

CAPÍTULO 7

MANEJO AGRONÓMICO DE GULUPA (*Passiflora edulis* Sims) EN EL MARCO DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA)

Eugenio Guerrero López¹, Carmen Potosí Guampe², Luz Marina Melgarejo^{2,3},
Liliana Hoyos Carvajal^{1,3}

¹Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia

²Laboratorio de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia

³Autores correspondencia: limhoyosca@unal.edu.co, Immelgarejom@unal.edu.co

Gran parte del éxito en el proceso productivo y la cadena comercial de gulupa con fines de exportación consiste en realizar de manera rigurosa y detallada la planificación del cultivo, considerando absolutamente todos los factores internos y externos que inciden directa e indirectamente sobre la unidad de gestión de producción y el proceso productivo. Para lograr esto existen las evaluaciones de riesgo, que se constituyen en una herramienta muy valiosa para identificar, valorar, gestionar y hacer seguimiento a todos los posibles riesgos asociados a la producción.

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) buscan mejorar los métodos convencionales de producción, haciendo énfasis en la prevención de riesgos para que la producción sea un proceso responsable, en donde se garantice siempre la inocuidad del producto y por ende la salud y seguridad de los consumidores racionalizando los insumos, utilizando técnicas de producción que reduzcan el deterioro del medio ambiente, conservando la calidad de los recursos naturales, y promoviendo la salud, la seguridad y el bienestar de los trabajadores. Las prácticas agrícolas deben ser coherentes con las condiciones reales de cada unidad productiva, el productor y el mercado, entre otros, y deben ser dinámicas, avanzando a la par con las innovaciones tecnológicas generadas para el sistema productivo.

La gulupa es el tercer fruto que más se exporta en Colombia, y aunque se han realizado algunos estudios (Ángel-Coca *et al.*, 2011; Díaz *et al.*, 2011; Orjuela-Baqueró *et al.*, 2011a, b; Jiménez *et al.*, 2011; Pinzón *et al.*, 2007; Guerrero-López y Ho-

yos-Carvajal, 2011; capítulos 1 al 6 del presente libro) aún falta conocer y solucionar algunos problemas, como los fitosanitarios y de nutrición, que reducen la calidad comercial de los frutos, la productividad y el ciclo productivo de las plantas. Particularmente, los problemas fitosanitarios han generado gran desestímulo entre los productores de gulupa, los que al percibir el incremento en los costos de producción y la reducción en la rentabilidad de los cultivos afectados por enfermedades terminan por abandonarlos, convirtiéndose estos en focos de contaminación para cultivos vecinos. Ante esta situación, los productores han optado por cultivar otras especies vegetales o desplazar el cultivo de la gulupa a nuevas zonas del país, sin tener cuidado de llevar material libre de patógenos, diseminando de esta manera muchos problemas antes no reportados en las nuevas áreas.

7.1. Selección del sitio de producción

Para la correcta selección del sitio de producción las BPA sugieren una *evaluación de riesgos generales* en la etapa de planificación para identificar todos los aspectos que pueden afectar el proceso productivo. En esta evaluación se deben contemplar aspectos como las condiciones agroecológicas del sitio, el uso anterior y su historial, posibles problemas de erosión u otro tipo de problemas; así como la calidad y disponibilidad de agua para riego, actividades agrícolas adyacentes, impacto de plagas y enfermedades en la zona, vías de acceso adecuadas, orden público, disponibilidad de transporte, mano de obra e insumos (GlobalGAP, 2011a). Una vez identificados todos los posibles riesgos, es necesario hacer un *plan de gestión*, en donde se describan las acciones a implementar para corregir o suplir los inconvenientes identificados. Esto servirá finalmente para decidir la viabilidad de la producción en un sitio determinado, y las acciones correctivas y preventivas que permitan que el proceso productivo sea llevado a cabo. También permite saber si los factores difíciles de modificar o corregir que han sido identificados afectan el desarrollo, la producción y rentabilidad del cultivo haciéndolo inviable.

7.2. Condiciones agroecológicas óptimas

Un aspecto fundamental para garantizar el crecimiento y desarrollo de las plantas y asegurar la producción y calidad de los frutos de gulupa, es sembrar este frutal en óptimas condiciones agroecológicas.

Altitud: aunque en Colombia se reportan cultivos de gulupa en un rango de altitud que oscila entre los 1.400 y 2.500 msnm, el rango altitudinal óptimo se ubica entre los 1.800 y 2.200 msnm (Angulo, 2009). Observaciones de campo muestran que a menor altura las plantas empiezan su etapa productiva más temprano y

los problemas fitosanitarios se incrementan, o en sitios muy bajos como Anapoima (Cundinamarca) con altura de 900 msnm la tasa de crecimiento de las plantas es mínima y no llega a la época reproductiva, debido a que la alta temperatura y la baja humedad relativa proporcionan un alto déficit de presión de vapor (Pérez y Melgarejo, sometido a publicación). Por el contrario, a mayores alturas los frutos pueden cosecharse en el punto óptimo de cosecha (70% coloración púrpura de su cáscara), luego de 18 meses o más después de siembra de las plántulas, y el tamaño de los frutos disminuye, tal como se ha observado en un cultivo en Chía (Cundinamarca) con altura de 2.573 msnm (ver Capítulo 2 del presente libro); sin embargo, existe la ventaja de que algunos problemas fitosanitarios tienen menor incidencia y severidad e incluso no se presentan algunas plagas como la mosca del ovario (*Dasiops* sp.).

Temperatura: Angulo (2009) reporta temperaturas óptimas para gulupa de 10 a 18 °C. A bajas temperaturas se reduce el crecimiento vegetativo y la producción, y a altas temperaturas se disminuye la producción de flores (Nakasone y Paull, 1998) o no se presenta la etapa reproductiva (Pérez y Melgarejo, sometido a publicación). La gulupa es altamente sensible a las heladas, y por esta razón es mejor evitar aquellas zonas donde estas ocurren. Análisis ecofisiológico del desarrollo de las plantas de gulupa en tres localidades de Cundinamarca indican que algunos de los sitios donde se encuentran condiciones favorables para el desarrollo de las plantas de gulupa es cuando la temperatura diurna es de 18° C y nocturna de 13 °C a 16 °C (Apartado 1.1 y Tabla 1.3 del Capítulo 1 del presente libro).

Humedad relativa (HR): esta debe oscilar entre 60 y 70% (Angulo 2009), ya que zonas con HR superiores son de alto riesgo para la producción de gulupa por el aumento de la incidencia y severidad de problemas como roña, bacteriosis y fusariosis, además de un alto porcentaje de abortos florales por la persistencia de vestigios florales que se pudren en conjunto con el ovario fecundado. No obstante, si se tienen óptimas condiciones de los demás factores ambientales se puede intentar manejar las condiciones de HR dentro del cultivo, realizando algunas labores culturales como podas, peine o arreglo de ramas, diseño del tutorado, manejo de malezas, amplias distancias de siembra y orientación de los surcos para mejorar la circulación de aire, además de siembra en suelos inclinados (Galindo y Gómez, 2010). Análisis ecofisiológicos del desarrollo de las plantas de gulupa en tres localidades de Cundinamarca indican que algunos de los sitios donde se encuentran condiciones favorables para el desarrollo de las plantas de gulupa es cuando la HR diurna es del 84% y nocturna de 84 a 94% (Apartado 1.1 y Tabla 1.3 del Capítulo 1 del presente libro).

