST 15,80 °Brix. Todo lo anterior proporciona información que predice la estabilidad del producto.

En mermeladas: pH 4,5, ATT 0,21 y SST 69,5 °Brix. En salsas: pH 4,81, ATT 0,46 y SST 32,46 °Brix. Para aromáticas: pH 4,80, ATT 0,29% y SST 66,80 °Brix. Estos resultados indican un comportamiento regularmente estable de los productos.

Para la pulpa de humedad intermedia: pH 4,56, ATT 0,38 y STT 46,83 °Brix y la A_w se redujo a 0,90. Esto indica tendencia a la estabilidad del procesado. Para la pulpa liofilizada: pH 4,64, ATT 0,33 y SST 15,15 °Brix, se redujo la humedad a 6,37% y la A_w a 0,203. Todo lo anterior convierte este producto en un alimento larga vida.

Los resultados nutricionales de la pulpa fresca y liofilizada para la vitamina C fueron de 0,178 mg/100 mL y 0,098 mg/100 mL, respectivamente y el contenido de fibra en el liofilizado fue de 5,59%, proteína cruda 4,96% y ceniza 6,12%.

Estos resultados concluyen, que los diferentes métodos de conservación permitieron obtener variadas presentaciones de la fruta, con alto grado de inocuidad y baja perescibilidad, adaptándose a los gustos y preferencias de los clientes.

Literatura citada

- Alzamora, S.M., M.A. Castro, S.L. Vidales, A.B. Nieto y D. Salvatori. 2000. The roll of tissue microstructure in the textural characteristics of minimally processed fruits. pp. 153-171. En: Alzamora, S.M., M.S. Tapia y A. López M. (eds). Minimally processed fruits and vegetables, fundamental aspects and applications. Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.
- Alzamora, S.M., M.S. Tapia, A. Argaz y J. Welti. 1993. Application of combined method technology in minimally processed fruits. Food Res. Int. 26, 125-130.
- García, H. y C. García. 2005. Desarrollo tecnológico para el fortalecimiento del manejo postcosecha de frutales exóticos exportables de interés para los países andinos: uchuva (*Physalis peruviana* L.), granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt). CORPOICA, Bogotá.
- ICONTEC. 1997. Norma técnica Colombiana 285. Frutas procesadas. Mermelada y jaleas de frutas. Bogotá.
- ICONTEC. 1998. Norma técnica Colombiana 404. Frutas procesadas. Jugos y pulpas de frutas. Jugo de fruta; pulpa de fruta; producto derivado de fruta; bebida sin alcohol. Bogotá.
- ICONTEC. 2000. Norma técnica Colombiana 1364. Frutas procesadas. Concentrados de frutas. Producto derivado de frutas; concentrado de frutas. Bogotá.
- Owen, R.F. 1998. Química de los alimentos. 2a ed. Acribia, Zaragoza, España.
- Palomino, L.J. y S.L. Patiño. 2008. Desarrollo de un sistema para la obtención de pulpas de uchuva de humedad intermedia. Trabajo de grado. Facultad de Ingeniería Química, Universidad de América; CORPOICA, Bogotá.
- Rodríguez, M.L. y M. Suárez. 2008. Fortalecimiento de la capacidad de investigación del sector educativo de Cundinamarca y del desarrollo tecnológico de las cadenas agroindustriales de frutales de clima frío moderado de uchuva (*Physalis peruviana* L.), granadilla (*Passiflora ligularis*) y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) con miras al mercado nacional y de exportación. CORPOICA, Bogotá.
- Roudot, A.C. 2004. Reología y análisis de la textura de los alimentos. Acribia, Zaragoza, España.
- Salamanca, L.F. y J.C. Romero. 2008. Obtención de liofilizados de pulpas de granadilla y tomate de árbol a nivel de laboratorio. Trabajo de grado. Universidad de América; CORPOICA, Bogotá.

Vidales, S.L., M.A. Castro y S.M. Alzamora. 1998. The structure-texture relationship of blanched glucose impregnated strawberries. Food Sci. Technol. Int. 4, 169-178.

Economía y gestión del sistema de producción de pasifloráceas en Colombia

Economy and management of the production system of Passifloraceae in Colombia

LUIS FELIPE RODRÍGUEZ¹ Y LILIA TERESA BERMÚDEZ²

Resumen

En el contexto del proceso productivo de cualquier especie agrícola de interés económico el proceso de toma de decisiones se fundamenta en el manejo objetivo de conceptos, herramientas financieras y económicas. El análisis económico-financiero se constituye en referente importante para sentar las bases para una adecuada y óptima utilización de los recursos productivos en la implementación de sistemas de producción agrarios. Es destacable el hecho de que Colombia viene a ser el país que en el mundo posee el mayor número de especies del género *Passiflora* con 135. Estas especies son muy apetecidas para la preparación de bebidas industrializadas en razón de sus características de sabor y aroma. Como consecuencia de las tendencias que el comercio internacional de frutas exóticas viene consolidando, Colombia se ha visto favorecida con las pasifloráceas especialmente maracuyá y granadilla. En la estructuración de la canasta de costos totales de producción por hectárea para las pasifloráceas frecuentemente se utiliza el criterio de costos según su identificación dentro del producto, en los denominados costos directos e indirectos. Para los expertos y

¹ Profesor titular, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: luisfelirodriguez@yahoo.com

² Profesora asociada, Facultad Seccional Duitama, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Duitama. e-mail: liliateresabermudez@yahoo.com

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 pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

productores de estas especies agrícolas uno de los problemas más críticos tiene que ver con el desconocimiento de la estructura de costos de producción.

Palabras clave: ciclo productivo, costos de producción, plan de manejo, proceso productivo, rentabilidad, sistema de producción, tasa interna de retorno.

Abstract

In the context of productive process of any agricultural species of economic interest, the process of decision making is based on the handling of concepts, financial and economic aspects. The economic-financial analysis constitutes in establishing a base for the suitable and optimal use of the productive resources in the implementation of agrarian production systems. It is remarkable the fact that Colombia appears to be a country that possesses the highest number of species of genus *Passiflora* counting with 135 species. These species are much valued for the preparation of industrialized drinks because of their characteristics of flavor and aroma. As consequence of the tendencies for the international commerce of exotic fruits being consolidated, Colombia is favored with *Passiflora* species, especially the yellow passion fruit and passion fruit. In the structure of the entire basket of production costs per hectare for passion fruit plants, frequently there is used the criterion of costs according to its identification inside the product, in so called direct and indirect costs. For the experts and producers of these agricultural species, one of the most critical problems has been the ignorance of the structure of production costs.

Keywords: productive cycle, production costs, management plan, productive process, profitability, production system, intern return rate.

Introducción

Los recursos o factores de producción se tornan cada vez más escasos y como resultado, la toma de decisiones para definir las distintas alternativas de uso de estos, requieren de un análisis detallado de las eficiencias técnica, económica y financiera de un sistema productivo agrario. Con el ánimo de aportar a los técnicos y productores, se hace necesario dar seguimiento y efectuar un análisis de las alternativas tecnológicas disponibles y bajo las cuales se puede llevar a cabo el desarrollo de un sistema de producción de cultivos, como es el caso de las pasifloráceas y sus diversas especies (Angulo, 2003).

En este capítulo se busca introducir a los interesados en la actividad productiva de las pasifloráceas, particularmente a los pequeños y medianos productores en el contexto de la evaluación económica financiera y sus más importantes conceptos como son los costos de producción, los ingresos totales y netos, la relación beneficio/costo y la rentabilidad como herramientas y fundamento para la toma de decisiones y la relevancia del manejo de su explotación con sentido empresarial.

El análisis económico-financiero viene a constituir una herramienta fundamental aplicable a cualquier sistema productivo, para establecer las bases de una adecuada utilización y manejo de los recursos disponibles. Está dirigido a evaluar flujos, resultados económicos y financieros que junto con los análisis: agronómico, social y ambiental se constituyen en criterios esenciales en la gestión agroempresarial y en específico en lo correspondiente a la toma de decisiones en el marco del manejo de un sistema productivo agrario como es el de las pasifloráceas (figura 1).

Importancia económica para el país

Generalidades

Colombia es el país que mayor número de especies del género *Passiflora* posee en el mundo con 135, de las cuales algunas de ellas, han venido tomando notable importancia como consecuencia de la tendencia creciente a consumir cada vez más frutas. Por otra parte el desarrollo de su industrialización ha ayudado a conquistar nuevos mercados (DANE, 2004).

Dentro del grupo de las pasifloráceas las especies que se destacan por su trayectoria y presencia en los mercados nacional e internacional, sobresalen en primer lugar el maracuyá y luego la granadilla. De las especies que forman parte de este grupo de frutas la gulupa ocupa el tercer renglón dentro de las frutas exportables hacia el mercado europeo (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006).

La gulupa es reconocida por su alto contenido nutricional ya que es fuente de provitamina A, macina, riboflavina y ácido ascórbico.

Este grupo de especies son generadoras de gran volumen de empleos, es así como por ejemplo la granadilla requiere de 196 jornales/año, 30,2% de los cuales se demandan durante la cosecha. Por las características de sabor y aroma este

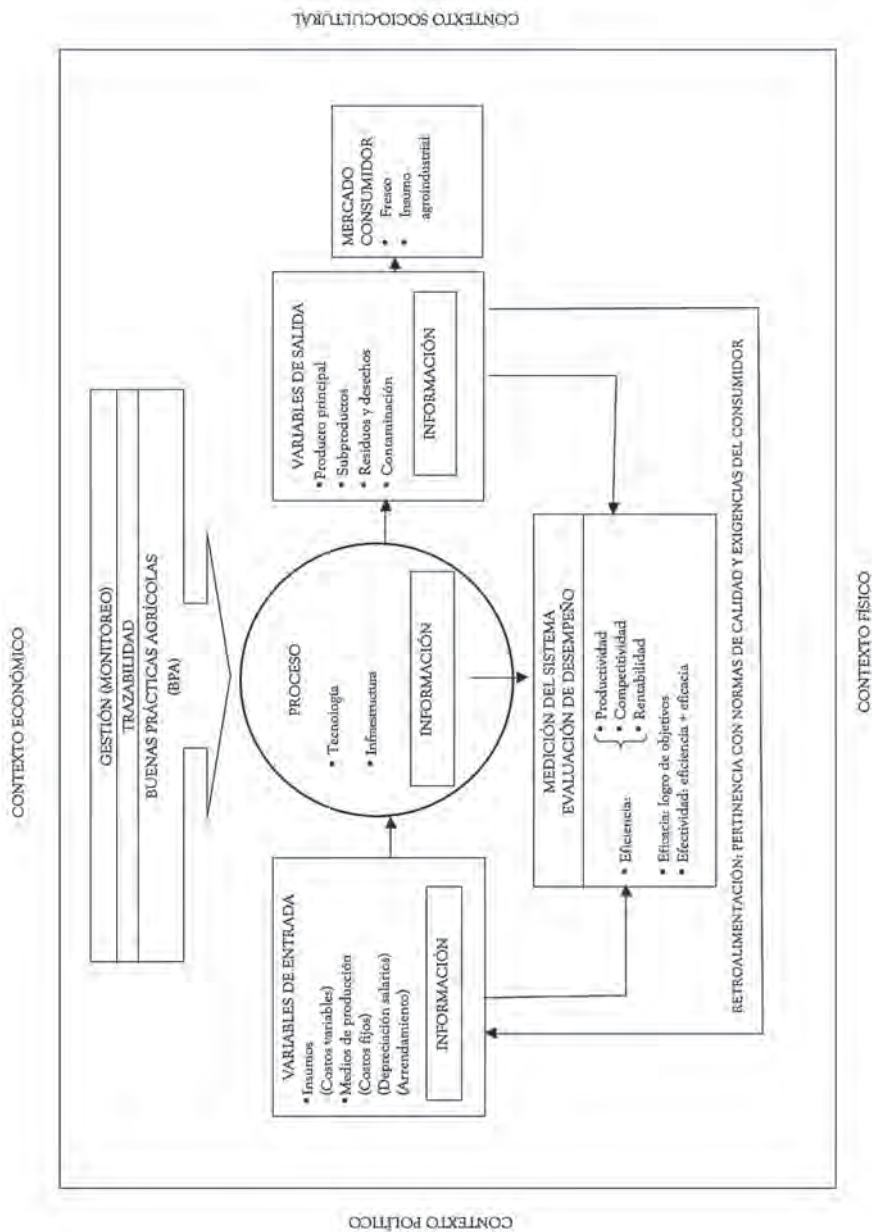


FIGURA 1. Estructura del sistema de producción agraria: producción pasifloráceas.

grupo de especie de frutas son muy apetecidas para la preparación de bebidas industrializadas (CCI, 2004).

Localización geográfica de la producción mundial y nacional

Se destacan básicamente los países andinos y algunos norteamericanos (tabla 1).

Comportamiento del área sembrada, producción y productividad parcial de la tierra del sistema de producción en Colombia

Según el Ministerio de Agricultura de Desarrollo Rural (2008) la mayor parte de la curuba que se produce en Colombia proviene de los departamentos de Boyacá, Tolima, Norte de Santander, Cundinamarca y Valle del Cauca (tabla 2).

TABLA 1. Principales países productores de pasifloráceas.

Especie	Países productores
Curuba	Desde Argentina - México; Ecuador - Perú - Bolivia - Colombia - Venezuela
Granadilla	Desde Chile - México; Colombia - México - Bolivia - Perú Otros: Estados Unidos - India
Gulupa	Brasil - Colombia
Maracuyá	Brasil; Bolivia - Colombia - Ecuador - Perú - Venezuela Otros: Australia, Nueva Zelanda, Hawaii, Israel

TABLA 2. Producción de pasifloráceas en los departamentos de Colombia.

Especie	Departamentos productores
Curuba	Boyacá*, Tolima, Norte de Santander, Cundinamarca, Valle del Cauca
Granadilla	Cundinamarca*, Valle del Cauca, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Norte de Santander, Santander, Huila, Tolima, Antioquia
Gulupa	Cundinamarca*, Boyacá
Maracuyá	Huila*, Bolívar, Antioquia, Santander, Boyacá, Cundinamarca, Caldas, Tolima, Meta, Valle, Atlántico

* Mayor productor.

La producción de estos departamentos se incrementa considerablemente entre diciembre y febrero, para disminuir entre marzo y abril. Los principales destinos de la curuba en el mercado nacional son los departamentos de Antioquia, Cundinamarca y Santander (Campos, 2001).

En lo que respecta a la producción de granadilla en el departamento de Antioquia se ha incrementado vertiginosamente la superficie sembrada, mientras que a nivel nacional se viene observando un estancamiento en los rendimientos por hectárea.

