



CORREDOR  
TECNOLÓGICO  
AGROINDUSTRIAL  
BOGOTÁ Y CUNDINAMARCA

**CAMARA**  
DE COMERCIO DE BOGOTÁ

Por nuestra sociedad

57094

# Granadilla

*(Passiflora ligularis Juss)*

PRODUCCIÓN Y MANEJO  
POSCOSECHA



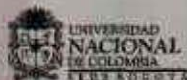
22865



22865

BIBLIOTECA NACIONAL DE COLOMBIA

30 ENE. 2011



# Granadilla

*(Passiflora ligularis Juss)*

## PRODUCCIÓN Y MANEJO POSCOSECHA

Julio Ricardo Galindo Pacheco - I.A. Ph.D.  
Manuel Fernando Mazorra Agudelo - I.A.

DICIEMBRE DE 2010



Galindo Pacheco, Julio Ricardo; Mazorra Agudelo, Manuel Fernando / Granadilla ( *Passiflora ligularis* Juss ) producción y manejo poscosecha. Colombia. Corredor Tecnológico Agroindustrial, Cámara de Comercio de Bogotá. 2010. 84 p.

Palabras clave: MÉTODOS DE PROPAGACIÓN, PRÁCTICAS DE CULTIVO, MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS, MANEJO DEL RIEGO, MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN, INFRAESTRUCTURA PARA COSECHA Y POSCOSECHA, COSTOS DE PRODUCCIÓN.



PROYECTO DE COOPERACIÓN DE DESARROLLO, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA  
EN EL MARCO DE LA ESTRATEGIA AGROINDUSTRIAL DE BOGOTÁ Y CUNDINAMARCA

© Corredor Tecnológico Agroindustrial  
Cámara de Comercio de Bogotá  
Universidad Nacional de Colombia

ISBN: 978-958-719-650-4  
Primera edición: Diciembre de 2010  
Tiraje: 300 ejemplares

Producción editorial:  
Diagramación, impresión y encuadernación



[www.produmedios.org](http://www.produmedios.org)

Diseño: *Dannhite*

Corrección de estilo: Susana Nivia Gil

Impreso en Colombia  
Printed in Colombia

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA - BAC	
Compra <input type="checkbox"/>	Donación <input type="checkbox"/>
Canje <input type="checkbox"/>	Deposito Legal <input checked="" type="checkbox"/>
Procedencia: <b>CORPOICA</b>	
Fecha: <b>0 ENE. 2011</b>	<b>\$25.000</b>



---

PROYECTO DE COOPERACIÓN DE DESARROLLO, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA  
EN EL MARCO DE LA ESTRATEGIA AGROINDUSTRIAL DE BOGOTÁ Y CUNDINAMARCA

Directora

CARMEN ROSA BONILLA CORREA - I.A., M.Sc.

Profesora Asociada - Facultad de Agronomía - Universidad Nacional de Colombia

Coordinador Área Frutales

JULIO RICARDO GALINDO PACHECO - I.A., Ph.D. - CORPOICA

Profesional Especialista Cultivo de Granadilla

MANUEL FERNANDO MAZORRA AGUDELO - I.A.

COLABORADORES

MIGUEL ÁNGEL VALENZUELA MAHECHA - I. Agr. M.Sc.  
Especialista en Poscosecha e Infraestructura

GUILLERMO ALFREDO PAREDES ZAMBRANO - Economista M.Sc.  
Economía Agraria

LEONARDO MATEUS - I. Agr.  
Asesor Documental

DIANA MILENA VELÁSQUEZ - I. Ind.  
Asesora MEGA, Cámara de Comercio de Bogotá

JUAN CARLOS LESMES SUÁREZ - I. Agr.  
Coordinador Técnico-Administrativo

ADRIÁN ARMANDO DÍAZ BELTRÁN  
Estudiante I.A., Auxiliar de Campo



---

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
Moisés Wasserman Lerner  
Rector

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE (SENA)  
Darío Montoya Mejía  
Director General

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA (CORPOICA)  
Juan Lucas Restrepo Ibiza  
Director Ejecutivo

CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ (CCB)  
Consuelo Caldas Cano  
Presidenta Ejecutiva

María Isabel Agudelo Valencia  
Vicepresidenta de Competitividad Empresarial

COMITÉ DIRECTIVO DEL CORREDOR TECNOLÓGICO AGROINDUSTRIAL  
Jesús Alberto Villamil Marta, Director Ejecutivo  
Claudia Marcela Fonseca, representante Universidad Nacional de Colombia  
Guillermo Ricardo Vargas, representante SENA  
Diego Aristizabal, representante CORPOICA

COMITÉ TÉCNICO DEL CORREDOR TECNOLÓGICO AGROINDUSTRIAL  
Gonzalo Mejía Ortega, Decano Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Iván Alonso Montoya R., Decano Facultad de Agronomía, UNAL  
Jaime Salazar, Delegado Decano Facultad de Ingeniería, UNAL  
Carlos Alberto Herrera Heredia, delegado CORPOICA  
Gustavo Octavio García Gómez, delegado CORPOICA  
Germán David Sánchez León, delegado CORPOICA  
Fabio Quimbaya Piña, delegado SENA  
Rafael Flórez Faura, delegado SENA

## PRESENTACIÓN

El Corredor Tecnológico Agroindustrial (CTA) es una iniciativa de la Universidad Nacional de Colombia, Corpoica y el Sena, a través de la cual se disponen recursos humanos y financieros para apoyar actividades de innovación, desarrollo y transferencia tecnológica para las cadenas hortícola, frutícola, aromática y láctea, en alianza con productores y empresarios de la región.

El Corredor Tecnológico Agroindustrial y el Modelo Empresarial de Gestión Agroindustrial -MEGA-, liderado por la Cámara de Comercio de Bogotá -CCB- firmaron el convenio de cooperación 4600002611/2008 para el desarrollo del proyecto "Cooperación de desarrollo, innovación y transferencia tecnológica en el marco de la estrategia agroindustrial de Bogotá y Cundinamarca".

Uno de los objetivos del proyecto fue la elaboración de documentos técnicos que contribuyan al mejoramiento de la competitividad de los empresarios de la región, a través de la incorporación de mejores prácticas de producción y el cumplimiento de la normatividad de los mercados nacionales e internacionales.

Como resultado, se presenta este documento que integra tanto el conocimiento de las tecnologías actualmente utilizadas en los sistemas productivos en el departamento de Cundinamarca como una revisión de literatura sobre el tema. La tecnología regional se levantó mediante estudios de caso en diez unidades productivas representativas del cultivo en la región. A cada una de las unidades productivas se les realizó un estudio detallado de la tecnología aplicada a lo largo del desarrollo del cultivo, por medio de visitas periódicas. En éstas se recolectó la información sobre prácticas de cultivo, manejo del agua y fertilización, manejo fitosanitario, manejo cosecha y poscosecha y costos de producción. Simultáneamente se aplicaron sistemas de monitoreo de los principales problemas fitosanitarios limitantes y se complementaron con identificación de invertebrados plaga y microorganismos patógenos, cuando se consideró indispensable. Adicionalmente se realizaron análisis de laboratorio de suelos, análisis físico-químico del agua, análisis microbiológico de aguas y límite máximo de residuos (LMR).

Con la información anterior, se escribió el presente documento, el cual fue analizado en mesas de trabajo conjuntas con técnicos y productores y revisado por expertos en el cultivo y en las diferentes áreas de la agronomía.



# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
1. GENERALIDADES DEL CULTIVO	15
1.1. ORIGEN Y DISPERSIÓN	15
1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	15
1.2.1. Clasificación taxonómica	15
1.2.2. Descripción botánica	16
1.2.3. Estados fenológicos del cultivo	17
1.3. PROPIEDADES Y VALOR NUTRITIVO	17
1.4. ECOFISIOLOGÍA	19
1.4.1. Altitud	19
1.4.2. Temperatura	19
1.4.3. Radiación solar y luminosidad	20
1.4.4. Precipitación	20
1.4.5. Humedad relativa	20
1.4.6. Vientos	21
1.4.7. Suelos	21
2. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE GRANADILLA	23
2.1. PRÁCTICAS DE CULTIVO	23
2.1.1. Preparación del lote	23
2.1.2. Distancias de siembra	24
2.1.3. Propagación	24
2.1.4. Trasplante	28
2.2. SISTEMAS DE SOPORTE	29
2.3. PODAS Y LABORES COMPLEMENTARIAS	30
2.3.1. Poda de formación	32
2.3.2. Poda de producción y mantenimiento	33
2.3.3. Poda de renovación	33

2.4. MANEJO HÍDRICO	34
2.4.1. Riego por goteo	35
2.4.2. Riego por microaspersión	38
2.5. MANEJO DE LA NUTRICIÓN	40
2.6. MANEJO FITOSANITARIO	43
2.6.1. Enfermedades	43
2.6.2. Plagas	49
2.6.3. Manejo de arvenses	55
3. COSECHA Y POSCOSECHA	57
3.1. COSECHA	57
3.1.1. Transporte	59
3.2. RAYADO DE FRUTOS	60
3.3. POSCOSECHA	61
3.3.1. Selección	61
3.3.2. Clasificación de la granadilla	62
3.3.3. Empaque	63
3.3.4. Condiciones de almacenamiento para la conservación de los frutos	64
3.3.5. Transporte	64
3.3.6. Infraestructura	64
4. COSTOS DE PRODUCCIÓN	69
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	78

## INTRODUCCIÓN

La granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) pertenece a la familia Passifloraceae y dentro de ésta ha sido considerada la segunda en importancia después del maracuyá. El último conteo hasta febrero de 2010 señala que existen 573 especies conocidas del género *Passiflora*, sin contar subespecies, cultivares, formas o híbridos (Kuethe, 2010). Estas especies se han encontrado desde el nivel del mar hasta los subpáramos, evolucionando con diferentes sistemas de polinización y ciclos de vida (López et al., 2006).

La granadilla es una fruta casi esférica caracterizada por una cáscara dura que facilita su transporte. Se cultiva comercialmente sólo en algunos países como Colombia, Costa Rica y Venezuela, y en menor escala, en México, Centro América, en el área Bolivia-Perú, Estados Unidos y en la India (Espinal et al., 2005).

En el periodo 2004-2008, se produjeron en el país alrededor de 203.449 toneladas de granadilla, con una media anual de 40.690 t y una desviación estándar de 11.622 t. El crecimiento en la producción de granadilla es evidente, pasando de cerca de 19.000 t en el 2001 a 52.000 en el 2008. Las toneladas producidas cada año y la tendencia de la producción se muestran en la figura 1. El rendimiento promedio para el periodo de 2001 al 2008 fue de 11,6 t/ha, con una desviación estándar de 0,52.

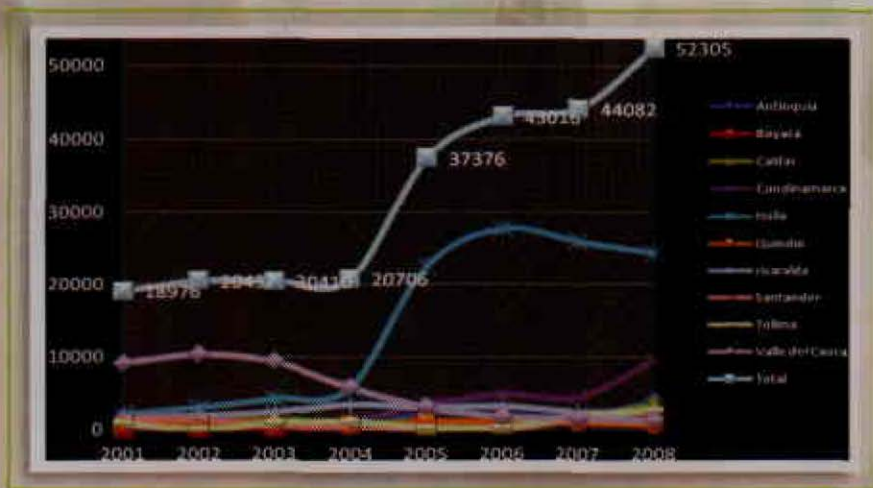


Fig. 1 Producción de granadilla en toneladas de 2001 a 2008 en Colombia. Fuente: Agronet (2010)