Precipitación: Angulo (2009) reporta requerimientos entre 2.000 a 2.500 mm de lluvia al año. Observaciones de campo sugieren que lo importante es que esta esté distribuida en el tiempo, ya que la gulupa requiere óptima humedad en el suelo para las primeras etapas de desarrollo, y en el período de llenado del fruto para asegurar su calidad y buen tamaño. También se ha encontrado que la gulupa requiere un período de poca precipitación (época seca) para que luego, al inicio de la época de lluvias, se dé la floración (ver Capítulo 2 del presente libro). Por otro lado, se ha observado que el exceso de humedad en el suelo causa estrés por inundación o anoxia, llevando a la mortalidad de las plantas, por lo que se sugiere sembrar en ladera con suelos bien aireados. Actualmente, en zonas donde la precipitación es excesiva, los agricultores han optado por utilizar coberturas plásticas a cada surco con el fin de evitar que el follaje se moje y se aumente la caída de flores y la incidencia y severidad de problemas fitosanitarios.

Radiación solar: esta variable incide directamente sobre la producción, pues la gulupa es una planta que requiere luz solar directa; se ha observado que aquellas plantas que crecen con demasiado sombrío debajo de un árbol grande y frondoso no producen frutos y originan gran cantidad de hojas grandes de color verde intenso. Dentro de una misma planta, ramas situadas en el centro o cubiertas por otras desarrollan entrenudos muy largos y diámetro delgado, y no forman frutos por falta de luz que estimule la producción de yemas reproductivas. Es preciso entonces realizar podas permanentes y peinar las ramas para que todas puedan recibir radiación solar y estimular la producción.

Análisis ecofisiológico del desarrollo de las plantas de gulupa en tres localidades de Cundinamarca indican que uno de los sitios donde se encuentran condiciones favorables para el desarrollo de las plantas de gulupa es cuando la radiación fotosintéticamente activa PAR es de 1.000 μmoles de fotones/ m^2s , en el rango de horario de 9:00-13:00 h donde se dan las mayores tasas de fotosíntesis (Apartado 1.1 y Tabla 1.3 del Capítulo 1 del presente libro).

Viento: este puede generar roces entre frutos, o de ellos con ramas o elementos del tutorado como postes y alambres, causando rayaduras y cicatrices sobre la epidermis y afectando su calidad para tipo exportación. Sin embargo, un aspecto positivo es que el viento contribuye a disminuir la HR y con esto el ataque por problemas fitosanitarios.

Suelos: la gulupa requiere suelos francos, con buen contenido de materia orgánica, pH ligeramente ácido a neutro y excelente drenaje. Esta planta es muy sensible a los encharcamientos que generan pudriciones. En lugares con exceso de humedad

se deben construir canales de drenaje o sembrar en montículos para que queden un poco levantadas con respecto a la superficie del suelo o sembrar en ladera.

7.3. Material de propagación

La procedencia de la semilla es fundamental para cualquier cultivo, pues las plantas madres deben tener buena adaptación a las condiciones agroecológicas donde se establecerá el futuro cultivo, que pueda anticipar desde su genotipo una buena producción y rendimientos óptimos en campo, así como calidad del fruto y la posible tolerancia al ataque de plagas y enfermedades. La calidad agronómica en el material de siembra es un requisito indispensable, y concretamente para gulupa se refiere a plantas bien formadas en su copa y raíz sin que presente deformaciones en el sistema radical (conocidas como “cola de marrano”) y nematodos o problemas en el cuello o corona causados por *Fusarium*, y sobre todo ser libres de problemas virales. Por último, la calidad fitosanitaria exige que el material de propagación se encuentre libre de cualquier plaga o enfermedad tanto en la planta como en el sustrato empleado para la propagación. Para asegurarse de la calidad del material de siembra, es necesario inspeccionar minuciosamente cada una de las plantas que se llevarán a campo, descartando aquellas que no cumplan con los requerimientos mencionados. Los viveros que producen plántulas de gulupa deben contar como mínimo con un registro expedido por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y entregar una constancia sanitaria firmada por el asistente técnico del vivero para cada lote de plántulas como constancia de la no existencia de problemas fitosanitarios al momento de la entrega. Esta constancia sanitaria debe estar soportada por un análisis microbiológico realizado tanto al material vegetal como al sustrato, el cual debe ser realizado por un laboratorio acreditado y/o registrado, y se deben anexar todos los reportes de las labores y productos empleados para el control fitosanitario en la etapa de vivero. En Colombia los viveros deben cumplir con la Resolución ICA 3180 de 2009, en donde se exige tener infraestructura que evite la contaminación del material vegetal que incluye áreas cerradas, camas levantadas del suelo, sitios de desinfección del personal, áreas para el manejo de sustratos, residuos vegetales y no vegetales, almacenamiento de insumos y herramientas, contar con asistencia técnica, mantener registros y facturas de compra y venta de material vegetal, y garantizar la calidad tanto del material vegetal de propagación producido como de los sustratos utilizados (ICA, 2009).

Si un productor desea obtener plántulas en su propia finca, debe asegurarse de la procedencia de la semilla, el origen y calidad de los sustratos que se vayan a utilizar, realizar chequeo microbiológico y todas las labores de manejo agronómico y control fitosanitario.

7.4. Establecimiento en campo, distancias de siembra y tutorado

Para el establecimiento de las plantas en campo se debe hacer la preparación del terreno; si el suelo no presenta mayores inconvenientes, es aconsejable hacer una preparación mínima, repicando únicamente el sitio donde quedará cada planta. Como la gulupa presenta un sistema radical superficial, no es necesario remover a profundidad el suelo. Con base en el resultado del análisis de fertilidad del suelo, se deben incorporar las respectivas enmiendas como cal dolomita y roca fosfórica para corregir la acidez y el porcentaje de saturación de aluminio, así como deficiencias de Ca, Mg y P (Galindo y Gómez, 2010). De igual forma, Angulo (2009) aconseja adicionar a cada sitio de 1 a 2 kg de materia orgánica. El uso de fertilizantes orgánicos obliga a conocer su origen y la calidad sanitaria de los materiales con que fue elaborado y el proceso de maduración; si se sospecha de problemas sanitarios que puedan contener dichos fertilizantes es mejor asegurarse mediante un análisis microbiológico para descartar o confirmar la presencia de microorganismos perjudiciales al cultivo, pues es indispensable tener en cuenta que patógenos como *Fusarium* spp. pueden propagarse en este tipo de insumos.

En gulupa se han evaluado diferentes distancias de siembra tanto entre plantas como entre surcos. Los criterios para definir las distancias de siembra son la fertilidad del suelo y las condiciones climáticas, ya que entre más húmeda sea la zona mayores distancias de siembra se deben utilizar. De forma general, se ha observado que cuando se emplea el tutorado en espaldera sencilla funcionan bien distancias de 5 a 6 m entre plantas y de 2,5 a 3 m entre surcos para una densidad de plantas que oscila entre 555 y 800 plantas por hectárea.