La producción nacional de maracuyá fresco ha tenido una tendencia creciente entre 1996 y 2006. Vale la pena destacar que el maracuyá tiene una gran importancia por las cualidades gustativas de sus frutos y de las propiedades farmacodinámicas y alimenticias de su jugo, cáscara y semillas (Espinal *et al.*, 2005).

Las estadísticas que ilustran el comportamiento de las variables: área sembrada, producción y rendimientos por hectárea (productividad parcial de la tierra) de las especies pasifloráceas para el período 2000-2006 se presentan en las tablas 3, 4 y 5.

TABLA 3. Área cosechada (ha) de pasifloráceas a nivel nacional.

Especie	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Curuba	3.064	3.233	2.978	2.716	2.191	2.285	2.641
Granadilla	1.191	1.573	1.788	1.821	1.920	3.073	2.318
Gulupa*	55	81	110	89	98	96,5	124,5
Maracuyá	3.401	3.269	3.908	5.090	4.675	4.570	5.786

* Balances agrícolas Secretaría de Agricultura y Minería, Gobernación del Huila (2008).
Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2008).

TABLA 4. Producción (t) de pasifloráceas a nivel nacional.

Especie	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Curuba	39.311	44.288	40.043	35.343	26.920	23.796	26.492
Granadilla	14.537	18.976	20.404	20.504	20.465	37.993	42.535
Gulupa*	791	1.134	1.028	1.064	1.176	1.149	1.609
Maracuyá	66.280	58.029	80.410	96.633	80.187	80.397	106.907

* Balances agrícolas Secretaría de Agricultura y Minería Gobernación del Huila (2008).
Fuente: Agronet, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2008).

TABLA 5. Rendimientos ($t\ ha^{-1}$) de pasifloráceas a nivel nacional.

Especie	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Curuba	12,8	13,7	13,4	13,3	12,3	10,4	10,0
Granadilla	12,2	12,1	11,4	11,3	10,7	12,4	11,6
Gulupa*	14,4	14,0	12,1	12,0	12,0	11,9	12,9
Maracuyá	19,5	17,8	20,6	19,0	17,2	17,6	18,5

*Balances agrícolas Secretaría de Agricultura y Minería, Gobernación del Huila. Rendimiento expresado en fruta (2008).

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2008).

Ingeniería del sistema de producción

Generalidades

El proceso de producción de pasifloráceas se inicia desde la planeación y selección de las áreas donde se establecerá alguna de las especies de este importante grupo de frutales, pasando por su propagación, transplante o ubicación en el lote, la escogencia del sistema de conducción, los controles fitosanitarios, podas hasta llegar a la cosecha y las operaciones de poscosecha (figura 2).

Es importante para el cultivo de este grupo de frutales el hacer un manejo adecuado del suelo y del material vegetal a sembrar o sembrado, con el objetivo de obtener un producto sano, con el mínimo de defectos físicos que afectan su calidad y su valor en el mercado.

En general, para el establecimiento de huertos de árboles frutales se hace un cuidadoso estudio de suelos que involucra sus aspectos biológicos, físicos y químicos.

En la elaboración del semillero es importante la preparación del sustrato por cuanto este permite mantener condiciones de humedad y aireación, adecuadas para que las plántulas desarrollen un sistema radicular que les permita adaptarse a las condiciones permanentes después del transplante al campo (Galindo y Villavicencio, 2000).

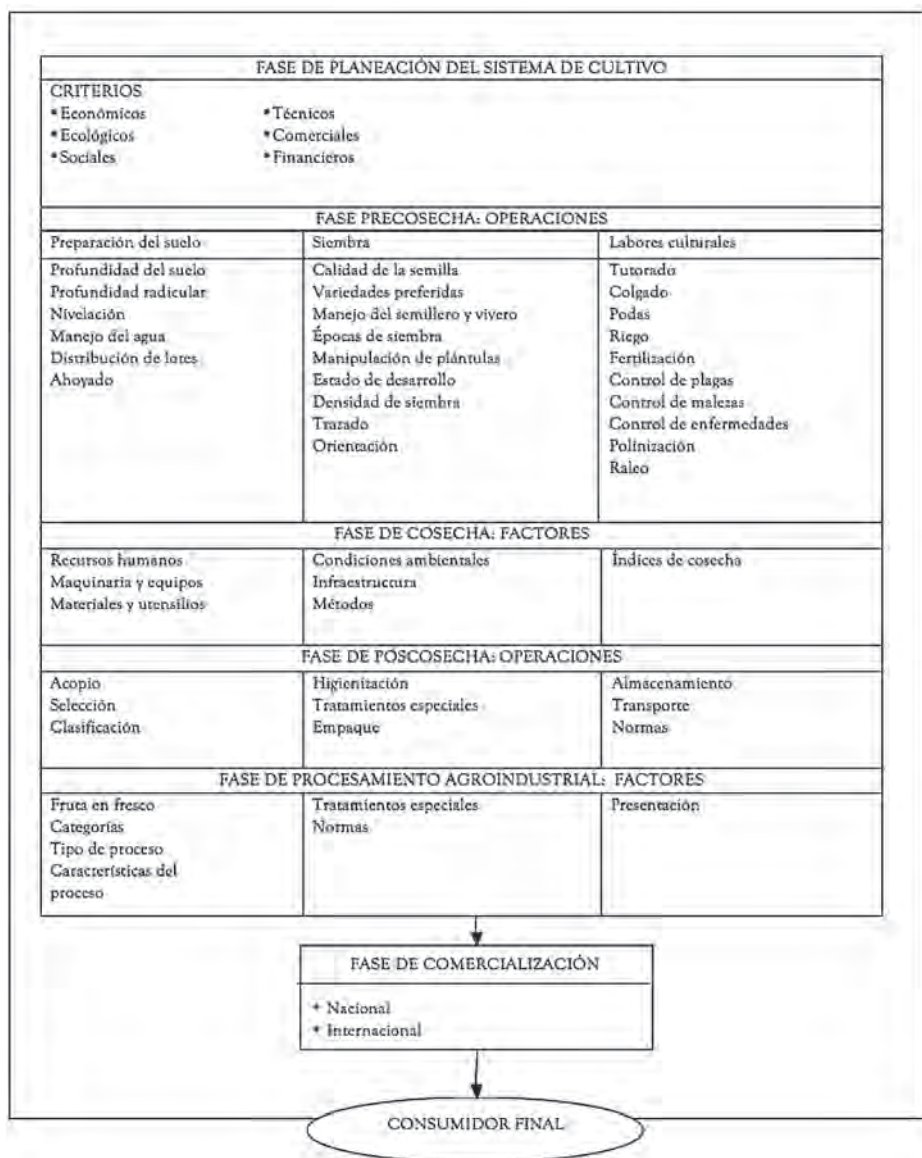


FIGURA 2. Fases, operaciones y factores que se interrelacionan en el ciclo de producción del sistema de cultivo de las pasifloráceas.

En el establecimiento de un sistema de producción de pasifloráceas una decisión importante es la que tiene que ver con el sistema o forma de conducción de la planta para facilitar su desarrollo.

La curuba y la gulupa normalmente se disponen en el modelo de espaldera en tanto para la granadilla y el maracuyá predomina el emparrado. También es de destacar que las especies pasifloráceas se les acostumbra a establecer básicamente en la modalidad de monocultivo (cultivo limpio o solo) aunque en algunas zonas también puede darse el evento de desarrollarlas en la modalidad de cultivos múltiples, principalmente como cultivo asociado con otras especies normalmente de ciclo corto, aunque tampoco se descarta el asocio con especies de carácter semipermanente y permanente.

Perfil del ciclo productivo del sistema

Para estas especies se puede usar las alternativas de propagación sexual (que es la mas utilizada) y asexual (vegetativa), mediante partes de la planta como las estacas, acodos e injertos como el de púas y la multiplicación *in vitro*. Por lo general en cultivos comerciales se opta por la propagación sexual. Una mejor apreciación de los estadios que constituyen el tiempo de ciclo de producción de las especies pasifloráceas.

Proceso productivo y plan de manejo del sistema

El proceso productivo de las especies pasifloráceas en razón a la condición de estas de ser un sistema de producción semipermanente se fracciona en dos fases bien definidas con sus respectivas operaciones de campo.

Fase de establecimiento del sistema de cultivo

La fase de establecimiento va desde la siembra en el semillero hasta la primera recolección como se muestra en el diagrama de bloques de la figura 3. En esta se incluyen operaciones tales como elaboración del semillero y desde luego la siembra, embolsado de plántulas y establecimiento del vivero, transplante al sitio definitivo pasando por la preparación del terreno, el trazado y ahoyado, fertilización, riego, prácticas culturales, instalación del tutorado bien sea bajo el sistema de espalderas o el de emparrado, lo que incluye el tutorado, alambrado y desde luego el colgado, los controles fitosanitarios, el

control de malezas y las podas, hasta llegar a la recolección final o cosecha (Rivera *et al.*, 2002).

Fase de mantenimiento y producción

Como lo ilustra el diagrama de bloques de la figura 4 en la fase de mantenimiento y producción, se llevan a cabo algunas de las operaciones mencionadas las que se ejecutan con cierta regularidad hasta la erradicación del sistema de cultivo y desde luego el posible inicio de un nuevo ciclo. En esta fase sobresale como bien lo ilustra la figura 5, las podas de formación y renovación, la fertilización, riego y prácticas culturales, los controles fitosanitarios, el control de malezas y la cosecha o recolección. Los anteriores portafolios de fases y operaciones de campo se visualizan en el llamado plan de manejo del cultivo (figura 5), el cual es la base para la configuración de la estructura de los costos de producción de estas importantes especies frutícolas.

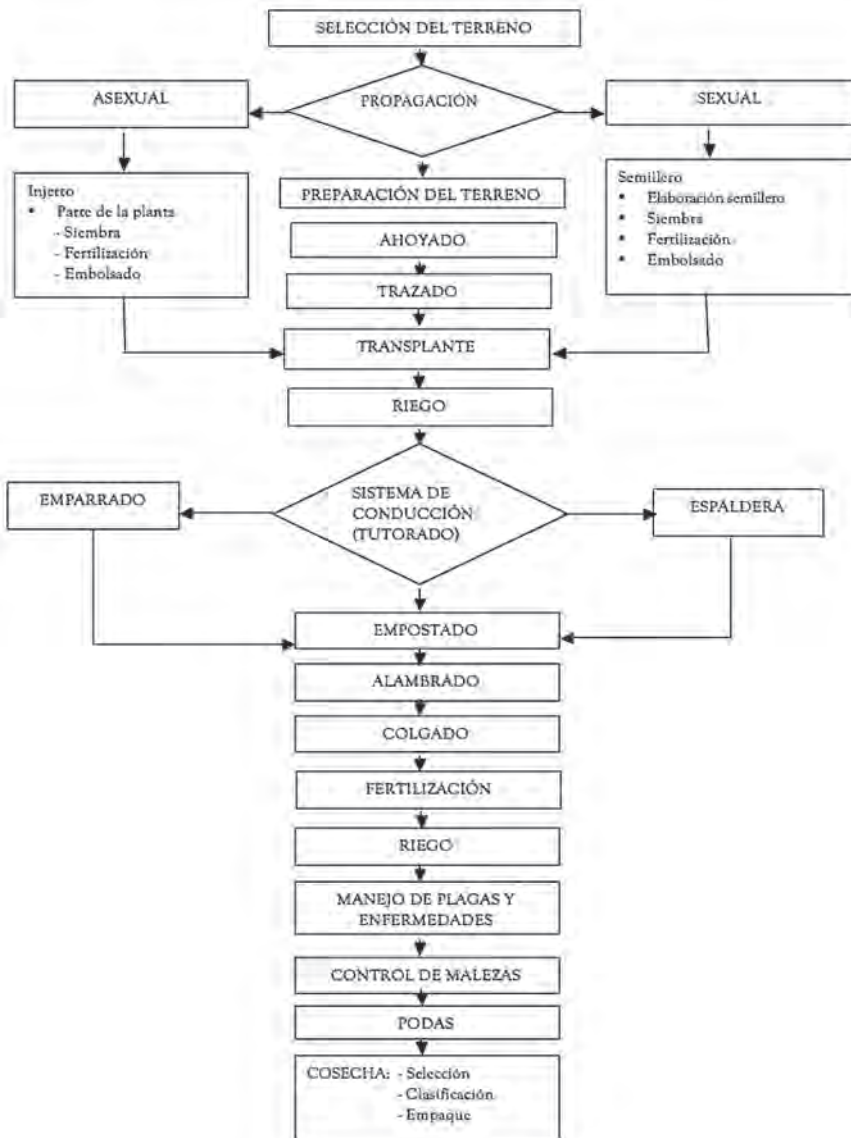


FIGURA 3. Diagrama de bloques del proceso de producción de pasifloráceas. Fase de establecimiento-primer cosecha



FIGURA 4. Diagrama de bloques del proceso de producción de pasifloráceas. Fase de mantenimiento y producción.