Para el 2008 el departamento con mayor producción fue el Huila con 47% de la producción nacional (24.348 t), seguido por Cundinamarca con 18% (9.468 t) y en tercer lugar Antioquia con 8% (4.020 t) (Agronet, 2010). El municipio de mayor producción en el Huila fue Palestina, donde se produjo alrededor de 29% de la producción del departamento (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008). En la figura 2 se presentan los departamentos en los que se registran las mayores producciones de granadilla y los principales municipios productores en el Huila.

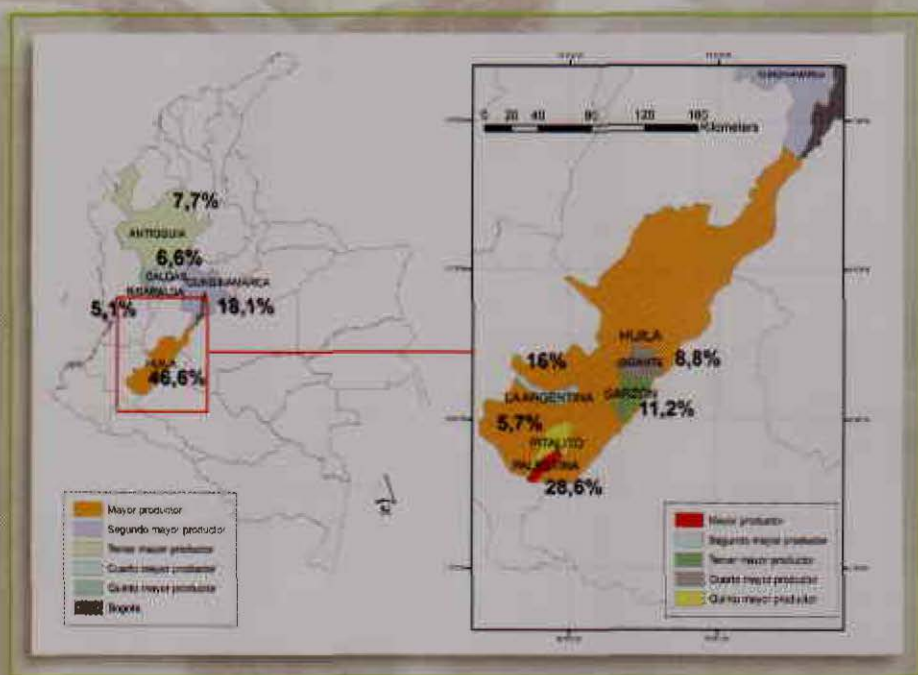
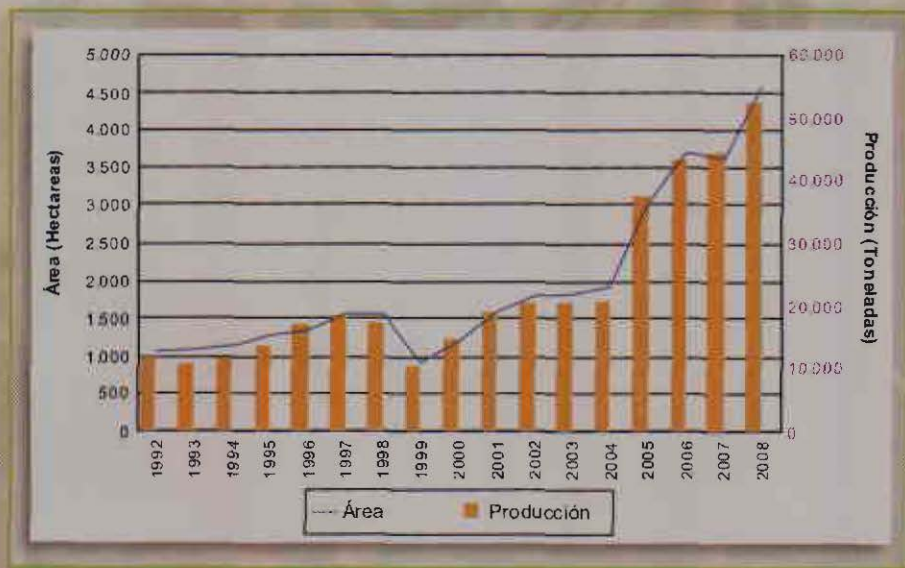