Paralelo a la preparación de cada sitio de siembra, se debe instalar el tutorado o sistema de soporte de la planta. Muchas veces, cuando esta labor no se realiza a tiempo, las plantas crecen sobre el suelo, siendo más susceptibles al ataque de babosas, trozadores y larvas que afectan el tallo y las hojas o enfermedades por exceso de humedad. También pueden sufrir daños al tratar de colgar las plantas o estas se retrasan en crecimiento como consecuencia de la competencia que generan las malezas cuando presentan gran porte.

Existen diferentes sistemas de soporte, pero el más difundido y el que ha dado los mejores resultados en cuanto al manejo y producción es el de espaldera sencilla. Al principio los productores empleaban 3 cuerdas de alambre, separadas a 40

cm, pero ahora la tendencia es a disminuir el número de alambres a 2 o inclusive a 1, como sucede en el municipio de Villarrica (Tolima, Colombia). Entre más alambres se dejen en el tutorado se tienen más ramas secundarias que sostendrán las ramas productivas, y si no se es constante con las podas sucede que la planta se cierra generando una gran cantidad de hojas y ramas improductivas que aumentan la HR, lo que agrava los problemas fitosanitarios.

En el sistema en espaldera se entierran postes cada 5 o 6 m, de altura de 2 m, en donde se ubicará la cuerda superior del alambre; cuando se emplean dos cuerdas, la segunda se coloca a 60 u 80 cm con respecto a la cuerda superior para tener mayor espacio entre los alambres y por consiguiente mayor separación entre ramas secundarias y terciarias o productivas en cada piso, mejorando la aireación y el arreglo de las mismas. Al inicio se debe guiar la planta amarrándola en su base con una fibra de polipropileno, sobre la cual se irá sosteniendo la planta con sus zarcillos, y una vez llegue a los alambres y se sostenga de estos se debe cortar la fibra para evitar estrangulaciones en el tallo y la posterior muerte de las plantas.

En algunas localidades se emplea otro tipo de tutorados como el emparrado, el sistema en T, semiemparrado o mantel y el tutorado en A (Galindo y Gómez, 2010), pero independientemente del tipo de tutorado que se construya, la madera que se utilice debe provenir de fuentes sostenibles y por ningún motivo se deben talar bosques nativos, ya que esto iría en contra de uno de los principios de las BPA, que es la protección del medio ambiente.

7.5. Podas

La gulupa, al igual que las demás pasifloras que se cultivan en forma comercial, requiere de podas constantes para controlar su crecimiento, remover estructuras viejas y ramas improductivas, estimular la producción de nuevas ramas productivas y tener una arquitectura que permita el uso óptimo por parte de la planta de factores como la radiación fotosintéticamente activa, de importancia para sus procesos fisiológicos.

En los estados iniciales se deben eliminar las ramas laterales y "chupones", con el fin de dejar un único tallo que se va conduciendo hasta la parte superior de la espaldera. Es un error dejar todas las ramas, porque aunque al comienzo se obtiene mayor producción, a futuro esta será una planta con alto número de ramas pero la mayoría improductivas o con graves problemas fitosanitarios como roña y bacteriosis.

Una vez el tallo principal ha sobrepasado la altura de la cuerda superior, se debe despuntar para estimular la producción de brotes laterales que darán origen a ramas secundarias. Estas ramas son las que se soportan en los alambres de la espaldera, y una vez han alcanzado la longitud que les corresponde se despuntan para que no lleguen a entrecruzarse e interferir con las plantas vecinas. La longitud de estas ramas secundarias está determinada por la distancia de siembra, siendo la mitad de esta; por ejemplo, si se siembran las plantas cada 5 m, la longitud de cada rama secundaria deberá ser de 2,5 m para cada lado. De igual forma, el número de ramas secundarias se determina por el número de alambres de la espaldera, siendo de 2 por alambre, es decir, que si se emplean dos cuerdas de alambre se tendrán 4 ramas secundarias.

De las ramas secundarias emergen las ramas terciarias, sobre las cuales se concentra la producción. El sentido de producción de estas ramas es siempre desde la base hasta la punta de la misma, y por eso los primeros frutos que se cosechan son los de la base.

Todas las ramas de la gulupa presentan en cada nudo una hoja, un zarcillo, dos estípulas, una yema vegetativa y una yema reproductiva que posteriormente se convertirá en una flor la cual dará origen a un fruto (Angulo, 2009). Esto significa teóricamente que cada planta de gulupa tiene la capacidad de producir un fruto en cada nudo y que a cada fruto le correspondería una hoja que sería la responsable del llenado del mismo, pero esto no ocurre siempre debido a diferentes factores como aborto natural por la incapacidad de sostener todos los frutos o aborto inducido por falta de fertilización, exceso de precipitación y HR, falta de agua, exceso de sombrío, altas temperaturas, problemas fitosanitarios y deficiente polinización.

En las podas de producción se remueven ramas en donde ya se cosecharon frutos y por lo tanto son improductivas. Al cortar estas ramas se dejan uno o dos nudos en la base para estimular la aparición de una nueva rama productiva que reemplazará a la anterior, logrando mantener el mismo número de ramas y conservando la forma de la planta en cascada. Muchos productores no realizan esta poda de producción y esa es la razón por la cual se encuentran plantas con excesivo follaje y con gran cantidad de ramas improductivas o con pocos frutos en los ápices.

En otras ocasiones, esta poda se reemplaza por un deshoje severo, estimulando la emergencia de un nuevo brote en cada nudo y dando origen a nuevas ramas productivas. Sin embargo, no es conveniente hacer esto, ya que se ha observado que de una sola rama que había inicialmente pueden surgir 5 o hasta más, generando sobreproducción de ramas que cierran la planta y en consecuencia se

eleva la HR, se agravan los problemas fitosanitarios y/o se presentan altos abortos de flores o frutos por la incapacidad de sostenerlos a todos.

La poda sanitaria consiste en retirar todas las ramas, hojas y frutos enfermos y sacarlos del lote para eliminar gran parte de fuente de inóculo de distintos problemas fitosanitarios.

En la poda de renovación se cortan todas las ramas, dejando únicamente las ramas secundarias sobre los alambres del tutorado, lo cual se recomienda cuando la planta ha sufrido ataques severos de problemas como roña o cuando se ha perdido la arquitectura y la mayoría de las ramas no presentan producción.

Durante la labor de poda se debe hacer una desinfección de las tijeras o cualquier otra herramienta empleada con productos a base de yodo agrícola, amonios cuaternarios o hipoclorito de sodio para evitar propagar enfermedades entre plantas. Después de una poda general se recomienda hacer una aspersión con fungicidas y bactericidas para desinfectar los cortes y evitar la entrada de patógenos, así como fertilizantes edáficos y foliares para estimular la producción de los nuevos brotes.

7.6. Riego

La mayoría de cultivos de gulupa dependen de la precipitación para suplir sus requerimientos hídricos. Al emplear sistemas de riego se deben calcular las necesidades de agua del cultivo, basados en datos de precipitación de la zona, evapotranspiración, drenaje, estructura y porcentaje de humedad en el suelo (GlobalGAP, 2011a). Los sistemas de riego por goteo pueden ser eficientes para suministrar los requerimientos de agua en etapas iniciales de crecimiento, floración, llenado de fruto, fructificación y en etapas sucesivas cuando se realizan las podas de producción.