Agroempresa: _____ Sistema: espaldera _____ Emparrado _____ Localización: _____ Fecha de iniciación: _____
 Productor: _____ Área: _____

Fase del cultivo	Fecha	Operaciones	Entradas		Salidas		Lugar de realización
			Mano de obra (jornal)	Insumos (Semillas, agro-químicos, otros materiales)	Maquinaria y equipo	Producto	
ESTABLECIMIENTO		Instalación del semillero				Semillero	Semillero
		Siembra de la semilla					
		(propagación vegetativa)					
		Establecimiento en vivero				Vivero	Vivero
		Trasplante a bolsas				Plántulas	
		Preparación terreno para establecimiento del cultivo				Lote preparado	Lote
		Trazado y ahoyado				Hoyos	
		Trasplante definitivo				Planta establecida	
		Fertilización					
		Riego					
		Construcción tutorado				Tutorada	
		Colgado				Planta tutorada	
		Controles fitosanitarios					
		Desyerbas y aporques					
		Podas					
		Cosecha					
		Podas					
		Fertilización					
		Riego					
		Controles fitosanitarios					
		Desyerbas					
		Cosecha					
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	
						Extra:	
						1 ^a :	
						2 ^a :	
						Frutos:	

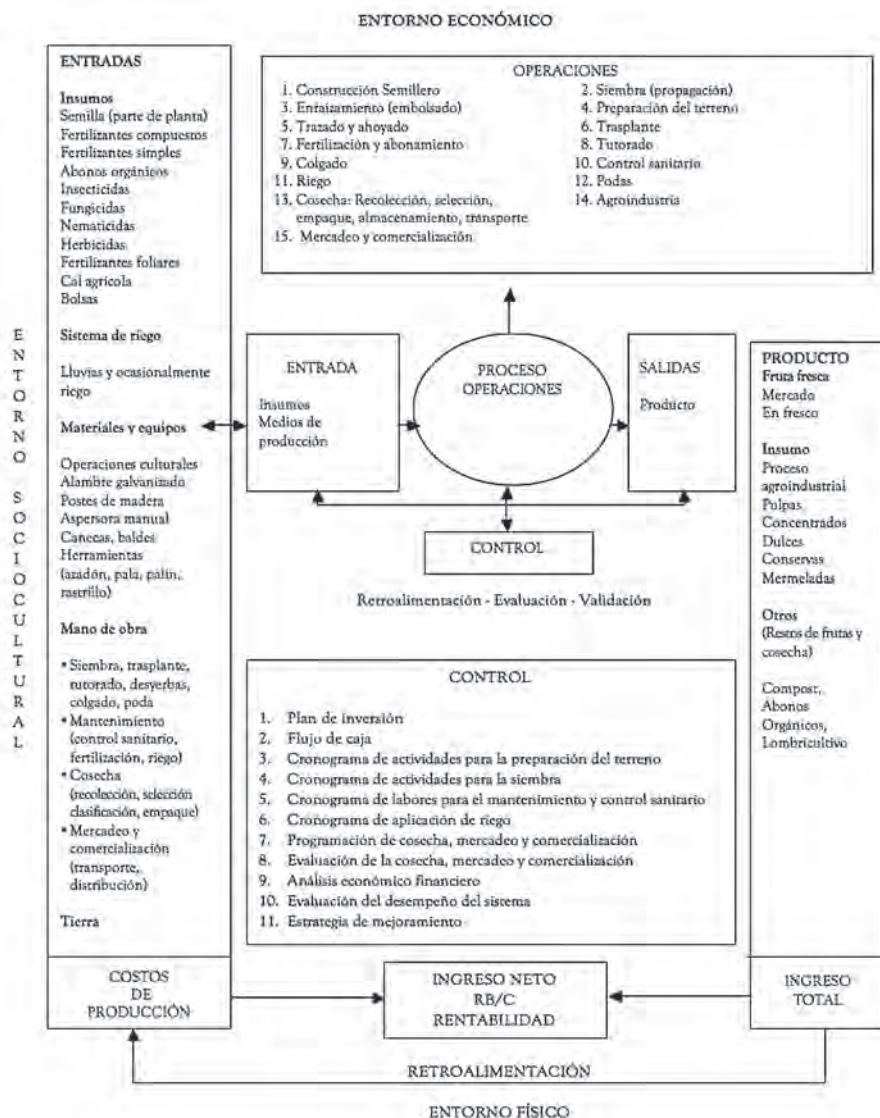


FIGURA 6. Configuración general del sistema de producción de pasifloráceas.

Análisis económico financiero del sistema

Generalidades

El análisis económico y financiero es aplicable a cualquier sistema de producción de cultivos y está dirigido a evaluar flujos y resultados económicos que sirvan como criterios de decisión de acuerdo a la función y estructura del sistema analizado. El componente económico de una agroempresa está formado por flujos de dinero, insumos, mano de obra, productos e información con sus respectivas entradas y salidas que en su conjunto influyen en la toma de decisiones de los productores (figura 6). Su análisis requiere el registro o contabilización de todas las interacciones dentro de cada subsistema y entre subsistemas así como de las entradas y salidas de estos en la agroempresa. El análisis económico proporciona los elementos de juicio para determinar si las opciones tecnológicas que se están aplicando contribuyen a la optimización de los recursos limitados, los cuales son distribuidos entre los diferentes subsistemas y se extiende a consideraciones externas al sistema como serían precios de insumos y productos.

Por su parte el análisis financiero busca determinar, desde el punto de vista del productor o agroempresa, si la inversión que se efectúa en una actividad productiva cualquiera retribuye lo invertido y en que cantidades. En este análisis se utilizan los precios corrientes del mercado para estimar los ingresos, costos y beneficios en términos monetarios.

Costos de producción

En la estructuración de la canasta de costos totales de producción por hectárea para las cuatro especies de pasifloráceas se utiliza el criterio de costos según su identificación dentro del producto que establece que el costo total de producción se hace igual a la suma de costos directos y costos indirectos (figura 7).

Uno de los problemas más críticos en la gestión de sistemas de producción de cultivos es el desconocimiento de la estructura de costos de producción. Para poder gerenciar los costos de producción se requiere tener clara la diferencia entre calcular costos y gestionar costos.

Calcular costos de un sistema de producción agrícola es un procedimiento aritmético soportado en la elaboración de una matriz en la que se determina el costo total a partir de multiplicar la cantidad de recursos por el costo unitario

correspondiente. En tanto que gestionar costos, implica un conocimiento integral del negocio con una visión estratégica, lo cual significa: conocer el negocio en toda la cadena de valor, entender y analizar las operaciones del proceso productivo, controlar los costos y hacer mejoramiento continuo, todo esto con el fin de ser más competitivos y eficientes en el manejo de los recursos, por lo que se hace necesario generar una cultura de medición del desempeño del sistema productivo, definiendo indicadores de gestión básicos que permitan el control sobre el proceso productivo en sus diversas operaciones. Recuerde que: “lo que no se mide no se controla y lo que no se controla se deteriora”.

En consideración a que las especies pasifloráceas tienen un carácter semipermanente, que en función de un manejo adecuado y planeado pueden permanecer en producción entre 2 y 10 años según especie, la estructuración de los distintos componentes de la canasta de costos totales de producción por hectárea, se ajusta a dos fases bien definidas en el contexto del tiempo de ciclo del sistema productivo (García, 2002).

Fase de establecimiento del sistema de cultivo

Cubre todas las operaciones desde la elaboración del semillero hasta la primera cosecha. Los costos de establecimiento de una hectárea pueden alcanzar una cifra de entre 17 y 18 millones de pesos, dependiendo desde luego de la zona, la especie y el sistema de conducción (tutorado). Así por ejemplo, los costos de establecimiento de una hectárea de granadilla en Cundinamarca alcanzó en el 2007 un valor de \$17.295.440 y de gulupa \$17.573.215 (CCI, 2008).

Fase de mantenimiento y producción del sistema de cultivo

Implica todas las operaciones a partir de la primera cosecha hasta la erradicación o finalización del sistema. La configuración del ciclo de producción del sistema de cultivo de las pasifloráceas en las dos fases antes mencionadas es de suma importancia para el cálculo de los costos de producción y de la visualización del flujo de fondos a lo largo del tiempo de ciclo del sistema de cultivo que se constituye en insumo importante para la determinación de la rentabilidad de estas especies frutícolas.

Una forma de ejemplarizar la configuración de la estructura de costos para cualquiera de las cuatro especies de pasifloráceas conocidas se hace a través de la matriz de costos totales por hectárea para el maracuyá (tabla 6) y del cual se facilita

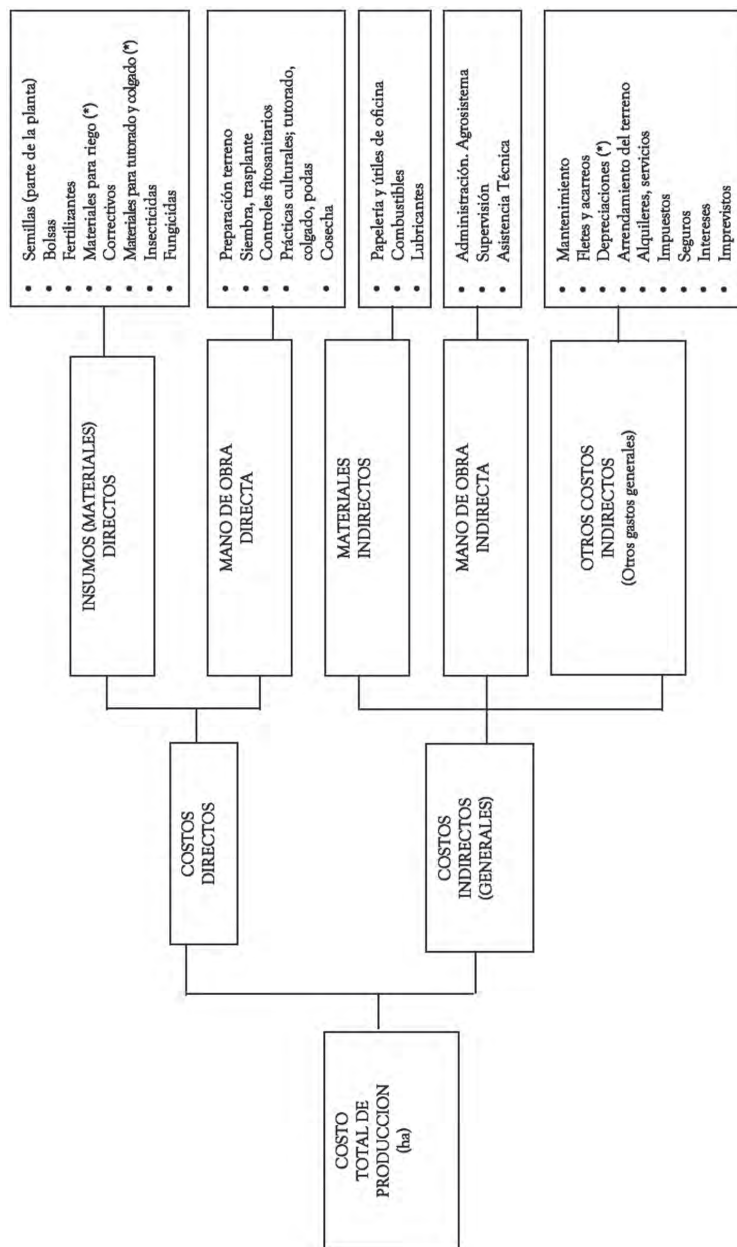


FIGURA 7. Estructura de los costos de producción de un agrosistema. Según identificación dentro del producto.
Sistema de producción de pasifloráceas.

*Según la vida útil.

generar la información monetaria para determinar indicadores económicos y financieros, importantes como lo son respectivamente el Valor Presente Neto (VPN) y las Tasas Internas de Oportunidad (TIO) y de Retorno (TIR) que se constituye en las expresiones más objetivas de la rentabilidad de una actividad productiva agroempresarial.

Rentabilidad

En consideración a las características del tiempo de ciclo del sistema de producción de las pasifloráceas para efecto de la determinación de la rentabilidad de una hectárea de cultivos de cualquiera de las 4 especies se debe aplicar la metodología utilizada en el cálculo de la rentabilidad de los proyectos de inversión a mediano y largo plazo, más conocida como la TIR (Tasa Interna de Retorno).

Para el cálculo de la TIR se hace de vital importancia estructurar previamente el flujo de caja o también denominado de fondos, el cual se constituye en el resumen numérico de todas las inversiones, costos e ingresos en efectivo de un sistema de producción de cultivos en la agroempresa, a generarse en un período determinado “tiempo de ciclo del sistema”, por las operaciones que constituyen el proceso de producción del sistema. La información normalmente se organiza por años o en su defecto por semestre (tabla 6).

TABLA 6. Estructura de costos de producción por hectárea del sistema de cultivo del maracuyá. Densidad de siembra 4 m x 3 m (833 plantas/ha).

Descripción	Unidad	Valor Unitario	Años			
			1		2	
			Cantidad	Valor Total	Cantidad	Valor Total
MANO DE OBRA						
Adecuación terreno	jornal	17.000	30	510.000		
Trazado	jornal	17.000	3	51.000		
Construcción espaldera	jornal	17.000	25	425.000		
Ahoyado	jornal	17.000	4	68.000		
Poda de formación	jornal	17.000	5	85.000		
Colgado y amarre	jornal	17.000	8	136.000		
Podas de producción	jornal	17.000		0	80	1.360.000
Control de malezas	jornal	17.000	40	680.000	30	510.000
Control de plagas y enfermedades	jornal	17.000	9	153.000	36	612.000
Aplicación correctivos	jornal	17.000	2	34.000	2	34.000
Fertilización	jornal	17.000	3	51.000	10	170.000
Cosecha	jornal	17.000	50	850.000	75	1.275.000
Riego	jornal	25.000	20	500.000	15	375.000
Subtotal				3.543.000		4.336.000
INSUMOS						
Plántulas	planta	600	833	499.800		
Cal	bulto	5.500	20	110.000	20	110.000
Fibra	rollo	5.300	2	10.600	5	26.500
Materia orgánica	t	132.000	4	528.000	4	528.000
Fertilizante completo	bulto	45.000	35	1.575.000	20	900.000
Fungicidas	kg L ⁻¹	35.900	10	359.000	30	1.077.000
Insecticidas	kg L ⁻¹	24.000	4	96.000	8	192.000
Guadua	estación	700	920	644.000		
Estacones	estación	3.000	340	1.020.000		
Alambre pua	rollo	1.400	160	224.000		
Alambre calibre 10	kg	800	10	8.000		
Alambre calibre 12	kg	600	800	480.000		
Grapas	caja	6.000	1,8	10.800		
Agua				720.000		400.000
Subtotal				6.285.200		3.233.500
TOTAL COSTOS DIRECTOS				9.828.200		7.569.500
COSTOS INDIRECTOS						
ALQUILER DE TERRENO	ha	1	0	1.200.000		1.200.000
ASISTENCIA TÉCNICA	día	1	50.000	600.000		600.000
GASTOS ADMINISTRATIVOS	mensual			461.000		461.000
IMPREVISTOS 10%				1.208.920		983.050
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				3.469.920		3.244.050
COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN (1)				13.298.120		10.813.550
VENTAS	kg ha ⁻¹	20.000	24.000.000	15.000		15.000.000
TOTAL VENTAS (2)				24.000.000		15.000.000
UTILIDAD NETA (3)				10.701.880		4.186.450
IMPUESTO DE RENTA 33%				3.531.620,4		
VALOR SALVAMENTO						2.326.040
FLUJO NETO DE CAJA (4)				7.170.260		2.804.922

Fuente: Cleves, 2008.

Con la información de la tabla 6, tomado de Cleves (2008) con una densidad de siembra de 4 m entre surcos y 3 m entre plantas con 833 plantas/ha.

TIO = 20%

VPN: \$1.227.191,44

RENTABILIDAD: 71,43%

- Flujo de costos totales año x año: suma de costos directos + costos indirectos (1).
- Ingresos totales año x año: resultado de la venta de la producción (2).
- Flujo de ingresos netos año x año: resultado de la diferencia entre ingresos totales y costos totales (3).