Fig. 2 Mapa de principales productores nacionales de granadilla del 2008

Fuente: Velásquez y Arias (2009).

La participación de los departamentos productores ha fluctuado a lo largo de los años; inicialmente predominaba la producción antioqueña, pero el departamento se ha visto afectado por un problema sanitario denominado secadera o muerte repentina (*Nectria haematococca* Berk. & Br), que arrasó con los cultivos y disminuyó drásticamente la producción (López et al., 2006). En Colombia se ha presentado un incremento significativo en el área sembrada y la producción de granadilla (figura 3).

La granadilla tiene un importante mercado como fruta fresca, pero no como producto procesado agroindustrialmente, debido a que características como su olor, co-



**Fig. 3** Área cosechada y producción granadilla (*P. ligularis* L.) 1992 - 2008  
Fuente: Agronet (2010).

lor, relación brix-acidez y bajo rendimiento de su jugo limitan sus posibilidades; sin embargo algunos investigadores han explorado su utilización en la agroindustria e incluso en alimentación animal (López et al., 2006). De acuerdo con Rivera et al. (2002), en el país los centros de mayor consumo de la fruta son Bogotá, Medellín y Cali. En el 2000, Medellín constituía la plaza con mejores cotizaciones de la fruta para mayoristas comparando los principales mercados nacionales para la fruta; sin embargo también presentaba los mayores coeficientes de variación de precios. Analizando los precios promedio anuales desde el 2000 hasta el presente, Bogotá ha pasado a ser la mejor plaza de acuerdo con el precio promedio en la década, seguido por Medellín, Pereira y Cali (Rivera et al., 2002). Con respecto al coeficiente de variación, el mayor valor se presenta en Cali y Pereira (17%) y el menor en Medellín (12%) (tabla 1). Los precios varían de acuerdo con las épocas de producción; es así como los precios altos se presentan generalmente entre marzo y julio y los bajos en noviembre y diciembre, aunque pueden extenderse hasta enero o febrero.

Entre 1991 y 2000, las exportaciones colombianas de pasifloras (granadilla, maracujá y curuba) crecieron en volumen, a una tasa promedio de 4,9% anual, y en precio, de 6,9% anual (Rivera et al., 2002). Sin embargo a partir del año 2001 el crecimiento de las exportaciones no siempre ha sido positivo y ha presentado grandes variaciones, tal como se observa en la figura 4. Respecto a la granadilla específicamente agrupada en la partida arancelaria "0810901010 Granadilla (*Passiflora ligularis*) frescas" a partir del

Tabla 1. Precios de mayorista de la granadilla, 2000 a 2010 (\$/kg)

Año	Bogotá	Cali	Medellín	Pereira
2000	1.680,82	1.581,64	1.955,62	1.527,99
2001	1.397,05	1.270,16	1.568,43	1.305,08
2002	1.489,44	1.245,69	1.628,06	1.244,16
2003	1.712,52	1.364,95	1.827,28	1.342,20
2004	2.024,17	1.586,33	1.672,34	1.569,89
2005	1.628,87	1.305,07	1.357,78	1.339,52
2006	1.830,92	1.601,50	1.739,00	1.649,25
2007	2.177,00	1.972,42	2.101,17	1.985,67
2008	1.988,67	1.874,67	1.799,08	1.896,25
2009	2.022,50	1.833,17	1.685,17	1.902,50
2010 *	2.061,00	1.660,00	1.465,00	1.716,50
Promedio **	1.795,20	1.563,56	1.733,39	1.576,25
CV (%) **	14	17	12	17