Para la implementación de sistemas de riego es necesario verificar que las aguas provengan de fuentes sostenibles con autorización de la autoridad competente y se debe hacer un análisis de riesgos en donde se tengan en cuenta todos los posibles contaminantes que puedan afectar la calidad de esa agua y la inocuidad del producto. Anualmente se debe realizar un análisis microbiológico por medio de un laboratorio con certificado ISO 17025, para asegurarse del cumplimiento de la legislación nacional que permite hasta un máximo de 5.000 ufc de coliformes totales y 1.000 ufc de coliformes fecales por 100 ml en el agua usada para riego (Ministerio de Salud, 1984). De igual manera, no se deben usar aguas residuales sin tratar, para evitar afectar la inocuidad del producto.

7.7. Nutrición

El efecto del manejo de la nutrición en plantas puede variar entre regiones, especies y cultivares (Monselise y Goren, 1987), pero es decisiva en la calidad de frutales tropicales; por ejemplo, aplicaciones de N y su combinación con P y K mejoran el sabor de la pulpa y aumentan el rendimiento, el peso de los frutos, el color, la firmeza, el contenido de vitamina C y los carotenoides (Radi *et al.*, 2003; Heiberg, 2002; Racsco *et al.*, 2005). El N en aplicaciones elevadas puede disminuir la firmeza (Tomala, 1999). Otros elementos como Ca la incrementan, reduciendo el daño poscosecha (Castellano *et al.*, 2006). Igualmente, el B, Cu, Fe y Zn influyen en la calidad de los frutos (Torres *et al.*, 2009).

Un manejo incorrecto de la nutrición puede generar un aporte inadecuado de elementos, provocando desórdenes nutricionales tales como deficiencias o toxicidades en las plantas (Taiz y Zeiger, 2006); así mismo, un exceso en la aplicación de nutrientes puede conllevar a la contaminación del suelo y cuerpos de agua, lo que llevará al detrimento del medio ambiente.

La carencia o deficiencia de nutrientes modifica el metabolismo en las plantas volviéndolas susceptibles a los ataques de enfermedades, insectos y al daño físico (Epstein, 1972), y afectando la calidad de todos sus órganos (hojas, frutos, semillas), lo que disminuye la rentabilidad de los cultivos e incrementa los costos de producción en controles curativos de plagas y enfermedades.

En Colombia, el manejo de la nutrición mineral y la sintomatología de las deficiencias para algunas pasifloras se realiza tomando como referencia la extracción de nutrientes del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), que en estado adulto en su orden extrae $N > K > Ca > S > Mg > P > Fe > B > Mn > Zn > Cu > Mo$ (Malavolta, citado por Ruggiero, 1980), y que durante el desarrollo de frutos requiere $K > N > Ca > P > Mg > S$ y micronutrientes $Fe > Mn > Zn > B > Cu > Mo$ (Fernández *et al.*, 1977). Con base en este conocimiento, el manejo de la nutrición se ha generalizado bajo la convicción de que como las pasifloras presentan similitudes morfológicas entonces la respuesta al manejo del cultivo debe ser semejante, incluyendo la fertilización de las plantas en los diferentes estados de desarrollo, lo cual es una gran equivocación.

Las deficiencias nutricionales se han descrito a nivel visual en plantas de maracuyá amarillo (Morales y Muller, 1976; 1977a; 1977b) y curuba (*Passiflora mollissima* Bailey) (Cabezas y Sánchez, 2008), y hasta el momento son una guía para su detección en otras pasifloras; sin embargo, se requiere generar las específicas para la

gulupa. Las deficiencias reportadas en maracuyá amarillo y curuba se describen a continuación:

Nitrógeno (N): clorosis moteada en hojas inferiores, posterior amarillamiento y secado, defoliación prematura y clorosis de otras hojas en forma ascendente, poco crecimiento de tallos y coloración rojiza de zarcillos con secado terminal.

Fósforo (P): coloración verde oscuro en hojas del tercio medio, en hojas inferiores manchas cloróticas con aspecto moteado en los espacios intervenales, al incrementarse la deficiencia las manchas se generalizan hasta el ápice y bordes de la lámina tornándose amarilla con posterior defoliación. En curuba se disminuye la brotación de yemas foliares al disminuir el proceso de división celular, afectando la expansión de las láminas foliares.

Potasio (K): clorosis tenue en hojas inferiores, con coloración marrón oscura en los bordes y manchas amarillas desde los ápices y márgenes. En estados severos de deficiencia se observa la unión de manchas amarillas con clorosis en toda la lámina, con pequeñas manchas necróticas en ápices y bordes, y posterior defoliación. Los zarcillos del tercio medio e inferior se secan, los del tercio superior se lignifican. En curuba se presentó reducción del tamaño de hojas, con bordes necrosados y lámina foliar coriácea.

Manganeso (Mn): manchas cloróticas en hojas jóvenes, apariencia de moteado intervenal, síntomas severos de deficiencia que muestran hojas amarillas, luego puntos blanquecinos y necróticos, posterior encorvamiento de bordes hacia abajo y deformación de zarcillos con necrosis.

Hierro (Fe): clorosis intervenal de hojas jóvenes con nervadura de color verde oscuro, las hojas más nuevas se tornan blanquecinas, incluyendo las nervaduras.

Boro (B): atrofiaamiento y luego necrosis de la yema terminal, bloqueando el desarrollo de la planta. Las hojas jóvenes poco desarrolladas se observan con clorosis, coriáceas y bordes ondulados, con cese de crecimiento.

Zinc (Zn): manchas blancuzcas con halo amarillento en hojas del tercio medio y superior. Daños severos muestran hojas amarillas con manchas necróticas, con borde ligeramente ondulado y poco desarrollo, láminas de forma puntiaguda. Reducción de la longitud de los entrenudos de las yemas terminales dando apariencia arrosetada.

Magnesio (Mg): clorosis intervenal moteada en hojas inferiores, en la carencia más aguda las manchas se unen comenzando por la base de la hoja, con posterior necrosis y defoliación, además de poco desarrollo de yemas laterales.

Calcio (Ca): necrosis de yemas terminales, clorosis intervenal en hojas jóvenes con nervadura verde, entorchamiento de bordes y aspecto coriáceo; los zarcillos del tercio superior se necrosan. En general, poco crecimiento de la planta y de yemas laterales.

Azufre (S): clorosis intervenal en hojas superiores, quedando delgadas franjas verdes al lado de las nervaduras; al acentuarse la deficiencia las hojas de yemas terminales no se desarrollan completamente, quedando más pequeñas con color amarillo.

En frutos el rajado se asocia a deficiencias (Bernal, 1994) de Ca, B y K (Fischer, 2005); el aborto floral y la deformación de frutos a la carencia de fósforo (Morales y Muller, 1976); y el desarrollo de algunas enfermedades al exceso en fertilizaciones nitrogenadas (Botero *et al.*, 2006).

En gulupa Benítez (2010) y Datnoff *et al.* (2007) mencionan que la disponibilidad de ciertas formas o la deficiencia de N y oligoelementos (Zn, Fe y B) pueden regular el desarrollo de enfermedades bacterianas. Sin embargo, esta información debe ser confirmada con estudios de nutrición vegetal (Galindo y Gómez, 2010).