Al flujo neto efectivo se aplica las fórmulas TIR:

$$\text{Fórmula 1} \rightarrow \text{TIR} = i_2 \text{ VPN2} \left\{ (i_2 - i_1) / (\text{VPN2} - \text{VPN1}) \right\}$$

Donde: i_1 = Tasa de interés que permite un VPN positivo

i_2 = Tasa de interés que permite un VPN negativo

VPN1 = Valor Presente Neto Positivo

VPN2 = Valor Presente Neto Negativo

TIR = Tasa Interna de Retorno

$$\text{Fórmula 2} \rightarrow \text{TIR} = \frac{\text{Tasa de actualización inferior} + \frac{\text{Diferencia entre tasas de actualización}}{\text{Valor actual del flujo de fondos a la tasa de actualización inferior}}}{\text{Diferencia (suma absoluta) entre los valores del flujo de fondos a las 2 tasas}}$$

La TIR se define como la tasa de descuento a la cual los ingresos netos del sistema apenas cubren los egresos y sus costos de oportunidad. También puede decirse que es la tasa de interés que hace que el VPN (Valor Presente Neto) sea igual a cero; en otros términos indica la tasa de interés de oportunidad para la cual el sistema de producción apenas será aceptable y determina la rentabilidad que produce el dinero que permanece invertido en el mismo.

Para presentar en forma objetiva el procedimiento a seguir para el cálculo de la TIO (Tasa de Interés de Oportunidad) y de la TIR de una especie pasiflorácea se toma el ejemplo de la estructura de costos del maracuyá, modelo que se puede hacer extensivo a las otras especies. La información base para tal cálculo se consigna en la tabla 7.

TABLA 7. Información de los elementos económico-financieros básicos para el cálculo de la TIR, en el sistema de cultivo del maracuyá.

Items	Años	
	1	2
Costos totales/ha (1)	\$ 13.298.120	\$ 10.813.550
Ingresos totales/ha (2)	\$24.000.000	\$15.000.000
Flujo netos de caja/ha (4)	\$ 7.170.260	\$ 2.804.922

Definido el valor de la TIO y efectuado el cálculo de la TIR se determinó que estos indicadores para el cultivo de una ha de maracuyá serían:

TIO = 20% → Inversiones agrícolas

TIR (Rentabilidad) = 71,43%

VPN = \$1.227.191,44/ha

La TIO (Tasa de Interés de Oportunidad) se entiende como la tasa mínima de ganancia que el productor tiene en mente cuando va a realizar una inversión. Se recomienda configurar esta tasa a partir del valor del DTF a 90 días (Ahora IBR: Indicador Bancario de Referencia) y así precisar si se hace atractiva la inversión a llevar a cabo. En este caso la TIR (71,43%) es superior a la TIO por lo que se concluye que la actividad productiva en el cultivo del maracuyá es rentable y desde luego recomendable de realizar.

Problemas de producción

A continuación se listan los principales problemas de producción que aquejan a estas especies.

1. La actividad productiva de las especies de pasifloráceas tiene lugar predominantemente en unidades de explotación de pequeña área.
2. Presentan elevados costos de producción sobretodo en la fase de establecimiento.
3. Las unidades de explotación de estas especies son muy heterogéneas desde el punto de vista tecnológico.
4. Inexistencia de paquetes tecnológicos ajustados a las características y particularidades de cada especie.
5. Hay un predominio de modelos de sistemas de producción tradicionales, pues la mayoría de las unidades de explotación no cuentan con un sustento tecnológico adecuado derivado de procesos de investigación integrales.
6. Predomina la utilización de métodos inapropiados de recolección que generan elevadas pérdidas y que desde luego afectan la calidad del producto.
7. Deficiente cultura empresarial en la actividad productiva de este grupo de especies.

Problema de comercialización

En el marco de la comercialización de los productos de las especies pasifloráceas se destacan los siguientes problemas:

1. Deficiente manejo del producto durante la cosecha y la poscosecha: se alcanzan pérdidas de hasta el 40%.
2. Los frutos son altamente perecibles. Es así como el transporte hacia los mercados internacionales debe hacerse por avión. La granadilla es quizás la única especie que se podría transportar por vía marítima, en consideración a las características de su cáscara, la que le concede una alta capacidad de almacenamiento en el tiempo.
3. En el caso particular del maracuyá, su cosecha se realiza según destino del producto en su consumo. Si se requiere para consumo en fresco, la

cosecha se lleva a cabo en forma manual sin algún tipo de herramienta. Para insumo agroindustrial se exige que se utilicen tijeras para separar el fruto de la planta.

4. Rechazo del producto para el mercado externo por problemas fitosanitarios, de calidad, tamaño y color.
5. Oferta dispersa y concentrada en el tiempo, sin garantía de volúmenes de producción continua, por lo cual se afecta el cubrimiento de la demanda del producto en el mercado externo.
6. Precios pagados al productor, algunas veces no retribuyen los altos costos de producción y los riesgos asumidos por éste.
7. Ausencia de campañas más agresivas de promoción y publicidad de estas frutas para el mercado interno.

Conclusiones

De la caracterización y perfil del sistema de producción de las especies pasifloráceas en Colombia se pueden precisar las siguientes conclusiones:

1. Las especies pasifloráceas no solamente son valoradas por las características de sabor y aroma de sus frutos, sino también por su rico contenido nutricional e importantes propiedades medicinales.
2. Las especies pasifloráceas en gran parte de las zonas de producción se acostumbran a implementarse no solamente bajo la modalidad de monocultivo (cultivo limpio) sino también en cultivos múltiples, especialmente en arreglos de cultivos intercalados con especies particularmente de tiempo de ciclo corto (semestral o anual).
3. En las unidades de explotación de estas especies la cosecha normalmente se realiza al tanteo, pues no se cuenta con parámetros o criterios de madurez estandarizados, tales como los estados de maduración del fruto, la coloración, el tamaño, el peso y los índices de madurez entre otros.
4. Ausencia de programas de investigación para mejorar el proceso productivo en términos de adopción de tecnologías que redunden en la obtención de un producto de alta calidad para propender por un mayor posicionamiento en el mercado exterior.

Literatura citada

- Angulo, C.R. 2003. Frutales exóticos de clima frío. Bayer CropScience, Bogotá.
- Campos E., T. de J. 2001. La curuba y su cultivo. IICA, Bogotá.
- Cleves, A. 2008. El cultivo de maracuya en Boyacá. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Duitama.
- CCI, Corporación Colombia internacional. 2004. Inteligencia de mercados. Maracuyá. Bogotá. Perfil del producto 19. En: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Agronet, http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005113142731_perfil_producto_Maracuya.pdf; consulta: abril de 2008.
- CCI, Corporación Colombia internacional. 2008. SEMBRAMOS. Portafolio. Bogotá.
- DANE. 2004. Primer censo nacional de 10 frutas agroindustriales y promisorias. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; ASOHOFRUCOL; Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola, Bogotá.
- Espinal G., C.F., H.J. Martínez C. e Y. Peña M. 2005. La cadena de los frutales de exportación en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica. Documento de Trabajo 67. Observatorio Agrocadenas Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. En: Agrocadenas, http://www.agrocadenas.gov.co/frutales/frutales_descripcion.htm; consulta: mayo de 2008.
- Galindo, F. y M. Villavicencio. 2000. Seminario de Agronegocios. El maracuyá. Trabajo de investigación. Facultad de Administración, Universidad del Pacífico, Lima.
- García T., M.A. 2002. Cultivo de maracuyá amarillo. Guía técnica. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Ciudad Arce, El Salvador.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2008. Análisis - estadísticas. En: Agronet, <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/AnalisisEstadisticas/tabid/73/Default.aspx>; consulta: abril de 2008.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2006. Apuesta exportadora agropecuaria 2006-2020. En: Ministerio de Comercio Industria y Turismo, República de Colombia, <http://www.mincomercio.gov.co/eContent/documentos/Competitividad/InsumosApuesta1.pdf>; consulta: mayo de 2008.
- Rivera, B., D. Miranda, L.A. Ávila y A.M. Nieto. 2002. Manejo integral del cultivo de la Granadilla. Ed. Litoas, Manizales, Colombia.

Mercados nacionales e internacionales de las frutas pasifloráceas

National and international markets of Passifloraceae fruit crops

MARCELA ISAACS¹

Resumen

Colombia es un país frutícola, produce una gran variedad de frutas entre las cuales se destaca el grupo de las pasifloráceas, conjunto que han incrementado de manera importante tanto el área cultivada como la producción. La principal fruta en la producción nacional de este agregado es el maracuyá, le sigue la granadilla y en los últimos años ha tomado importancia la gulupa. El país produce en conjunto para este grupo cerca de ciento cincuenta mil toneladas de frutas, que corresponde al 13% del total de frutas. En términos de mercado este grupo de frutas, al igual que las demás registran una buena demanda en el mercado internacional, dada principalmente por la tendencia del nuevo consumidor, que se centra en introducir en su dieta productos saludables, convenientes e inocuos, así como de la disposición para conocer e introducir nuevos sabores en su alimentación. En el mercado mundial se encuentra el producto colombiano en la mayoría de los mercados europeos, entre los cuales se destacan Alemania, Holanda, Luxemburgo, Bélgica y Reino Unido, así como Estados Unidos y Canadá. Colombia exporta en fresco granadilla, maracuyá, gulupa y en un porcentaje muy bajo curuba. Sin embargo, la gulupa en el 2007 registró el mayor volumen exportado desde Colombia con una participación del 67% sobre el total del grupo. El otro rubro importante de exportación es el jugo concentrado de maracuyá, principalmente como concentrado a 50 °Brix. En el mercado nacional la oferta está dada por la estacionalidad de los cultivos, registrándose en términos

¹Coordinadora Sistema de Información de Insumos, Factores y Costos de Producción, Corporación Colombia Internacional CCI, Bogotá. e-mail: misaacs@cci.org.co

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 pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

generales para el maracuyá y la curaba mejores precios en los primeros meses del año, mientras que la granadilla los logra hacia mediados del año.

Palabras clave: mercado mundial, exportación, jugo concentrado.

Abstract

Colombia is a fruit production country, it produces a high variety of fruits, among which the group Passifloraceae has an emphasis, so that the cultivated area and production have been substantially increased. The principal fruit in the national production of this group is yellow passion fruit followed by sweet granadilla and purple passion fruit that has gain an importance in the last years. The country produces in total about one hundred fifty thousand tons of these fruits, which corresponds to 13% whole fruits produced. In terms of the market, this group of fruits as well as other fruits are of high demand on the international market principally due to the tendency of a new consumer, who is focusing on introducing healthy diet, suitable and low risk products as well as the disposition to know and introduce new savours in the alimentation. On the world market, one can find the Colombian products in the majority of the European markets, between which stand out Germany, The Netherlands, Luxembourg, Belgium and United Kingdom as well as the United States and Canada. Colombia exports in fresh sweet granadilla, yellow passion fruit, purple passion fruit and, in very low percentage, banana passion fruit. Nevertheless, purple passion fruit in 2007 registered the highest volume exported from Colombia with a participation of 67% whole group. Another important item of the exportation is the concentrated juice of yellow passion fruit, principally as concentrate of 50 °Brix. On the national market, the offer is given by the estationality of cultivars registering, in general terms, the highest prices for yellow passion fruit in the first months of the year, whereas achieving these for sweet granadilla at the middle of the year.

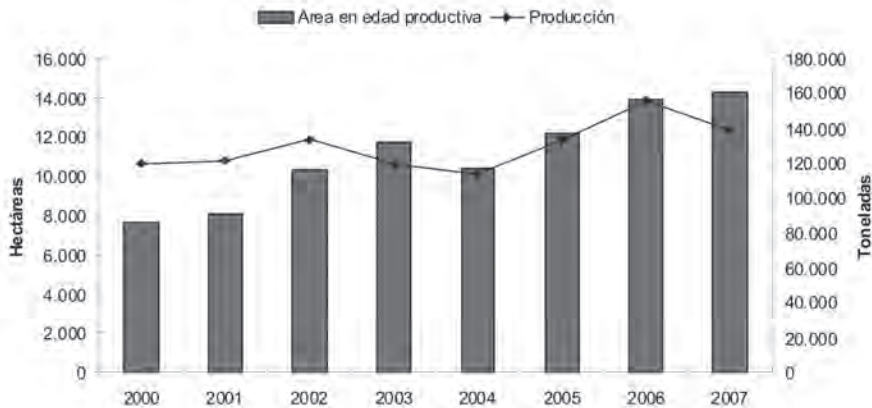
Keywords: world market, exportation, concentrated juice.

Introducción

El maracuyá, la granadilla y la curuba denominadas como las frutas de la pasión principalmente en los países europeos, cuentan con una amplia demanda tanto en el mercado nacional como internacional, debido a su rico sabor y

aroma, a sus propiedades organolépticas como nutricionales y últimamente las medicinales, gracias al interés del consumidor actual.

En Colombia, la producción de este tipo de frutas se hace desde varias décadas en explotaciones muy pequeñas sin el carácter comercial que tienen hoy en día. Sin embargo, a partir de la década de los ochenta se inició un proceso de expansión de áreas sembradas principalmente por el incremento de la demanda de concentrado de maracuyá por parte de países consumidores en Europa y los Estados Unidos seguido por la incursión de frutas exóticas en fresco como granadilla, gulupa y curuba. En los últimos años de esta década el área en edad productiva se ha incrementado en un 86%, pero en producción este crecimiento no ha sido tan importante (figura 1).



Fuente: Cálculos CCI, 2008.

FIGURA 1. Área y producción de pasifloráceas en el período 2000-2007.

En Colombia la producción de pasifloráceas comprende el cultivo comercial de maracuyá, granadilla, gulupa y curuba y en menor proporción la badea. De acuerdo con las cifras de área, producción y rendimiento reportadas por el Sistema de Oferta Agropecuaria que opera la Corporación Colombia Internacional, en el 2007 este grupo de frutas aportó el 13% de la producción de frutas en el país (tabla 1).

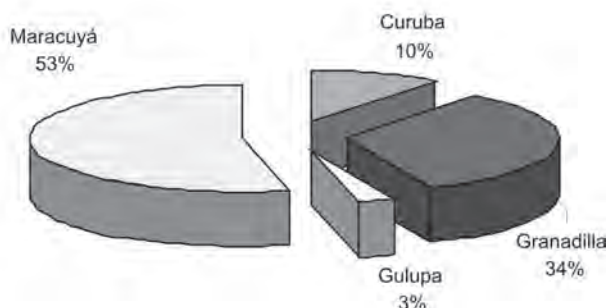
TABLA 1. Área y producción por especie en el 2007.

Especie	Área sembrada (ha)	Área productiva (ha)	Producción (t)
Badea	151	43	414
Curuba	2.410	1.865	13.825
Granadilla	5.593	4.958	46.613
Gulupa	1.289	908	3.814
Maracuyá	7.586	6.508	74.330
Pasifloras	17.028	14.282	138.996
Total frutales	112.373	86.141	963.190

Fuente: Oferta agropecuaria. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cálculos CCI.