\* Estadísticas disponibles hasta el mes de febrero  
 \*\* Calculados con datos hasta diciembre de 2009

Fuente: Cálculos propios a partir de Agronet (2010)

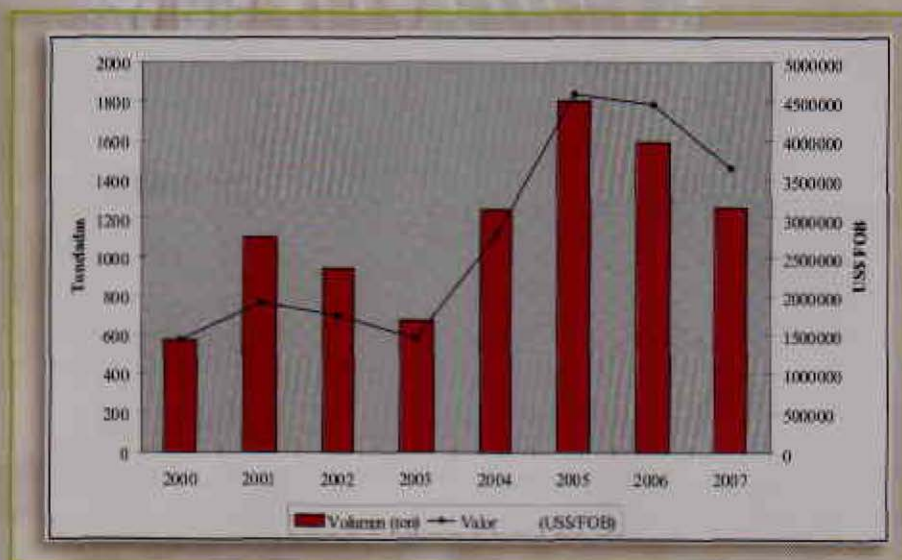


Fig. 4. Valor en dólares (FOB) y volumen (t) de las exportaciones de pasifloras; 2000 - 2007 / Fuente: Agronet, 2010

2007, el comportamiento también ha sido muy variable ascendiendo en volumen de 2007 a 2008, pero descendiendo en el 2009 (Agronet, 2010).

Holanda y Alemania han sido los principales mercados para la granadilla colombiana y en general para las pasifloras, sin embargo durante el período 2001 – 2004 el mayor receptor de pasifloras colombianas fue Ecuador. Según las estadísticas disponibles específicas para granadilla desde 2007, este país ha sido el mayor importador de esta fruta colombiana con valores del total exportado de 58% en 2007, 72% en 2008 y 42% en 2009; año en que el segundo destino de las exportaciones de granadilla fue Holanda con 14% y Alemania con 8,7% del total exportado (Agronet, 2010). Para los Países Bajos, principal importador del mundo, Colombia es el segundo país proveedor, registrando para el periodo de 2007 a 2008 un crecimiento de 12%. En Rusia ocupa el lugar diecisiete (no existen datos para calcular su crecimiento) y en Alemania, se encuentra en el octavo, con un crecimiento de 13% para el periodo mencionado con anterioridad. Estos datos, junto con la tendencia de aumento en la producción a nivel nacional, dan expectativas de que se puede ampliar más el volumen de exportaciones para los próximos años. Además el crecimiento de las importaciones en países como Países Bajos, Alemania y Estados Unidos genera el horizonte de nuevos mercados.

Aunque el cultivo de las pasifloras tiene un gran potencial económico, su establecimiento y expansión han sido obstaculizados por varios problemas como el amplio rango de enfermedades, insectos y ácaros que atacan los cultivos (Aguar-Menezes et al., 2002).



# 1. GENERALIDADES DEL CULTIVO

## 1.1. ORIGEN Y DISPERSIÓN

La granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) es una fruta originaria de América tropical, de los Andes de Suramérica que se cultiva desde el norte de Argentina hasta México. Colombia es uno de los más importantes productores de fruta en el mundo, junto con Venezuela, Sudáfrica, Kenia y Australia. Actualmente se le puede encontrar en Hawái, India y Nueva Zelanda (Franco *et al.*, 2008; Rivera *et al.*, 2002; Starr *et al.*, 2003).