Según información extraída de estudios ecofisiológicos realizados para el cultivo de gulupa en los municipios de Granada (2009) y Tena (2010) (Melgarejo *et al.*, 2010. Informes técnicos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural), se tienen datos sobre la nutrición suministrada tomando como referencia requerimientos de maracuyá amarillo. En los municipios de Granada y Tena se evaluaron dos cultivos de gulupa (Tabla 7.1), establecidos a 6 m entre plantas y 3 m entre surcos (densidad de siembra de 800 plantas/ha) en sistema de espaldera sencilla con dos alambres.

El análisis de suelo describió para Granada un suelo con exceso de Fe y bajo contenido de N, con deficiencia en P, K, Ca, Mg, S, Mn, Cu, Zn y B; su fertilización en gramos/planta fue con agrimins (101,4), DAP (140,6), KCl (187,1), MgSO₄ (62,4), triple 15 (200) y boro (94), más corrección del pH con cal dolomita. Se obtuvo producción de 346 kg de gulupa/100 plantas, para una producción de 3,46 kg/planta (Tabla 7.1) en el primer ciclo de producción.

En Tena el análisis definió un suelo moderadamente ácido (pH=5,5), con alta capacidad de intercambio catiónico (58,4), adecuados contenidos de K, Ca, B y S, contenidos medios de Zn, P, Mg y Fe, y contenidos bajos de Cu y Mn. Su fertilización en gramos/planta fue con KNO_3 (400), 10-20-20 (350), NH_4SO_4 (150), Mg quelato (dosis comercial), más corrección del pH con cal dolomita. Se obtuvo una producción de 385 kg de gulupa/100 plantas (Tabla 7.1) para una producción de 3,85 kg/planta en el primer ciclo de producción.

La tendencia en ambos municipios es que la producción se incrementa por la posterior formación de nuevas ramas con potenciales yemas florales y frutos, como respuesta al manejo de podas y la nutrición.

Tabla 7.1. Información sobre número de plantas sembradas, suelo y producción en dos cultivos de gulupa (*Passiflora edulis* Sims) en Granada (2009) y Tena (2010).

Municipio	Plantas	Tipo de suelo	pH del suelo	CIC del suelo	Producción de frutos (kg/planta)
Granada	100	F	5,4	37,7	3,46
Tena	100	FA	5,5	58,4	3,85

Los requerimientos nutricionales de la gulupa no se conocen (Galindo y Gómez, 2010), y aunque su nutrición se efectúa sobre la información del maracuyá amarillo, se hace necesario determinar la sintomatología de sus deficiencias y el efecto de la nutrición controlada con el fin de fortalecer el conocimiento de la especie.

7.8. Manejo integrado de plagas y enfermedades

La versión 4,0 de la norma GlobalGAP hace especial énfasis en el manejo integrado de plagas (MIP), el cual es definido como la "Cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles de control de plagas y una integración posterior de las medidas adecuadas para evitar su proliferación, manteniendo el uso de plaguicidas y otros tipos de intervención en niveles económicamente justificables para reducir o minimizar los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. El MIP hace énfasis en la producción de un cultivo sano con la mínima alteración posible de los ecosistemas agrícolas y fomenta el uso de mecanismos naturales de control de plagas" (GlobalGAP, 2011b).

De acuerdo con esta definición, el MIP requiere una planificación detallada realizada por un profesional competente con ayuda del productor, en donde se

tengan en cuenta todas las técnicas y herramientas de manejo disponibles, ajustadas a las condiciones reales (socioeconómicas, ambientales, etc.) del productor, la zona de producción, el cultivo y la unidad de gestión de producción. Es decir, un plan MIP solo es aplicable para unas condiciones particulares y siempre se debe ajustar al contexto real en que se desarrolle la producción (Guerrero-López y Hoyos-Carvajal, 2011).

El MIP se basa en tres pilares fundamentales, que son: prevención, monitoreo y control e intervención de enfermedades, malas hierbas y artrópodos plaga (GlobalGAP, 2011b).

Prevención: se deben adoptar métodos de cultivo que reduzcan la incidencia e intensidad de ataques de plagas y enfermedades, para reducir por lo tanto también la necesidad de intervención (GlobalGAP, 2011b).

Monitoreo y control: se debe hacer una inspección sistemática del cultivo y sus alrededores para detectar la presencia, el estado y la intensidad del desarrollo de las plagas, enfermedades y malas hierbas. Esta actividad alerta al productor sobre su presencia y nivel, y le permitirá decidir sobre cuál es la intervención más apropiada a la situación. Es importante llevar un registro de los datos de monitoreo (GlobalGAP, 2011b).

Intervención: cuando los controles indican que se ha sobrepasado un umbral de intervención por plagas y enfermedades, pueden emplearse distintas técnicas de MIP para prevenir impactos económicos en los cultivos o que la plaga/enfermedad se extienda a otros cultivos. Se debe dar prioridad a los métodos preventivos y no químicos con el fin de reducir el riesgo para las personas y el medio ambiente, siempre y cuando estos métodos sean efectivos. Si los controles posteriores indican que estas medidas son insuficientes, puede considerarse el uso de productos fitosanitarios, pero en estos casos debe optarse por pesticidas selectivos que sean compatibles con las técnicas de MIP (GlobalGAP, 2011b).

Para tener éxito en la implementación de un plan MIP, el productor debe contar con cierta información básica, como por ejemplo los listados de las plagas, enfermedades y malas hierbas relevantes en el cultivo de gulupa para esa área específica, las diferentes etapas de su ciclo biológico y el de sus enemigos naturales, las condiciones climáticas óptimas para su desarrollo, fotos de los síntomas en la planta y de sus diferentes estadios, niveles de daños económicos y umbrales de acción. De igual forma, se debe tener información acerca de las posibles estrategias, métodos y productos para controlarlos (lista de los pesticidas que pueden aplicarse legal-

mente contra las plagas, enfermedades y malas hierbas relevantes en el cultivo objetivo, el grupo químico, modo y mecanismo de acción, estrategias antirresistencia, la vía de contacto, dosis, niveles máximos de residuos (LMR) en el propio país y en los países de exportación, períodos de carencia y plazos de reentrada, número máximo de aplicaciones por ciclo o año, selectividad para los enemigos naturales y los polinizadores). Cuando se empleen otros métodos de protección, se debe disponer de información similar y adicionalmente todo el personal que participe en el plan MIP de la finca debe tener formación y capacitación en estos temas.

Dada la importancia de los polinizadores en gulupa, se recomienda que cuando se realicen aplicaciones de agroquímicos se haga en horas distintas a su actividad (Angel *et al.*, 2011).

7.9. Principales problemas fitosanitarios

La expansión del área cultivada de gulupa y el interés que ha despertado entre productores y consumidores han llevado a realizar observaciones sobre los diferentes patógenos y plagas que atacan este cultivo, dentro de los cuales se encuentran la secadera, virosis, bacteriosis, roña, nematodos, trips, ácaros y mosca del ovario, entre otros.

A continuación se describen los problemas fitosanitarios más limitantes y sus agentes causales conocidos hasta ahora y que han sido observados en cultivos establecidos en las zonas productoras de Colombia. Las herramientas de manejo que se deben implementar para su control son específicas para cada problema, aunque hay actividades comunes que se realizan dentro de las categorías de prevención, monitoreo y control e intervención (Guerrero-López y Hoyos-Carvajal, 2011). Hay que tener en cuenta que las actividades de prevención, monitoreo y control son las más importantes, debido a que muchos de los problemas aquí expuestos no tienen actividades de intervención eficaces hasta el momento.