El maracuyá y la granadilla son los cultivos con mayor área cultivada, 7.586 y 5.593 ha, respectivamente, lo cual representa el 78% de la producción nacional de pasifloráceas y así mismo participan con 12,6% sobre el total de la producción de frutas en el país (figura 2).

A pesar de que, la curuba y la gulupa se cultivan en menor área, tienen una importante dinámica en la producción y el consumo (figura 2) muestra el peso de la producción de cada una de las frutas de este grupo. Se destaca el crecimiento en el área sembrada en gulupa, que en los últimos años ha incursionado favorablemente en los mercados internacionales.



Fuente: Oferta Agropecuaria. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cálculos CCI.

FIGURA 2. Participación de la producción en el grupo de pasifloráceas 2007.

Mercado mundial de frutas

Una de las características del mercado de productos agrícolas y en especial de las frutas y las hortalizas, es su demanda particular en cada uno de los mercados. En los países desarrollados el consumo depende principalmente del ingreso ya que la población en estos países presenta tasas de crecimiento muy bajas. Por el contrario, en países de menor desarrollo el comportamiento del consumo depende principalmente de la tasa de crecimiento de la población, ya que es bien conocido que la distribución del ingreso en estos países es desigual e inequitativa, con índices muy altos de concentración de la riqueza.

Según la FAO, los países desarrollados que se concentran en una quinta parte de la población y cerca del 80% del poder adquisitivo mundial, demandan la mitad de los alimentos que se consumen globalmente. De este modo, con tasas de crecimiento económico entre el 2% y el 3% y con incrementos de la población inferiores al 1%, las expectativas de un crecimiento significativo de la demanda no son muy altas, esto sin contar con que a mayor ingreso disminuye la porción del gasto que se dedica a la compra de alimentos.

De acuerdo con lo anterior, la perspectiva a futuro es que en los países desarrollados con ingresos más altos crezca el consumo de alimentos cárnicos, frutas y hortalizas. En el grupo específico de frutas y hortalizas, además del ingreso, se presentan otros factores que favorecen el consumo de este tipo de productos como es la creciente preocupación por la salud y el envejecimiento de la población. Así mismo, se ha demostrado que el crecimiento del ingreso propicia que el consumidor prefiera dietas más diversificadas, dentro de aquellos grupos en los que crece la demanda.

Tendencias

Para suplir las necesidades y abastecer el mercado hortícola es de vital importancia tener en mente las tendencias que definen hoy en día las preferencias del consumidor y que tienen que ver entre otros con los siguientes aspectos: cuidado de la salud, conveniencia e inocuidad.

Cuidado de la salud

La preocupación excesiva por la salud es una característica del mercado moderno, con productores y distribuidores que vienen trabajando en proporcionar al consumidor mayor información acerca de sus productos que motiva al desa-

rrollo de una cultura de prevención, en la que los individuos son mucho más conscientes y más informados sobre los efectos y los beneficios que le reporta un producto a su salud. El consumidor de hoy está alerta sobre el contenido nutricional, los efectos benéficos sobre los alimentos, y la forma como estos pueden ser utilizados dentro de una amplia gama de dietas tanto de salud como estéticas, además se toma el tiempo para evaluar y comparar las diferentes opciones presentes en el mercado a través de la lectura de las etiquetas.

Este comportamiento obedece sin duda a la difusión que se ha hecho a través de los diferentes medios de comunicación de la importancia de mantenerse saludable a través de estrategias como el ejercicio y la alimentación sana e inteligente. Las campañas públicas de promoción de estilos de vida saludable, como “5 al día”, que nació en Estados Unidos en 1991 con el objeto de prevenir enfermedades producidas por el sobrepeso y que hoy se replica en diferentes partes del mundo, es el mejor ejemplo de este tipo de promoción masiva de una alimentación sana. Esta tendencia del mercado que privilegia el consumo de productos frescos, con bajos niveles de aditivos, sal, azúcar y grasas saturadas, ha impactado positivamente el consumo de frutas y hortalizas.

En Colombia, el consumo de frutas y hortalizas es de sólo de 190 g por persona al día, mientras que la OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda un consumo de 400 g diarios por persona. En este sentido la Corporación Colombia Internacional tomó la bandera de la campaña mundial y viene institucionalizando la campaña “5 al día” desde su lanzamiento en Agroexpo 2007, en comedores escolares para lograr sostenibilidad y posicionamiento en el tiempo. La campaña tiene como objetivo aumentar el consumo de frutas y hortalizas en niños menores de 10 años.

Así mismo, se puede afirmar que esta creciente preocupación del consumidor por la salud impulsó la demanda de productos ecológicos y generó un mayor desarrollo de este nicho de mercado. Actualmente, la Unión Europea está considerada como el mercado de ecológicos más importante del mundo y también el mayor productor, con ventas que superan los US\$12.000 millones, mientras que en Estados Unidos esta cifra sobrepasa los US\$10.000 millones. La venta de productos orgánicos crece a un ritmo entre 20 y 50% anual dependiendo del tipo de alimento, por lo que analistas y expertos aseguran que este mercado tendrá un valor de más de US\$100.000 millones de dólares para cuando termine el 2010.

Las perspectivas del mercado de ecológicos son atractivas, especialmente en frutas y hortalizas, donde se concentra buena parte de la oferta de este tipo de alimentos. Sin embargo, es muy factible que en el futuro, las tasas de crecimiento no sean tan altas como han venido siendo hasta ahora (lo que no significa que dejen de ser dinámicas) como consecuencia del crecimiento de la oferta y de la estabilización del mercado.

Conveniencia

En las sociedades actuales, el ahorro de tiempo es un bien incalculable y la conveniencia (practicidad) es un plus. A pesar de las ventajas que representa el consumo de muchos vegetales, una de las mayores dificultades, para que el mercado se expanda a un ritmo más acelerado, es sin lugar a dudas, la dificultad que representa su preparación, la cual requiere de tiempo, que el consumidor no está en capacidad de invertir. Para eliminar estos y otro tipo de inconvenientes, que afectan el consumo, la industria viene haciendo uso cada vez más intensivo de los avances de la tecnología para poner a disposición del mercado productos no solamente saludables, sino también de muy fácil preparación o de consumo inmediato.

La visita a las góndolas en las grandes superficies, deja al descubierto el esfuerzo y la creatividad que está desplegando la industria para ofrecer al consumidor una diversidad de presentaciones y de conceptos que ahorren el mayor tiempo posible en las tareas de preparación y consumo de vegetales. Las opciones son múltiples: ensaladas empacadas en porciones individuales, con sus respectivos aderezos; vegetales empacados en bolsas de alta densidad para cocinar a presión o al vapor, vegetales *stir fry* o listos para freír, entre otros. Como se observa el uso de la tecnología en procesos agroindustriales así como en el tema de empaques y embalajes es intensiva y un rubro en el que se invierten importantes sumas de dinero.

Inocuidad

La inocuidad es otro tema relevante para el mercado de frutas y hortalizas. La ocurrencia de hechos como el atentado terrorista del 11 de septiembre en Nueva York, la crisis de las vacas locas en el Reino Unido y la gripa aviar en Asia, entre otros famosos sucesos, en los que se vio comprometida la seguridad de los alimentos y la salud humana, alertó a los consumidores y obligó a los gobiernos a fortalecer las medidas para controlar el riesgo de contaminación

exigiendo el cumplimiento de esquemas de aseguramiento de la calidad, así como la adopción de sistemas de trazabilidad.

En el caso particular de Estados Unidos se emitió la ley de bioterrorismo en el 2002 como respuesta a los ataques terroristas del 11 de septiembre. Esta ley constituye un mecanismo de protección frente a la posibilidad de que ingresen intencionalmente y con fines terroristas alimentos contaminados al país.

Por su parte en la Unión Europea, toda empresa alimentaria, a partir del año 2005 debe tener un sistema de trazabilidad para los alimentos tanto de origen vegetal como animal y de cualquier otra sustancia destinada a ser incorporada en un alimento. La normativa comunitaria ha ido un paso más allá y ahora exige la trazabilidad de organismos genéticamente modificados (OGM) y de sus derivados a lo largo de las cadenas de producción y de distribución, respondiendo a una de las mayores preocupaciones de los consumidores europeos hoy en día, como es el efecto que pueden llegar a tener los OGM o transgénicos en la salud humana y en el medio ambiente.

En Japón, el mercado más importante de Asia y uno de los mayores importadores de alimentos en el mundo, la inocuidad es un tema crítico para el consumidor, ya que hay condiciones específicas que llevan a que los japoneses sean particularmente vulnerables en este aspecto:

Como primera medida, es un país altamente dependiente de los demás para alimentar a su población, al punto que alrededor del 60% del suministro total de alimentos está conformado por las importaciones. Este solo hecho pone fuera de control la seguridad de los alimentos o por lo menos hace que su manejo sea mucho más difícil. Adicionalmente, la oferta de productos que ingresan al Japón es cada vez más diversa y los hábitos alimenticios de la población, han venido modificándose debido a la influencia de otras culturas con su gastronomía.

La ocurrencia de varios incidentes en los últimos años sensibilizó al consumidor japonés y alertó a las autoridades a endurecer los controles sanitarios y a implementar acciones que preserven la seguridad de los alimentos. Uno de ellos fue el hallazgo de brotes de la enfermedad de las vacas locas confirmando la presencia de dicha enfermedad en Estados Unidos, de donde procedía el 50% de las importaciones de carne de bovino al Japón, que llevó a la suspensión de las compras a este país en el 2003, las cuales se reabrieron en el 2005 bajo ciertas restricciones.

La aparición de la gripe aviar en el continente asiático en el 2004, fue otro hecho que alertó al mercado y que afectó el consumo interno de pollo y huevos. También se pueden mencionar otros acontecimientos que generaron temor entre los consumidores como el descubrimiento de información falsificada sobre el origen en la etiqueta de algunos productos, el hallazgo de residuos de pesticidas por encima de los límites permitidos en algunos vegetales, y el uso de algunos sabores y aditivos no permitidos en algunos alimentos.

Como consecuencia de estos hechos se creó la Ley de Seguridad Alimentaria Básica y se estableció la Comisión para la Seguridad Alimentaria, que se encarga de hacer seguimiento a los procesos de certificación, de evaluar los riesgos, y educar al consumidor sobre el tema.

Comercio internacional de frutas

De acuerdo con la FAO en el 2005, en el último año la información disponible del monto total de importaciones fue de US\$81.600 millones en frutas frescas y procesadas. El comercio se concentra en las importaciones de frutas de estación, las cuales representan el 51% del valor total. Dentro de este grupo la uva y la manzana presentan el mayor consumo tanto en fresco como en procesado y en consecuencia los mayores volúmenes de comercialización, especialmente en la época en la que cesa la producción en el hemisferio norte. Los cítricos, por su parte representan el 29% de las importaciones mundiales de frutas, siendo la naranja la fruta con mayor demanda, especialmente en su presentación como jugo, una de las bebidas naturales más comunes en el mercado internacional, seguida por el limón y la mandarina.

Igualmente las cifras de la FAO, indican como las frutas tropicales, excluido el banano, que se consideran productos suficientemente posicionados en el mercado internacional, participan con el 13% de las importaciones mundiales de frutas, lo que en términos absolutos equivale a US\$7.041 millones. Las frutas tropicales más importantes en el comercio internacional son piña, con importaciones anuales por valor de US\$3.095 millones, mango, con importaciones por valor de US\$1.388 y aguacate con compras del orden de US\$1.262 millones. El comercio de estas frutas es considerable gracias a que han dejado de ser productos de consumo exclusivo de la población étnica para convertirse en productos apetecidos por los consumidores de cada mercado.

Respecto a las frutas exóticas, donde se incluyen las pasifloráceas, aunque se trata de un nicho de mercado todavía pequeño, que equivale a la mitad del mercado de tropicales (sin banano), su dinamismo en el mercado internacional ha sido tal, que han incrementado su participación en el total de las importaciones de frutas en la última década, al pasar de 5,7% en 1995 a 7,0% en el 2005 aproximadamente.

En cuanto a la evolución que ha tenido el comercio mundial de frutas, las cifras de la FAO muestran que han sido bastante dinámicas. El valor de las ventas mundiales de frutas se incrementó entre el 2000 y el 2005 a una tasa del 9,3% promedio anual. Buena parte de este crecimiento se debe al aumento considerable de las ventas de frutas tropicales y exóticas en los últimos años, cuyas tasas superaron aquellas registradas por las ventas de las frutas de estación y cítricos en el mismo período. Las importaciones de frutas tropicales y exóticas de acuerdo con las cifras de la FAO crecieron a una tasa del 12,8% (tropicales sin banano) y del 11,7%, respectivamente, mientras que las frutas de consumo tradicional como las frutas de estación y los cítricos, lo hicieron al 10% y al 7,6%, respectivamente.

En el caso específico del banano, las importaciones mundiales de acuerdo con FAO ascendieron en el 2005 a 15,9 millones de toneladas por un valor de US\$9.558 millones. El crecimiento es discreto comparado con el del resto de frutas tropicales. El valor de las importaciones creció 5,4% y el volumen 2,3% promedio anual entre el 2000 y el 2005.

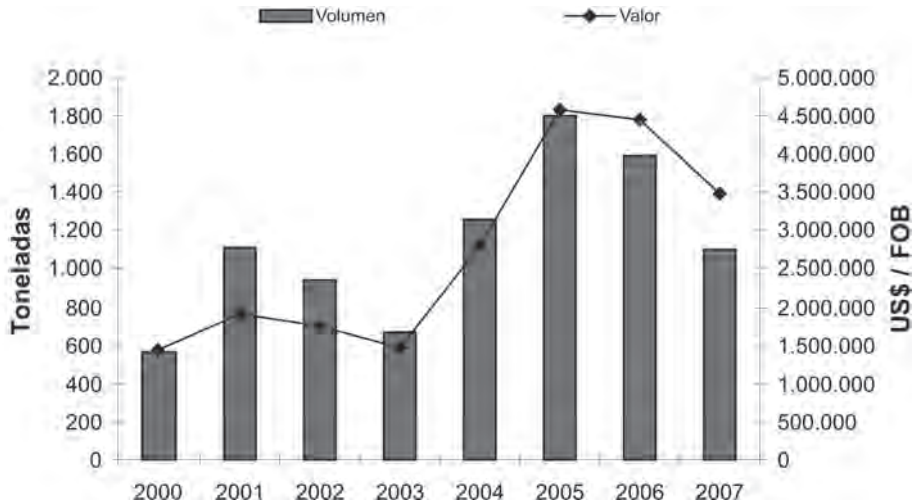
Las importaciones de todas las frutas tropicales crecieron sin excepción, siendo los más dinámicos el aguacate y la piña, con tasas del 16,5% y del 13,0% promedio anual, respectivamente, entre el 2000 y el 2005.