Rivera *et al.*, (2002) señalan que la distribución geográfica de la familia Passifloraceae es exclusivamente tropical y subtropical, siendo la mayoría de sus especies habitantes de África y Madagascar y sólo 4 de sus 22 géneros residentes de América; también mencionan que Colombia es el país que mayor número de especies de pasifloras posee en el mundo, debido a la gran diversidad de hábitats y climas.

## 1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

### 1.2.1. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la granadilla es:

Reino vegetal, superdivisión Spermatophyta (plantas con semilla), división Magnoliophyta (angiospermas), clase Magnoliopsida (dicotiledóneas), subclase Dilleniidae, orden Violales, familia Passifloraceae, género *Passiflora* L., especie *Passiflora ligularis* Juss (ITIS, s.f.; USDA, 2010).

En el género *Passiflora* existen más de 20 especies con frutos comestibles, de las cuales la mitad son sembradas por sus frutos y sólo cinco son cultivadas comercialmente a escala mundial o regional (*P. edulis*, *P. quadrangularis*, *P. ligularis*, *P. laurifolia* y *P. mollissima*) (Sanjinés *et al.*, 2006).

Las especies del género *Passiflora* han sido llamadas comúnmente granadillas, curubas, badeas, pasifloras, pasionarias, parchas, parchitas, tumbo, curubo, curubito, maracuyá y taxo, entre otros (López *et al.*, 2006).

### 1.2.2. Descripción botánica

La granadilla es una planta perenne, de hábito trepador (por medio de zarcillos) y de rápido crecimiento. Las raíces son fibrosas, fasciculadas y poco profundas, con una raíz primaria de escaso crecimiento, de donde se derivan numerosas raíces secundarias. Cerdas y Castro (2003) señalan que de 50% a 60% de las raíces se localizan a profundidades no superiores a 35 cm y más de 60% se localizan en un radio de 150 cm alrededor de la base del cuello de la planta. Según la revisión de Rivera *et al.* (2002) la totalidad del sistema radical de la granadilla se distribuye en los primeros 50 cm del suelo.

El tallo es semileñoso en el cuello de la planta y herbáceo en el resto, cilíndrico, estriado y voluble; da soporte a la planta y almacena agua. Tanto el tallo como las ramas primarias presentan una escasa aparición de yemas florales o pueden carecer de ellas.

Las hojas son de forma acorazonada, color verde intenso, alternas, de margen liso y con nervaduras bien definidas en el envés. Su tamaño es de 10 a 25 cm de largo y 10 a 15 cm de ancho. Las hojas se insertan al tallo mediante un pecíolo largo y grueso, el cual contiene 3 pares de glándulas de 1 cm de largo aproximadamente, llamadas lígulas.

Las flores son campanuladas, de 8 a 12 cm de diámetro, los sépalos y pétalos son blancos y la corona con bandas alternas moradas y blancas. Las flores se encuentran en pares con una pequeña diferencia de edad en cada par, aspecto que favorece el constante ingreso de polinizadores, que son atraídos por la segregación periódica de néctar, aromas atractivos y polen. Su apertura se inicia entre 1:30 y 2 de la mañana, alcanzando la apertura total a las 4 a.m., y a partir de las 14:00 horas se inicia el proceso de cierre, haya sido o no polinizada.

El fruto es una baya de cubierta dura, de forma casi esférica, que mide entre 7 y 8 cm de diámetro, con un pedúnculo que posee dos brácteas y mide de 6 a 8 cm. Su color cambia de verde a amarillo intenso, según el grado de madurez. Generalmente presenta puntos blanquecinos que varían en tamaño y número según el tipo. Está compuesto por epicarpio, exocarpio o corteza dura, mesocarpio o corteza blanca y esponjosa, endocarpio o pulpa comestible y semillas.