Secadera (*Fusarium solani* y *Fusarium oxysporum*): las plantas afectadas muestran disminución del crecimiento, clorosis general, caída de hojas, deshidratación de frutos y finalmente necrosis y muerte total de la planta (Ortiz y Hoyos-Carvajal, 2010; Fischer y Rezende, 2008; Capítulo 5 del presente libro).

Roña (*Cladosporium* spp.): este hongo ataca hojas, tallos, flores y frutos en estados iniciales de desarrollo. En frutos se inicia con la formación de pequeñas manchas circulares con bordes definidos y termina con la formación de lesiones corchosas de color café claro que afectan la calidad externa de los frutos (Pinto

et al., 2003). En hojas se presentan pequeñas manchas circulares, causando finalmente el desprendimiento del tejido muerto en el centro de la lesión (Quiroga et al., 2010a). En tallos y zarcillos las lesiones son más alargadas y de color café rojizo y pueden causar la muerte de ápices y ramas completas (Fischer y Rezende, 2008).

Bacteriosis o mancha de aceite (Xanthomonas axonopodis): de acuerdo con Benítez y Hoyos-Carvajal (2009), la sintomatología de esta enfermedad es bastante diversa, afectando hojas, tallos y frutos, y se ha agrupado en 8 tipos, dentro de los que se encuentran manchas foliares amarillas en forma de "V", manchas foliares punteadas o concéntricas, manchas foliares necróticas con exudado aceitoso, lesiones necróticas en tallos con halos aceitosos, manchas aceitosas superficiales en frutos, lesiones con exudado aceitoso en frutos, lesiones elevadas con halo aceitoso y lesiones necróticas extendidas que en estado avanzado presentan gran cantidad de exudado aceitoso. La enfermedad es más severa a altas condiciones de temperatura y humedad relativa.

Virosis (Soybean Mosaic Virus (SMV) y Cucumber Mosaic Cucumo virus (CMV)): en Colombia, *Soybean Mosaic Virus (SMV)* y *Cucumber Mosaic Cucumo virus (CMV)* se han detectado como agentes causales de virosis en cultivos de gulupa (Camelo y Oliveros, 2010). Esta es una de las enfermedades más limitantes que está afectando la producción de gulupa, ya que los síntomas más severos se presenta en frutos, deteriorando la calidad de los mismos, y solo existen medidas de control preventivas para su manejo. Estos virus se expresan en la planta mediante gran variedad de síntomas, que incluyen islas verdes en frutos maduros, manchas anulares en frutos maduros, deformación, protuberancias o "mapeo" en frutos, deformación foliar, mosaicos, clorosis y verrugosis en hojas (Camelo y Oliveros, 2010; Rigden y Newett, 2005; Fischer y Rezende, 2008).

Nematodos: se han encontrado los géneros *Meloidogyne* sp., *Helicotylenchus* sp., *Criconemella* sp., *Xiphinema* sp. y *Longidorus* sp. afectando los cultivos de gulupa en la región del Sumapaz, en el departamento de Cundinamarca (Moya y García, 2010). Estos nematodos son endoparásitos sedentarios que atacan y se alimentan de las raíces de las plantas en cualquier estado de desarrollo, causando amarillamiento, detención del crecimiento y marchitamiento generalizado en las plantas atacadas, ya que las raíces van perdiendo su funcionalidad. El género *Meloidogyne* ataca las raíces produciendo nódulos en los lugares afectados, lo que impide la absorción de agua y nutrientes (Fischer y Rezende, 2008).

Trips (Frankliniella occidentalis y Thrips tabaci): atacan preferencialmente brotes jóvenes, estructuras florales y frutos. En los puntos de crecimiento ocasionan

encrespamiento y deformación de los folíolos, así como detención del crecimiento de las plantas (Mora y Benavides, 2009). El daño principal se produce en los botones florales, en donde producen picaduras y raspaduras de las estructuras reproductivas, ocasionando necrosamientos y entrada de patógenos. Además, en frutos inmaduros se observan deformaciones debido al daño mecánico producido durante su etapa de crecimiento y desarrollo. En frutos desarrollados se observan cicatrices y escoriaciones distribuidas en la superficie, haciéndolos inaceptables para el mercado tipo exportación (Mora y Benavides, 2009). Los trips son uno de los principales vectores de virus (Franco y Zuleta, 2006).

Mosca del ovario (Dasiops sp.): estas especies representan gran impacto económico debido al daño y las pérdidas causadas al cultivo, las cuales en casos severos pueden ser de más del 50%. Los daños 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 frutos, se presentan arrugamientos progresivos dependiendo del número de larvas presentes al interior de los mismos. Finalmente, se presenta la caída prematura de frutos (Mora y Benavides, 2009).

Ácaros (Tetranychus urticae): los daños son ocasionados tanto por las formas inmaduras como por los adultos móviles que se ubican en el envés de las hojas más viejas. Al succionar los tejidos de las hojas causan zonas de coloración amarillo grisáceo a lo largo de las nervaduras del haz, dando a las hojas un aspecto "bronceado". En ataques severos pueden causar la defoliación de la planta. En frutos producen escoriaciones de coloración café en la epidermis, debido a la acción raspadora chupadora, especialmente en zonas cercanas a la inserción con el pedúnculo.

7.10. Cultivo protegido

Debido a los serios problemas fitosanitarios que afectan el cultivo de gulupa en la mayoría de las zonas productoras como consecuencia de la alta y constante humedad relativa y precipitación, los productores por iniciativa propia en varias regiones del país han optado por cultivar la gulupa bajo techo, instalando coberturas plásticas con el fin de cubrir las plantas y evitar que el follaje permanezca húmedo y que el agua sirva como medio de dispersión de los diferentes agentes causales de enfermedades.

Esta técnica de cultivo protegido surgió en épocas recientes en municipios tradicionalmente productores como Cabrera, Venecia, Granada (Cundinamarca), así como en Jardín y Amagá (Antioquia) y últimamente en la sabana de Bogotá.

Existen dos variantes de cultivo protegido: la primera es la de usar tiras de plástico para cubrir cada uno de los surcos del cultivo, dejando descubiertas las calles del mismo con el fin de aprovechar el agua lluvia como riego natural entre las calles. Esta opción es usada en zonas que presentan una altitud comprendida entre los 1.800 y 2.200 msnm, y condiciones agroecológicamente óptimas para el desarrollo del frutal.

La segunda variante, más reciente, es la de cultivar la gulupa totalmente bajo invernadero. Esto implica que se debe contar con algún sistema de riego y se deben manejar condiciones ambientales cercanas a la de sitios tradicionalmente cultivadores de gulupa, como por ejemplo Granada, en Cundinamarca (Tabla 1.3 del Capítulo 1 del presente libro). El sistema de cultivo bajo invernadero se usa en zonas frías marginales de producción como la sabana de Bogotá, a 2.600 msnm; sin embargo, dentro de estos invernaderos se alcanza una temperatura promedio de 22,7 °C y una humedad relativa promedio de 66,71%, lo cual indica que es necesario el control de variables ambientales por medio de sistemas de automatización que permitan mantener dichas variables en los rangos encontrados en campo (Tabla 1.3 del Capítulo 1 del presente libro).