Las pasifloráceas

Los principales productores de maracuyá son Brasil, Ecuador, Perú, Venezuela, Costa Rica, Kenia, Zimbawe, Tailandia, Malasia e Indonesia; de granadilla Ecuador, Costa Rica, Venezuela, Hawai, Kenia; y de gulupa, Brasil, Ecuador y Perú.

Colombia, mantiene presencia en los mercados internacionales con fruta fresca. La figura 3 muestra el comportamiento de las exportaciones colombianas

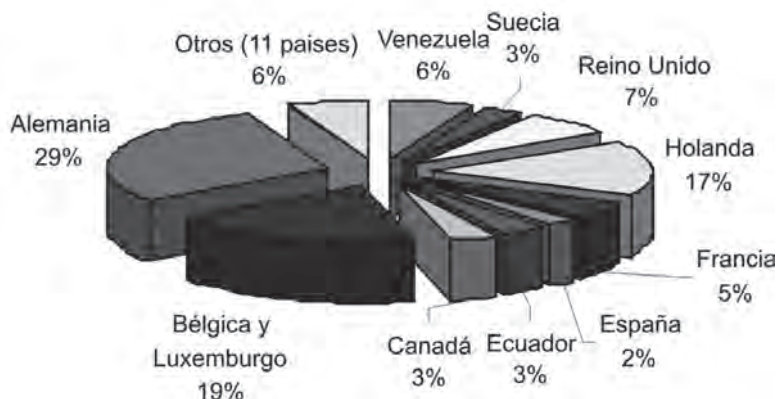
bajo la posición arancelaria granadilla, maracuyá y demás frutas de la pasión. La oferta como se aprecia es heterogénea en el tiempo, oscila entre 573 t en el año 2000 y 1.800 en el 2007, lo cual es una condición mundial del mercado de estas frutas, debido a la estacionalidad de la oferta.



Fuente: DANE. Cálculos CCI.

FIGURA 3. Exportaciones colombianas de frutas de la pasión.

Observando de manera individual el comportamiento del precio internacional del maracuyá fresco y teniendo como referente el precio registrado en el año 1995, donde se dieron sin precedentes cotizaciones por kg de fruta de US\$4 dólares, para esta década el precio internacional para el producto colombiano ha sido muy variable. Se presentan años buenos (2004 y 2007) con precios por encima de los US\$2,5 por kg, alcanzando en algunos años valores superiores a US\$4,5 (2005), en contraste con menores cotizaciones como las registradas en el 2000 de hasta US\$1,4 por kg. Los mayores compradores de este tipo de frutas son Alemania, Bélgica, Luxemburgo y Holanda (figura 4).



Fuente: Agronet. Cálculos CCI.

FIGURA 4. Principales destinos de maracuyá, granadilla, curuba y gulupa en el 2007.

De las exportaciones colombianas de producto en fresco, la fruta que registra los mayores volúmenes de venta en el mercado internacional es la gulupa. Del total exportado en el 2007 participó con 1.936 t que corresponde al 67% de las pasifloráceas, le sigue la granadilla (24%), maracuyá (3,8%), las demás pasifloráceas (5%) y ocupando el último lugar con 0,22% la curuba en el año 2007.

El maracuyá se exporta en fresco o en jugo ya sea simple 14° Brix o concentrado a 50 °Brix, el de mayor demanda, convirtiéndose en el tercer sabor exótico más importante después de los jugos de mango y piña. Ecuador se consolidó como el mayor exportador de jugo, en un mercado marcado fuertemente por la estacionalidad de la producción, generando problemas de sobreoferta y escasez.

La oferta de jugo concentrado, producto líder de este grupo, en el mundo ha tenido tres etapas bien definidas. En los años setenta, el 90% del comercio de la fruta provenía de países como Hawai (USA), Isla Fiji, Australia, Kenia, Suráfrica, Nueva Guinea y Nueva Zelanda. Debido al incremento en la demanda de jugo por parte de los países europeos y la falta de abastecimiento de los países productores, en los años 80 países de América Latina como Brasil, Ecuador, Colombia y Perú, debido a sus condiciones climáticas y geográficas,

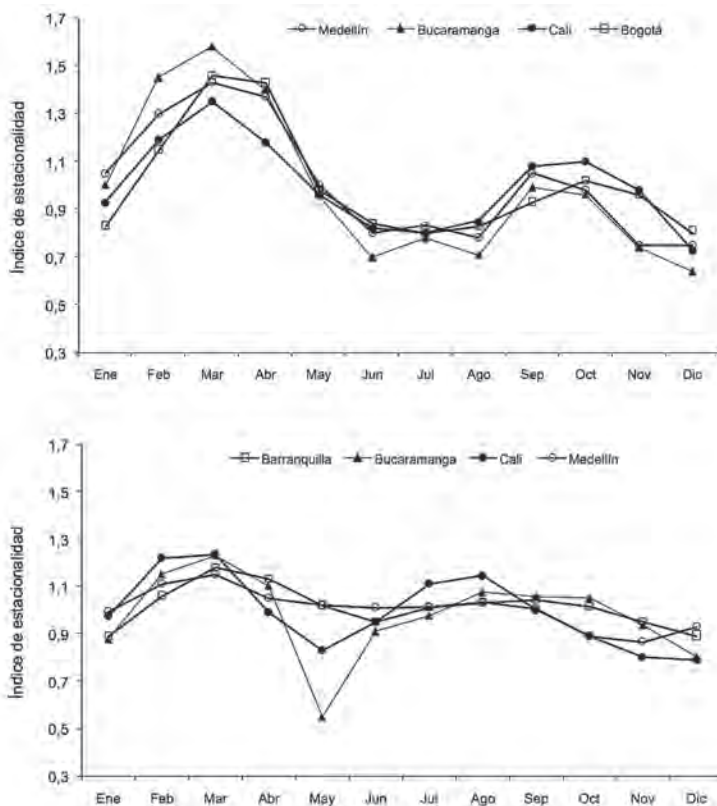
inician el abastecimiento de estos mercados para convertirse en la década de los 90 en los principales proveedores de jugo, aportando el 90 de la demanda mundial. Los principales demandantes del producto colombiano son Alemania, Estados Unidos, Países Bajos, Reino Unido, Puerto Rico y Canadá. Mercados que son atendidos por Ecuador, Colombia y Brasil. En Asia aparecieron Japón, Taiwan y Corea del Sur como mercados nuevos para el jugo, no obstante, su demanda todavía no es posible de estimar. Los mayores volúmenes exportados desde Colombia al mercado de Estados Unidos, se concentran en los meses de mayo a octubre, período que coincide con la cosecha.

De acuerdo con las cifras arrojadas por el Sistema de Inteligencia de Mercados de la CCI, del ejercicio de monitoreo en el mercado de Miami, Colombia exportó en el mes de febrero un total de 286 t de jugo de maracuyá, de las cuales el 45% tuvo como destino Puerto Rico, punto en el que tal vez el producto sea reempacado o procesado para llegar al mercado final de los Estados Unidos, el 35% a Holanda y 16% a Alemania. Si se compara este valor con el mismo período en el 2005 se observa un aumento considerable en las exportaciones al pasar de 94,5 a 286,4 t.

El mercado nacional de estas frutas es muy dinámico y al igual que en el mercado internacional la oferta está regulada por la estacionalidad de los cultivos, los cuales a su vez se encuentran influenciados por condiciones de clima y de las temporadas de siembra, así como por el ingreso de nuevas áreas al cultivo o reducción en las áreas debido a la baja en las cotizaciones de venta.

En general estos productos se trazan en fresco en las centrales mayoristas como en las grandes superficies, supermercados y tiendas de barrio. El abastecimiento a las grandes ciudades se hace desde los puntos de producción como son los departamentos del Valle del Cauca, Huila y Córdoba en el caso de maracuyá; Quindío, Caldas y Cundinamarca en el caso de la granadilla; Cundinamarca para gulupa y Boyacá en curuba.

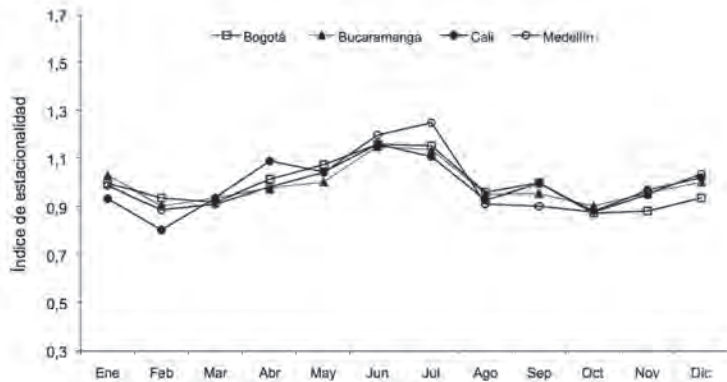
La estacionalidad de los precios se analizó para los mercados mayoristas de Bogotá, Cali, Medellín, y Bucaramanga para maracuyá y granadilla, y en el caso de la curuba en las centrales mayoristas de las ciudades de Barranquilla, Cali, Medellín y Bucaramanga. Las curvas indican en el caso de la curuba y el maracuyá, precios altos en los primeros meses del año con los mayores valores y hacia el tercer trimestre nuevamente incrementos pero en menor proporción (figura 5).



Fuente: Sipsa. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cálculos CCI.

FIGURA 5. Índice de estacionalidad de precios mayoristas para maracuyá (arriba) y curuba (abajo).

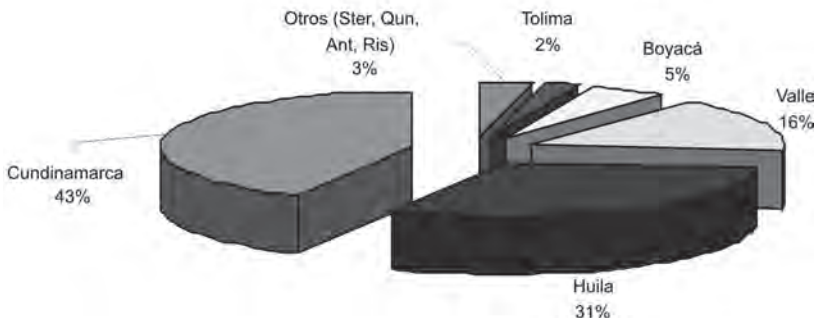
De manera contraria, en la granadilla las mayores cotizaciones de venta, \$2.356 por kg en promedio, se presentan en los meses de junio y julio, condición que se refleja claramente por la disminución en la oferta durante estos meses, y que es detectada por el Sistema de Abastecimiento de mercados que opera la CCI para el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Comportamiento que se observó en el ingreso de granadilla a la central mayorista de Bogotá, Corabastos (figura 6). En el mes de junio ingresaron 61 t, en julio 24 y en agosto 67 en comparación con los ingresos de los meses de enero y febrero de 211 y 219 t, respectivamente.



Fuente: Sipsa. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cálculos CCI.

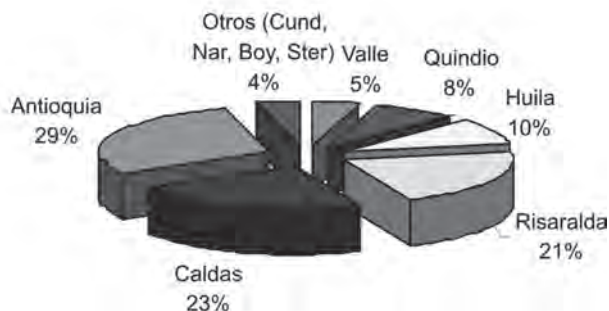
FIGURA 6. Índice de estacionalidad de precios mayoristas para granadilla.

El Sistema de Abastecimiento de Alimentos que monitorea el ingreso de estos a las principales ciudades y centrales mayoristas del país indica como la oferta de fruta es muy amplia y una buena parte de los departamentos abastece los mercados. Los mayores aportes al mercado de Bogotá provienen de Cundinamarca y Huila (figura 7), mientras para la Central Mayoritaria de Antioquia CMA el mayor volumen de fruta proviene de Antioquia, Caldas y Risaralda de acuerdo con las áreas de influencia (figura 8).



Fuente: Sistema de Abastecimiento. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cálculos CCI.

FIGURA 7. Abastecimiento de maracuyá en el mercado de Bogotá.



Fuente: Sistema de Abastecimiento. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cálculos CCI, 2008.

FIGURA 8. Abastecimiento de maracuyá en el mercado de Medellín.

Finalmente es importante conocer el costo que tiene llevar el producto desde la finca a los diferentes mercados. Para ello el SIPSA adelantó un trabajo en el mes de agosto del 2007 para identificar los costos en que se debe incurrir así como que agente de la cadena es quien lo asume. El trabajo se llevo a cabo en los mercados de Bogotá, Cali y Montería. En la tabla 2 se indica el peso que tiene cada uno de los rubros involucrados en la comercialización del producto.

TABLA 2. Descomposición del precio del maracuyá.

Ítem	Bogotá	Cali	Montería
Finca	66,7	78,6	71,4
Transporte	3,6	3,6	2,3
Empaque	0,8	1,6	1,4
Carga y descarga	0,5	0,7	0,7
Selección y clasificación	n.a.	1,8	n.a.
Almacenamiento	2,9	4,5	0,5
Pérdidas	6,0	2,0	10,0

Fuente: Cálculos CCI.

Se observa como, en general, los diferentes costos tienen un peso muy similar en las tres ciudades, es importante anotar que las mayores diferencias se presentan en la selección y clasificación de la fruta ya que esta se realiza en Calí,

mientras que en ciudades como Bogotá y Montería no se practica. De la misma forma hay diferencias en las condiciones de almacenamiento del producto y aún más en el arriendo del espacio.

Conclusiones y recomendaciones

Colombia cuenta por sus condiciones de suelos y clima con áreas importantes para la ampliación del área para cada una de las especies.

Teniendo en cuenta la tendencia mundial en el crecimiento en la demanda en el consumo de este tipo de frutas Colombia puede participar de manera importante en el mercado internacional, aplicando además unas adecuadas prácticas (BPA) de cultivo que le permita acceder a estos mercados.