Observaciones realizadas en los dos sistemas indican que la incidencia y severidad de problemas como roña causada por *Cladosporium* sp. y mancha de aceite causada por *X. axonopodis* es mucho menor que en cultivos a campo abierto.

La producción de gulupa en forma protegida hasta ahora tiene gran potencial desde el punto de vista fitosanitario y productivo, pero al igual que en un cultivo a campo abierto se requiere realizar manejo integrado y labores culturales anteriormente mencionadas.

Una ventaja de producir gulupa a 2.600 msnm es la ausencia y ataque por la mosca del ovario (*Dasiops* sp.) y la baja incidencia de otro tipo de plagas; aunque en la sabana de Bogotá existe la desventaja de la alta presencia de trips que pueden afectar brotes terminales, así como flores y frutos.

Cuando se establecen cultivos bajo cubiertas plásticas, algunas veces se puede ver afectada la polinización natural por falta de insectos polinizadores dentro del invernadero, pero experiencias de producción en invernadero en la sabana de Bogotá indican que este no es un problema restrictivo y que incluso se podría realizar polinización artificial.

Los costos del cultivo se incrementan con el sistema de coberturas, pero la inversión se retribuye a largo plazo por el bajo uso de agroquímicos y por disminuir la frecuencia de aplicaciones fitosanitarias, lo que también disminuye el uso de mano de obra.

En cuanto a calidad de los frutos, Guerrero *et al.* (resultados no publicados) realizaron un estudio de un cultivo de gulupa bajo invernadero en la sabana de Bogotá. Se hizo manejo de podas, fertilización y suministro de láminas de agua. Las plantas presentaron desarrollo normal de crecimiento, floración y fructificación apta para cosecha y comercialización; adicionalmente, exhibieron estados simultáneos de floración y fructificación, comportamiento similar a las de cultivos en campo abierto.

El análisis de calidad de frutos provenientes de invernadero incluyó parámetros físicos y químicos. Un aspecto notable fue que los frutos maduros presentaron menor diámetro ecuatorial (4,43 cm) y longitudinal (4,64 cm), además de menor peso fresco (34,48 g) comparado con los frutos de cultivos a libre exposición en Tena y Granada (Tabla 7.2).

Tabla 7.2. Características fisicoquímicas de frutos de gulupa cultivados en Granada y Tena; se presentan promedios.

ESTADO DE MADUREZ	DIÁMETRO (cm)		PESO FRESCO (g)	CALIDAD	
	Ecuatorial	Longitudinal		pH	°Brix
70%-80% color púrpura de la cáscara	5,5	5,9	55	2,51	12,6

Los valores de pH entre 2,58 y 2,79 son cercanos a los reportados (Díaz *et al.*, 2011; Jiménez *et al.*, 2011) y a los producidos a campo abierto en Granada y Tena (Tabla 7.2), y Chía (Cundinamarca) (Capítulo 3 del presente libro). Los grados Brix de los frutos producidos bajo invernadero fueron de 15,18, ligeramente mayor a los producidos a campo abierto en Granada y Tena (Tabla 7.2).

Estos resultados sugieren que la calidad de los frutos cultivados en invernadero tiene gran potencial para ser comercializados; sin embargo, se requiere realizar labores culturales, tecnificación del cultivo y mantener rango de variables ambientales cercanas a las observadas en campo para Granada (Apartado 1.1 y Tabla 1.3 del Capítulo 1 del presente libro), con el fin de maximizar el tamaño y peso de los frutos que se requiere para el mercado.

LITERATURA CITADA

- Ángel-Coca, C.; Nates-Parra, G.; Ospina-Torres, R.; Melo, C. (2011). *Biología floral y reproductiva de la gulupa Passiflora edulis Sims F. edulis*. *Caldas* 33(2): 413-431.
- Angulo, C. R. (2009). *Gulupa (Passiflora edulis var. edulis Sims.)*. Bogotá: Bayer Crop Science. 28 pp.
- Benítez, S. V.; Hoyos-Carvajal, L. (2009). *Sintomatología asociada a bacteriosis en zonas productoras de gulupa (Passiflora edulis Sims.) en Colombia*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 3(2): 276-280.
- Benítez, S. V. (2010). *Caracterización del agente etiológico de la enfermedad denominada "mancha de aceite" en cultivos de gulupa (Passiflora edulis Sims) en zonas productoras de Colombia*. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- Bernal, J. A. (1994). *El cultivo de la granadilla (Passiflora ligularis) en Colombia*. En: *Curso Regional de Actualización en Frutas Tropicales*, ponencia: El cultivo de la Granadilla en memorias. pp.183-197.
- Botero, M. J.; Ramírez, M. C.; Castaño, J. (2006). *Determinación del período de incubación de Xanthomonas campestris v. passiflorae. Agente causante de la bacteriosis del maracuyá (Passiflora edulis var. Flavicarpa Degener)*. Resumen de investigación. Fitotecnia. N° 107 Fitopatología. Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía. Departamento de Fitotecnia.
- Cabezas, M.; Sánchez, C. A. (2008). *Efecto de las deficiencias nutricionales en la distribución de la materia seca en plantas de vivero de curuba (Passiflora mollissima Bailey)*. *Agronomía Colombiana*. 26(2): 197-204.
- Camelo, V.; Oliveros, O. (2010). *Enfermedades de la gulupa – Virus*. En: *Avances del grupo de investigación en gulupa*. Bogotá: Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia.
- Castellano, G.; Quijada, O.; Ramírez, R.; Sayago, E. (2006). *Efecto de la fertilización con Calcio y el estado de madurez sobre la calidad de la fruta de guayaba (Psidium guajava L.)*. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 7(2): 109-113.
- Datnoff, L. E.; Elmer, W. H.; Huber, D. M. (2007). *Mineral Nutrition and Plant Disease*. St. Paul, Minnesota, U.S.A.: The American Phytopathological Society (APS). 1ra Ed. 278 pp.
- Díaz, R. O.; Moreno, L.; Pinilla, R.; Melgarejo, L. M.; Martínez, O.; Hernández, S.; Fernández-Trujillo, J. P. *Postharvest behavior of purple passion fruit in Xtend® bags during low temperature storage*. Aceptado en prensa 2011. *Acta Horticulturae*.
- Epstein, E. (1972). *Mineral nutrition of plants, principles and perspectives*. New York: Wiley. 412 pp.
- Fernandes, P. D.; Oliveira, G. D.; Ruggeiro, C.; Ilagg, I. P. (1977). *Extracao de nutrientes durante o desenvolvimento do fruto do maracujazeiro amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa)*. *O Solo*. 69(1): 16-21.
- Fischer, G. (2005). *El problema del rajado del fruto de uchuva y su posible control*. pp. 55-82. En: Fischer, G.; Miranda, D.; Piedrahita, W.; Romero, J. (Eds.). *Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.) en Colombia*. Bogotá: Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia.
- Fischer, I.; Rezende, J. (2008). *Diseases of Passion Flower (Passiflora spp.)*. *Pest Technology*. 2(1): 1-19.
- Franco, F.; Zuleta, J. (2006). *Guía de campo para el manejo de plagas y enfermedades en granadilla*. Proyecto: 'Innovación Tecnológica en Frutales de Clima Frio Moderado bajo el Contexto de la Producción Limpia y las Buenas Prácticas Agrícolas'. Santa Rosa de Cabal, Colombia: Unisarc: Sena. 16 pp.
- Galindo, J. R.; Gómez, S. (2010). *Gulupa (Passiflora edulis Sims) producción y manejo poscosecha*. Corredor tecnológico agroindustrial. Cámara de comercio de Bogotá. 110 pp.