Resúmenes de investigación en pasifloráceas

Recursos genéticos de las Passifloraceae cultivadas en Colombia

Genetic resources of Passifloraceae cultivated in Colombia

JOHN OCAMPO PÉREZ¹ Y GEO COPPENS D'EECKENBRUGGE²

Colombia con 167 especies inventariadas, es el país con mayor diversidad de Passifloraceae, tanto en formas silvestres como cultivadas. Con el objetivo de conocer esta riqueza, se ha realizado un inventario usando registros de herbario, literatura y de campo. Un total de 42 especies producen fruto comestible y pertenecen al género *Passiflora*. Estas especies se concentran en los subgéneros *Passiflora* (21), *Tacsonia* (13), *Astrophea* (4) y *Distephana* (2). Dentro del subgénero *Passiflora*, se encuentra el grupo mas promisorio perteneciente a las granadillas, con seis especies similares a *P. ligularis* y a la cholupa (*P. maliformis*); la especie mas importante, *P. edulis*, presenta dos formas botánicas, el maracuyá y la gulupa; la badea (*P. quadrangularis*) y el maracua (*P. alata*) forman un solo acervo genético; y el grupo más homogéneo incluye la granadilla caucana (*P. popenovii*) y seis especies más que podrían aportar genes de resistencia a las principales especies económicas. El subgénero *Tacsonia*, incluye las especies cultivadas, curuba de Castilla (*P. tripartita* var. *mollissima*) y curuba India (*P. tarminiana*), además de un grupo de siete especies que pertenecen a su acervo genético y que se pueden explotar y diversificar, como la curuba roja (*P. cumbalensis*) y la curuba antioqueña (*P. antioquiensis*). Las especies del subgénero *Distephana* podrían valorizarse como plantas ornamentales y frutales. En conclusión, nueve especies son cultivadas en aproximadamente 6.000 ha y comercializadas en mercados locales e internaciones, sin embargo los recursos genéticos de estas especies han sido poco tenido en cuenta en programas de mejoramiento genético y de conservación.

Palabras clave: *Passiflora*, acervo genético, maracuyá, curuba, granadilla, mejoramiento genético.

Keywords: *Passiflora*, genetic pool, yellow passion fruit, banana passion fruit, sweet granadilla, plant breeding.

¹ Investigador visitante de Bioversity International, Regional Office for the Americas, Cali (Colombia). e-mail: j.ocampo@cgiar.org

² Investigador del CIRAD, UPR 'Gestion des Ressources Génétiques et Dynamiques Sociales', Campus CNRS/Cefe, Montpellier (Francia). e-mail: coppens@cirad.f

**Caracterización agro-morfológica del maracuyá
(*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) y de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims.)**

**Agro-morphological characterization of yellow
(*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) and purple (*Passiflora edulis* Sims.) passion fruit**

JOHN OCAMPO PÉREZ¹, GEO COPPENS D'ECKENBRUGGE² Y NICOLÁS JARAMILLO³

La variabilidad genética del maracuyá y la gulupa fue estudiada en 24 accesiones provenientes de Colombia, Brasil y Perú con descriptores morfológicos. Usando el método del vecino más próximo (NJ), la clasificación basada en los caracteres cualitativos muestra una clara separación de las dos formas botánicas y una estructuración de origen geográfico. Dentro de la gulupa hay una clara separación y homogeneidad de las accesiones colombianas, y similarmente en el maracuyá hay una separación de las accesiones brasileñas y peruanas de las colombianas. Así mismo, una alta heterogeneidad entre estas accesiones colombianas y una similitud entre las poblaciones de la zona cafetera y del Huila. Para los descriptores cuantitativos se estimaron los componentes de la varianza y se dejaron los que mostraron un índice de repetibilidad superior a 0,5 para someterlos a análisis de componentes principales (ACP). De manera general, las variables vegetativas tienden a mostrar una varianza intra-accesiones superior o equivalente a la varianza inter-accesiones. El ACP muestra siete componentes que explican el 80% de la varianza total. Los tres primeros están asociados respectivamente con el tamaño de la flor, la longitud y la forma de la hoja. La clasificación muestra menos estructuración con el ACP que con los caracteres cualitativos, confirmando una relativa uniformidad de las accesiones brasileñas, y la proximidad de las accesiones caldenses y huilenses. El análisis físico-químico del fruto muestra algunas accesiones colombianas que se destacan en parámetros de calidad (grados Brix y acidez). Estas cualidades y estructuración del fruto deberán tomarse en cuenta para trabajos futuros de mejoramiento.

Palabras clave: pasifloras, variabilidad, accesiones, descriptores, clasificación, ACP, mejoramiento.

Keywords: passion fruits, variety, accessions, descriptors, classification, PCA, plant breeding.

¹ Investigador visitante, Bioversity International, Regional Office for the Americas, Cali (Colombia). e-mail: j.a.ocampo@cgiar.org

² Investigador, CIRAD, UPR 'Gestion des Ressources Génétiques et Dynamiques Sociales', Campus CNRS/Cefe, Montpellier (Francia). e-mail: coppens@cirad.fr

³ Especialista, Director del Abastecimiento Agrícola de Alpina Productos Alimenticios S.A., Chinchiná (Colombia). e-mail: njaramil@alpina.com.co

Comportamiento estomatal en frutos y hojas de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) y en frutos y cladodios de pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.)

Stomatal behavior in fruits and leaves of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.), and fruits and cladodes of pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.)

CAMILO SÁNCHEZ¹, GERHARD FISCHER² Y DANNY SANJUANELO³

El objetivo de este estudio fue la evaluación del comportamiento de estomas en frutos y hojas de gulupa y en frutos y cladodios de pitahaya bajo condiciones naturales en los municipios de Granada y Fusagasugá, Cundinamarca. Se hicieron impresiones con esmalte sobre la superficie de las hojas, los frutos y los cladodios. Se realizaron tres ciclos, cada ciclo duró 72 horas en el cual se tomaron impresiones cada tres horas y en tres muestras diferentes, posteriormente se observaron en microscopio en donde se hizo un conteo de estomas abiertos y cerrados. En cada muestreo se obtuvieron datos de radiación solar, temperatura y humedad relativa (HR). Para el caso de gulupa, se encontró un comportamiento típico de una planta C₃ abriendo estomas de día y cerrando de noche, tanto para las hojas como para los frutos; además de encontrar una correlación positiva entre la apertura estomatal y la radiación. En el caso de pitahaya, se encontró un comportamiento típico de una planta CAM, cerrando estomas de día y abriendo de noche, encontrando una correlación negativa entre la apertura estomatal y la radiación; la radiación, la temperatura y la HR afectaron la apertura estomatal en frutos y cladodios. Se determinó la densidad estomatal (DE) en cada especie, pitahaya: DE_{fruto}: 1,4 estomas/mm²; DE_{cladodio}: 11,28 estomas/mm²; gulupa: DE_{fruto}: 12,64 estomas/mm²; DE_{hoja}: 106,53 estomas/mm². Los estomas de las dos especies se comportaron de una manera similar entre ellas, mostrando un ritmo de cierre y apertura muy similar entre frutos y hojas en el caso de gulupa y entre frutos y cladodios en pitahaya. El número de estomas/mm² en hojas y cladodios fue casi 10 veces más grande que en los frutos de cada especie, lo que muestra la diferenciación funcional de estos órganos en las plantas.

Palabras clave: frutas tropicales, estomas, apertura estomatal, densidad estomatal, temperatura, radiación solar, humedad relativa.

Key words: tropical fruits, stomata, stomatal aperture, stomatal density, temperature, solar radiation, relative humidity.

¹ Ingeniero agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
e-mail: camilosanc@gmail.com

² Profesor asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
e-mail: gfisher@unal.edu.co

³ Profesor, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), Bogotá (Colombia).
e-mail: dwsanjuanec@gmail.com

Determinación de los estados de desarrollo del cultivo de maracuyá en tres densidades de siembra

Determination of developmental stages of yellow passionfruit in three plant densities

RODRIGO ORLANDO CAMPO¹, CARLOS ENRIQUE CARDONA² Y NAUDITH URANGO³

El cultivo de maracuyá es un frutal importante en la economía rural del departamento de Córdoba pero con muchos limitantes tecnológicos que se expresan en bajos rendimientos por hectárea. El objetivo de este trabajo fue determinar los diferentes estados fenológicos del cultivo de maracuyá. La investigación se realizó en el corregimiento de San Isidro, municipio de Montería Córdoba (Colombia) en mayo de 2006 donde se establecieron tres densidades de siembra (D): D1= 2.200 plantas, D2= 1.666 plantas y D3= 1.333 plantas/ha, con cuatro repeticiones. Se hicieron evaluaciones periódicas durante los primeros 128 días después del trasplante (ddt) contando el porcentaje de plantas en estado vegetativo, inicio de formación de botón floral y antesis, formación de frutos e inicio de cosecha. A los 66 ddt, más del 80% de las plantas permanecieron en estado vegetativo y el resto iniciando botones florales. A los 79 días entre 8 y 15% de las plantas presentaron flores en antesis; a los 89 días entre 8 y 18% presentaron frutos en formación y a los 128 días inicio de cosecha. Hubo diferencias significativas entre tratamientos para las variables estado vegetativo e inicio de botón floral siendo D1 el más precoz; esta misma densidad presentó mayor porcentaje de plantas con frutos en formación a los 102 días. Se concluye que la densidad más alta D1 presentó mayor precocidad en el inicio de la fase reproductiva; mientras que, D2 y D3 no presentaron diferencias significativas en las diferentes fases de desarrollo.

Palabras clave: fenología, fisiología, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*.

Keywords: phenology, physiology, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*.

¹ Profesor titular, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería (Colombia). e-mail: rcampo@sinu.unicordoba.edu.co

² Profesor titular, Departamento de Agronomía y Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agrícolas, Montería, Colombia.

³ Asistente de investigación, Departamento de Agronomía y Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería (Colombia).

Observaciones preliminares en maracuyá amarillo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, en sabana inundable, municipio de Arauca

Preliminary observations on yellow passionfruit *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, in floodplain, municipality of Arauca

CARMEN TULIA POTOSÍ¹ Y FANDER ESPINOSA²

En la sabana inundable del municipio de Arauca (Colombia), entre junio de 2006 y diciembre de 2007, se evaluó un cultivo de maracuyá amarillo, establecido a 3,5 m entre plantas y surcos, sistema espaldera sencilla sobre camas elevadas, con fertirriego (sector A) y fertilización edáfica (sector B). Se evaluó; diámetro del tallo, longitud entrenudos, número de guías terciarias, inicio de floración y apertura floral, polinizadores, flores-frutos/planta, producción y estado fitosanitario. Ocho meses después de la siembra (mds), el diámetro del tallo se incrementó hasta 2,45 cm en el sector A y 1,98 cm en sector B. La longitud de entrenudos (eje vertical 2 m), fue de 14 y 12,5 cm en sector A y B, respectivamente. Las guías terciarias (eje horizontal 3,5 m), promediaron 20,9 guías con 65,95 flores y 24,04 frutos por planta en sector A, y 19,9 guías con 48,35 flores y 23,3 frutos/planta en el sector B. La floración inició 5 mds, en el 22,4% del sector A y 8,6% en el sector B, con apertura floral entre 11:00 y 11:30 a.m., polinización entomófila por *Xylocopa* sp., reducida por *Apis mellifera*, maduración de frutos desde 40 a 48 días. La producción registrada 7 mds en el sector A de 90 kg/sector, con peso promedio/fruto de 152 g. La producción del sector B de 83,6 kg/sector y peso promedio/fruto de 148 g. El hongo *Alternaria passiflorae* constituyó la principal limitante fitosanitaria, seguida de *Cladosporium herbarum*, *Fusarium* y *Dione juno*, siendo manejables, y permitiendo el desarrollo del cultivo bajo sistema de fertirriego y fertilización edáfica en condiciones de sabana inundable en el municipio de Arauca.

Palabras clave: parámetros agronómicos, patógenos, irrigación.

Keywords: agronomic parameters, pathogen, irrigation.

¹ Docente temporal, Universidad Nacional de Colombia, Arauca. e-mail: carmentpotosis@gmail.com

² Estudiante, Universidad Nacional de Colombia, Arauca.

Tratamientos pregerminativos en semillas de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.)

Pregerminative seed treatments in purple passionfruit (*Passiflora edulis* Sims.)

HELBER ENRIQUE BALAGUERA-LÓPEZ¹ Y JAVIER GIOVANNI ÁLVAREZ-HERRERA²

En los últimos años, el cultivo de la gulupa ha mostrado un crecimiento acelerado debido al auge que ha tenido en el mercado nacional y al incremento de las exportaciones; sin embargo, presenta problemas en la etapa de propagación que dificultan la obtención de plántulas de calidad debido a la dureza e impermeabilidad de la testa seminal. Por tal motivo, se realizó un experimento en un diseño completamente al azar en un factorial de 4 x 2, en donde se sometieron semillas a 4°C durante 0; 340; 720 y 1.440 horas, con y sin cubierta plástica negra en la siembra durante 15 días, sembradas en bandejas de 72 alvéolos o cavidades. El experimento tuvo una duración de 60 días y se llevó a cabo en el invernadero de vidrio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. La germinación se activó solo con los tratamientos de 340 y 720 horas y 15 días de cubrimiento con plástico negro y 340 horas sin la puesta del plástico negro. Los mayores valores de porcentaje de germinación, velocidad media de germinación y altura se observaron en el tratamiento de 340 horas y 15 días de cubrimiento con plástico negro. La combinación de frío y plástico negro es mutuamente incluyente para una germinación óptima. Las semillas que permanecieron 720 horas con 15 días bajo plástico, presentaron el menor tiempo medio de germinación y la mayor longitud de raíz principal.

Palabras clave: plástico negro, germinación, horas frío, temperatura, propagación.

Keywords: black plastic, germination, chilling hours, temperature, propagation.