- GlobalGAP. (2011a). *Puntos de control y criterios de cumplimiento. Aseguramiento integrado de fincas - Módulo base para todo tipo de explotación agropecuaria*. Versión 4.0 de marzo de 2011. En GlobalGAP, <http://www.globalgap.org>. Consulta: noviembre de 2011.
- GlobalGAP. (2011b). *Puntos de control y criterios de cumplimiento. Aseguramiento integrado de fincas - Módulo base para cultivos*. Versión 4.0 de marzo de 2011. En GlobalGAP, <http://www.globalgap.org>. Consulta: noviembre de 2011.
- Guerrero-López, E.; Hoyos-Carvajal, L. (2011). *Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) con énfasis en el manejo integrado de plagas y enfermedades de gulupa (Passiflora edulis Sims)*. Universidad Nacional de Colombia, MADR y Fondo de Fomento Hortifrutícola. 43 pp.
- Guerrero-López, E.; Pedraza, C.; Potosí-Guampe, C.; Melgarejo, L. M.; Hoyos-Carvajal, L. *Producción de gulupa (Passiflora edulis Sims) en cultivo protegido en la sabana de Bogotá, Colombia*. (No publicado).
- Heiberg, N. (2002). *Effect of vegetation control and nitrogen fertilization in red raspberry*. Acta Horticulturae. 2(585): 579-583.
- Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. (2009). Resolución 3180 de 2009. "Por la cual se establecen los requisitos y procedimientos para la producción y distribución de material de propagación de frutales en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones".
- Jiménez, A. M.; Sierra, C. A.; Rodríguez-Pulido, F. J.; González-Miret, M. L.; Heredia, F. J.; Osorio, C. (2011). *Physicochemical characterisation of gulupa (Passiflora edulis Sims) fruit from Colombia during the ripening*. Food Research International. 44: 1912-1918.
- Ministerio de Salud. (1984). Decreto 1594 de 1984, "por el cual se reglamenta el uso del agua y residuos líquidos".
- Monselise, S. P.; Goren, R. (1987). *Preharvest growing conditions and postharvest behavior of subtropical and temperate-zone fruits*. HortScience. 22: 1185-1189.
- Mora, H.; Benavides, M. (2009). *Plagas de importancia económica asociadas a las pasifloráceas y su manejo en Colombia*. pp. 245-265. En: Miranda, D.; Fischer, G.; Carranza, C.; Magnitskiy, S.; Casierra, F.; Piedrahíta, W.; Flórez, L. (Eds.). *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba*. Bogotá, Colombia: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Morales, A.; Muller, L. E. (1976). *Alteraciones producidas en maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa) por deficiencias de N, P y K*. Revista Turrialba (IICA). 26(4): 328-331.
- Morales, A.; Muller, L. E. (1977a). *Alteraciones en el maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa) por deficiencias de Mn, Fe, B y Zn*. Revista Turrialba (IICA). 27(2): 163-168.
- Morales, A.; Muller, L. E. (1977b). *Alteraciones producidas en el maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa) por deficiencias de Mg, Ca y Zn*. Revista Turrialba (IICA). 27(3): 221-225.
- Moya, J.; García, C. (2010). *Determinación de la incidencia e identificación de nematodos fitoparásitos en un cultivo comercial de gulupa (Passiflora edulis Sims)*. Trabajo de grado para optar al título de ingeniero agrónomo. Universidad de Cundinamarca.
- Nakasone, H.; Paull, R. (1998). *Passion-fruit*. pp. 270-291. En: Nakasone, H.; Paull, R. *Tropical Fruits*. Wallingford, U.K.: Editorial CAB International.
- Orjuela-Baquero, N. M.; Campos Alba, S. M.; Sánchez Nieves, J.; Melgarejo, L. M.; Hernández, M. S. (2011a). *Manual de manejo poscosecha de la gulupa (Passiflora edulis Sims)*. Capítulo 1, pp. 7-22. En: Melgarejo, L. M.; Hernández, M. S. (Eds.). *Poscosecha de la gulupa Passiflora edulis Sims*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 58 pp.
- Orjuela-Baquero, N. M.; Moreno-Chacón, L.; Hernández, M. S.; Melgarejo, L. M. (2011b). *Caracterización fisicoquímica de frutos de gulupa (Passiflora edulis Sims) bajo condiciones de almacenamiento*. Capítulo 3, pp. 33-44. En: Melgarejo, L. M.; Hernández, M. S. (Eds.). *Poscosecha de la gulupa Passiflora edulis Sims*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 58 pp.

- Ortiz, E.; Hoyos-Carvajal, L. (2010). *Secadera: agentes causales y sintomatología en gulupa (Passiflora edulis Sims)*. pp. 101. En: Memorias 1 Congreso Latinoamericano de Pasiflora. Neiva, Colombia.
- Pérez, L. V.; Melgarejo, L. M. *Ecophysiological characterisation of the purple passion fruit plant (Passiflora edulis Sims) in three areas of the Colombia Andes*. Sometido a publicación in *Acta Horticulturae*, 2011.
- Pinto, F.; Oliveira, F.; Cardoso, J.; Vidal, J. (2003). *Principais Doenças do Maracujazeiro na Região Nordeste e seu Controle*. Brasil: Embrapa. Comunicado Técnico 86.
- Pinzón, I.; Fischer, G.; Corredor, G. (2007). *Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (Passiflora edulis Sims)*. *Agronomía Colombiana* 25: 83-95.
- Racsco, J.; Szabo, Z.; Nyéki, J. (2005). *Effect of nutrient supply on fruit quality of apple (Malus domestica Borkh.)*. *Journal of Central European Agriculture*. 6: 35-42.
- Radi, M.; Mahrouz, M.; Jaouad, A.; Amiot, M. J. (2003). *Influence of fertilization (NPK) on the quality of apricot fruit (cv. Canino): The effect of nitrogen supply*. *Agronomie*. 23: 737-774.
- Rigden, P.; Newett, S. (2005). *Passionfruit problem solver field guide*. Queensland, Australia: National library of Australia cataloguing in publication. 119 pp.
- Ruggiero, C. (1980). *Cultura do maracujazeiro Fcav, Jaboticabal, Brasil*. pp. 47-77.
- Taiz, L.; Zeiger, E. (2006). *Plant physiology*. Sunderland, Massachusetts: 2nd ed. Sinauer Associates. 764 pp.
- Tomala, K. (1999). *Orchard factors affecting fruit storage quality and prediction of harvest date of apples*. *Acta Horticulture*. 485: 373-382.
- Torres, P.; Aular, J.; Rengel, M.; Montaña, J.; Rodríguez, Y. (2009). *Correlación entre la calidad de la fruta del naranjo y los micronutrientes considerando el balance de los nutrientes a través de relaciones binarias*. *Revista UDO Agrícola*. 9(1): 29-34.