¹ Ingeniero agrónomo, Grupo de Investigaciones Agrícolas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. e-mail: enrique_balaguera@yahoo.com

² Profesor asistente, Grupo de Investigaciones Agrícolas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. e-mail: jgalvarezh@gmail.com

Desarrollo de metodologías para la propagación clonal a gran escala de pasifloras

Development of methodologies for the large scale clonal propagation of passifloras

ÁLVARO MEJÍA-JIMÉNEZ¹, JOHANNA PATRICIA VILLAMIZAR-RUIZ², JOE TOHME³
Y ALONSO GONZÁLEZ⁴

La gran diversidad de especies y accesiones del acervo genético de las pasifloras de importancia comercial existentes, así como el número elevado de híbridos intra e interespecíficos disponibles, representan una oportunidad para seleccionar individuos con características superiores por su calidad de la fruta, productividad, tiempo de vida en el mostrador, resistencia a plagas y enfermedades, etc. Sin embargo, debido a la fisiología reproductiva de estas especies, todo esfuerzo de seleccionar y mantener individuos con características superiores se perdería si estos son propagados sexualmente, como es común hacerlo en Colombia. La metodología de propagación vegetativa que se viene investigando a diferencia de las anteriores, combina el uso de dos fases. Una primera *in vitro* que es utilizada para producir y conservar clones libres de enfermedades. En una segunda fase estos clones son utilizados para el establecimiento de plantas madre en invernaderos protegidos, las cuales son mantenidas en condiciones óptimas para la producción de esquejes. Esquejes de dos o tres nudos son aislados regularmente y utilizados para la producción de plántulas mediante su enraizamiento en sustratos inertes y bajo sistemas intermitentes de nebulización. Dependiendo del genotipo y del estado fisiológico de las plantas madre, eficiencias de enraizamiento de hasta un 90% se han obtenido después del tratamiento de esquejes de dos y tres nudos durante 30 minutos con 10 mg L⁻¹ de ácido naftalenacético (NAA). Con esta metodología no solo es posible la propagación a gran escala de clones élite sino también de individuos resistentes a enfermedades propias del suelo que pueden constituirse en portainjertos.

Palabras clave: enraizamiento, enfermedades, portainjerto, esquejes.

Keywords: rooting, diseases, rootstock, cuttings.

¹ Investigador asociado, Programa de Frutas Tropicales, Ciat, Cali (Colombia). e-mail: a.mejia@cgiar.org

² Asistente de investigación, Programa de Frutas Tropicales, CIAT, Cali (Colombia).

³ Fitomejorador y genetista, Lider Reto de Investigación para el Desarrollo: Compartir los Beneficios de la Agrobiodiversidad, CIAT, Cali, Colombia.

⁴ Líder Línea de Producto: Vinculando Agricultores a Mercados. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali (Colombia). e-mail: a.gonzalez@cgiar.org

Propagación de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) por estacas
Propagation of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.) by cuttings

ANTONIO FORERO¹, NELSON BECERRA², GERHARD FISCHER³ Y DIEGO MIRANDA⁴

La propagación de la gulupa, a escala comercial en Colombia se realiza por semilla, que puede implicar que los cultivos y frutos sean heterogéneos. El objetivo de este trabajo fue evaluar tres tipos de estacas, obtenidas de una plantación de dos años de edad ubicada en Granada (Cundinamarca). Las estacas se plantaron en bancos de cemento en invernadero de propagación de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, en tres sustratos: arena, suelo más cascarilla de arroz quemada (1:1) y una mezcla de arena, suelo y cascarilla (1:1:1). Para protegerlas de la radiación solar intensa, se ubicó una polisombra negra (50%) y un plástico a una altura de 1 m sobre la cama, para incrementar la temperatura promedio hasta 26°C; se utilizó un sistema de riego por nebulización. Se seleccionaron tres tipos de estacas provenientes de diferentes tercios de la rama productiva: tercio apical, tercio medio y tercio basal, con cuatro nudos. Las variables evaluadas, después de 12 semanas, fueron: peso fresco y seco de las estacas, longitud de las raíces, peso fresco y seco de raíces, número de raíces primarias y secundarias, longitud del brote axilar, peso fresco y seco del brote. Las estacas de los tercios basal y medio de la rama productiva arrojaron los mejores resultados en las variables estudiadas; no hubo diferencia significativa entre ellas, sin embargo se observó, como tendencia general, que la parte basal de la rama provee las estacas más aptas. Solamente 11% de las estacas apicales sobrevivieron. El sustrato de arena mostró la mejor supervivencia de las estacas al presentar la mayor cantidad de raíces primarias y secundarias.

Palabras clave: sustrato, raíces, brote axilar, enraizamiento, propagación asexual.

Keywords: substrate, roots, axillary shoot, rooting, asexual propagation.

¹ Ingeniero agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
e-mail: tuco83@gmail.com

² Ingeniero agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
e-mail: nhbecerras@unal.edu.co

³ Profesor asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
e-mail: gfischer@unal.edu.co

⁴ Profesor asociado, Facultad Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: dmirandal@unal.edu.co

Diagnóstico para la cría y conservación de abejas polinizadoras de granadilla (*Passiflora ligularis*) en Buenavista, Boyacá (Colombia)

Diagnosis for raising and conservation of pollination bees of passion fruit (*Passiflora ligularis*) in Buenavista, Boyaca (Colombia)

DANIEL MELO¹ Y GUIOMAR NATES²

El cultivo de granadilla cubre 150 ha en el municipio de Buenavista con una producción anual de 2.300 t, ofreciendo el desarrollo de una actividad económica importante para la comunidad. Este trabajo pretendió identificar las especies de abejas que visitan las flores de granadilla, su comportamiento de forrajeo y hábitos de nidificación con el fin de adelantar procesos de cría y conservación de estas abejas, buscando garantizar un nivel adecuado de polinización para el cultivo en la región. Durante agosto de 2006 se ubicaron áreas de muestreo de 1 m² en cultivos en floración y se registró información durante 2 días para cada cultivo sobre número de flores, especie de abeja, número de individuos, recurso colectado, humedad y temperatura. Se encontraron once especies dentro de los géneros *Apis*, *Epicharis*, *Eulaema*, *Xilocopa*, *Thigater*, *Paratrigona*, *Trigona*, *Centris* y *Bombus*. Las visitas por polen se presentan en la mañana con un pico a las 7:45 a.m., las visitas por néctar todo el día con un pico a las 10:45 a.m., y néctar-polen en la mañana con un pico a las 8:20 a.m., *Apis mellifera* fue el visitante mas frecuente con 2.300 visitas, seguido por *Epicharis* con 115 visitas y *Xilocopa* con 69 visitas.

Palabras clave: conservación, cultivos en floración, humedad, temperatura, polen, *Apis*, *Epicharis*, *Eulaema*, *Xilocopa*, *Thigater*, *Paratrigona*, *Trigona*, *Centris*, *Bombus*.

Keywords: conservation, flowering crops, humidity, temperature, pollen, *Apis*, *Epicharis*, *Eulaema*, *Xilocopa*, *Thigater*, *Paratrigona*, *Trigona*, *Centris*, *Bombus*.

¹ Ingeniero agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: cdmeloo@unal.edu.co; cardanielco@gmail.com

² Profesora titular, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: mgnatesp@unal.edu.co

Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de maracuyá

Effect of planting density on yield of yellow passion fruit

CARLOS ENRIQUE CARDONA¹, RODRIGO ORLANDO CAMPO² Y HECTOR JAVIER PAZ³

El maracuyá es un frutal importante en la economía rural del departamento de Córdoba pero presenta limitantes tecnológicos expresados en bajos rendimientos. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la densidad de siembra en la producción. La investigación fue establecida en el corregimiento de San Isidro, municipio de Montería (Córdoba), en mayo de 2006 en parcelas de 76 m de largo por 12 m de ancho. Se ensayaron tres densidades de siembra (D): D1 = 2.200 plantas/ha, D2 = 1.666 plantas/ha; D3 = 1.333 plantas/ha y se utilizaron cuatro repeticiones. Se hicieron evaluaciones periódicas durante el primer ciclo de producción midiéndose las variables rendimiento por hectárea, pesos de fruto y número de frutos sanos y enfermos. El período de producción se inició a los 128 días después de transplante con una duración de cuatro meses. El rendimiento, para las tres densidades de siembra estuvo cercano a 10 t ha⁻¹, no mostrando diferencias significativas entre sí, ni entre las demás variables de rendimiento evaluadas. Se concluye que las tres densidades de siembra no afectaron las variables de producción durante el primer ciclo de producción.

Palabras clave: rendimiento, fisiología, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*.

Keywords: yield, physiology, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*.

¹ Profesor titular, Departamento de Agronomía y Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería (Colombia).

² Profesor titular, Departamento de Agronomía y Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería (Colombia). e-mail: rcampo@sinu.unicordoba.edu.co

³ Asistente de investigación, Departamento de Agronomía y Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería (Colombia).

Estrategia para incrementar el ciclo productivo del cultivo de maracuyá afectado por la secadera

Strategy to increase the productive cycle of yellow passion fruit affected by *Fusarium* wilt

RODRIGO ORLANDO CAMPO¹, CARLOS ENRIQUE CARDONA¹ Y NAUDITH URANGO³

El cultivo de la maracuyá es afectado por la pudrición seca del cuello de la raíz *Fusarium oxysporum* la cual se manifiesta en campo a partir de la floración con niveles elevados de incidencia, que termina con la muerte de las plantas y reduciendo el ciclo útil del cultivo a 18 meses de edad. El objetivo del trabajo fue incrementar el ciclo útil del cultivo de maracuyá afectado por la Secadera a través del aumento de las densidades de siembra. La investigación fue establecida en el corregimiento de San Isidro, municipio de Montería (Colombia) en mayo de 2006 donde se evaluaron tres densidades de siembra (D): D1 = 2200 plantas/ha, D2 = 1.666 plantas/ha; D3 = 1.333 plantas/ha y como testigo relativo la siembra del agricultor 1.025 plantas/ha. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones. Se hicieron evaluaciones periódicas durante 19 meses de la incidencia de la enfermedad y curvas de progreso de la misma. En todos los tratamientos hubo incremento de muerte de plantas, a tasas diferenciales destacándose D3 y D1 por presentar respectivamente las mayores mortalidades; sin embargo, la población final de plantas vivas fue superior en estas densidades obteniéndose la mayor en D1 con 1.460 plantas/ha y en D3 con 1.105 plantas/ha; mientras que, la del agricultor fue de 524 plantas/ha. Se concluye que el aumento de la densidad de siembra es una estrategia para incrementar el ciclo productivo de las plantaciones, a pesar de las altas tasas de mortalidad.

Palabras clave: *Fusarium oxysporum*, densidad de siembra, epidemiología.

Keywords: *Fusarium oxysporum*, planting density, epidemiology.

¹ Profesor titular, Departamento de Agronomía y Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería (Colombia). e-mail: rcampo@sinu.unicordoba.edu.co

² Profesor titular, Departamento de Agronomía y Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería (Colombia).

³ Asistente de investigación, Departamento de Agronomía y Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería (Colombia).

Determinación del nematodo nodulador *Meloidogyne incognita* en gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) en el municipio de Icononzo (Tolima)

Determination of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.) in the municipality Icononzo (Tolima)

MARLON HANS RODRÍGUEZ¹ Y GERMÁN ARBELÁEZ²

En el municipio de Icononzo, Tolima, desde hace algunos años se han observado, en las principales zonas cultivadoras de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) plantas desde dos meses de sembradas hasta plena producción, con síntomas de una enfermedad caracterizada por ocasionar enanismo, deformación y presencia de nódulos en las raíces, disminución en el follaje, frutos pequeños y muerte de las plantas, con reducciones entre el 10- 20% de la producción de la zona. Teniendo en cuenta que la gulupa es un producto potencial para exportación y una excelente alternativa agrícola en la región, el grupo de investigación en pasifloráceas, desarrolló durante el segundo semestre de 2007, colectas de plantas con síntomas de la enfermedad en las veredas Paramitos, Balconcitos, Buenos Aires, Cafrería, y Chaparro del municipio de Icononzo, con el objetivo de identificar por medio de herramientas clásicas de taxonomía, el agente causal de esta enfermedad. Se encontró y se confirmó con pruebas de patogenicidad en plántulas de gulupa la presencia del nematodo *Meloidogyne incognita* en cada una de las muestras a los 50 días después de la inoculación bajo condiciones controladas. Su identificación se realizó con base en el estudio del patrón perineal en la región posterior del cuerpo de las hembras, la cual comprende: fasmidios, líneas laterales, ano y vulva, que se encuentran rodeados por pliegues cuticulares o estrías. Este género de nematodos es de gran importancia en la agricultura, no solo por el daño que causan en los cultivos, sino por las lesiones o heridas que dejan en las raíces, las cuales permiten la entrada de otros patógenos de suelo.

Palabras clave: enfermedad del nódulo de la raíz, patogenicidad, frutal exótico.

Keywords: disease of the root nodule, pathogenecity, exotic fruit tree.

¹ Investigador, Grupo de Horticultura, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia y Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá (Colombia).
e-mail: mhrodrigueza@gmail.com

² Profesor titular, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia). e-mail: garbelaezt@unal.edu.co

**Efecto de la aplicación de soluciones de cloruro de calcio (CaCl_2)
sobre la vida de almacenamiento de la curuba
(*Passiflora tripartita* var. *mollissima* Bailey)**

**Effects of the application of calcium chloride solutions (CaCl_2) on the storage life
of banana passion fruit (*Passiflora tripartita* var. *mollissima* Bailey)**

CLAUDIA MARITZA DÍAZ¹ Y JESÚS ANTONIO GALVIS²

La presente investigación tuvo como objetivo prolongar la vida útil de los frutos de la curuba. Frutos de la variedad Castilla fueron cosechados en grado de madurez fisiológica en un huerto tecnificado del municipio de Nuevo Colón (Boyacá). Después de la cosecha las frutas se seleccionaron por sanidad y grado de madurez y sometidas a lavado y desinfección. Posteriormente fueron sumergidas en soluciones de cloruro de calcio (CaCl_2) en concentraciones de 0,3; 0,6 y 1,0% (P/V) a temperatura ambiente. Luego de los tratamientos los frutos fueron almacenados a temperatura de 10°C y HR del 85-90%, por tiempos de 10, 20 y 30 días. Se aplicó un diseño factorial de 3 x 3 (tres concentraciones por tres tiempos de almacenamiento). Se encontró que el tratamiento con CaCl_2 al 1,0% prolongó la vida útil del fruto, respecto a los otros tratamientos y el testigo, permitiendo la maduración de la curuba. Las concentraciones de 0,3 y 0,6% no tuvieron ningún efecto en la prolongación de la vida útil del fruto, ya que las curubas provenientes de estos tratamientos maduraron en igual tiempo que el testigo. Las pérdidas de peso fueron inversamente proporcionales al contenido de calcio en la pulpa. En todos los parámetros evaluados, el efecto lineal tiempo de almacenamiento x concentración de la solución de CaCl_2 fue altamente significativo, lo cual significa que hubo relación lineal en los cambios por la acción combinada de estos dos efectos principales.

Palabras clave: tratamientos poscosecha, retardantes de maduración, firmeza, conservación, fisiología poscosecha.

Keywords: postharvest treatment, ripening retarders, firmness, conservation, postharvest physiology.

¹ Química farmacéutica, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

² Profesor, Fundación Universidad Agraria de Colombia (UNIAGRARIA), Bogotá (Colombia).
e-mail: jagalvisv@gmail.com

Este libro se terminó de imprimir
en el mes de diciembre de 2009
y se compuso en la fuente
Goudy Old Style de 11 puntos.