En el interior de las frutas, las semillas se agrupan en tres placentas longitudinales situadas en las paredes. Cada fruto tiene cerca de 200 semillas, que son negras, planas, elípticas, rodeadas de un arilo grisáceo, translúcido, mucilaginoso y acidulado que constituye la parte comestible. Este arilo se compone de parénquima que contiene azúcares y principios ácidos que determinan su sabor dulce y agradable (Cerdas y Castro, 2003; Rivera et al., 2002; Starr et al., 2003; Benalcázar et al., 2001; Franco et al., 2008)

### 1.2.3. Estados fenológicos del cultivo

Rivera et al. (2002) determinaron 8 estados fenológicos del cultivo de la granadilla en una zona apta para su desarrollo, divididos en cinco etapas vegetativas y tres reproductivas (tabla 2). También señalan que en condiciones agroclimáticas normales, el cultivo se comporta como semipermanente y presenta una superposición de fases vegetativas y reproductivas.

Tabla 2. Estados fenológicos de la granadilla

Etapa	Descripción
Etapa vegetativa 0 (V0)	Germinación de la semilla; su duración se estima entre 15 y 20 días, dependiendo de la calidad de la semilla, del sustrato de siembra y del manejo del riego.
Etapa vegetativa 1 (V1.1)	Emergencia de la plántula, ocurre en las primeras tres semanas después de la siembra de la semilla; es una etapa totalmente desarrollada en el vivero y en ella se hace el primer trasplante a bolsa cuando se ha utilizado el almácigo.
Etapa vegetativa 2 (V1.2)	Trasplante* al sitio definitivo, sucede entre 65 y 75 días después de la siembra de la semilla. En esta etapa se realiza la eliminación de chupones basales cuando se presentan.
Etapa vegetativa 3 (V1.3)	Desarrollo totalmente vegetativo, durante los próximos 100-120 días, la planta produce únicamente estructuras vegetativas, principalmente hojas, chupones y zarcillos.
Etapa vegetativa 4 (V1.4)	Prefloración, fase de transición entre la fase vegetativa y la fase reproductiva; termina cuando la mayoría de las plantas empiezan a formar los primeros botones florales.
Etapa reproductiva 1 (R1.1)	Floración propiamente dicha, más del 50% de las plantas del cultivo presentan flores en cartucho y flores abiertas.
Etapa reproductiva 2 (R1.2)	Formación del fruto, tiene una duración aproximada de 50-60 días en condiciones agroclimáticas normales. Se presenta una distribución permanente de fotoasimilados por parte de las estructuras foliares hacia los frutos formados.
Etapa reproductiva 3 (R1.3)	Llenado y maduración del fruto, tiene una duración entre 20 y 25 días.

\* Técnicamente la fase fenológica no es el trasplante sino el inicio de la emisión de chupones.

Fuente: Rivera et al. (2002).

## 1.3. PROPIEDADES Y VALOR NUTRITIVO

El principal componente de la granadilla es el agua, lo que junto con la baja concentración de sodio lo convierte en diurético; además por su contenido de carbohidratos, principalmente fructosa, glucosa y sacarosa constituye una gran fuente de energía. Así mismo, la granadilla presenta un elevado contenido de vitamina C, a la cual se atribuyen

múltiples fines terapéuticos y su contenido de fósforo, hierro y calcio es significativo. El jugo de esta fruta se toma para ciertas afecciones del hígado, ya que ayuda a la fluidez de la bilis y mejora el estado general del organismo (López et al., 2006).

La fruta posee un alto contenido de fibra y la semilla es rica en proteína, su jugo posee un buen contenido de azúcares totales, de los cuales la mayoría son reductores, siendo la fructosa el azúcar en mayor proporción seguido por la sacarosa y la D-glucosa; el jugo también es fuente importante de potasio y de hierro y sus contenidos de niacina, riboflavina y ácido ascórbico (vitamina C) son altos comparados con otras pasifloras (Rivera et al., 2002) (tabla 3).

La granadilla se puede consumir de diversas formas por sus propiedades de sabor y aroma: en fresco en ensaladas de fruta, jugos, cócteles, helados, yogures, mermeladas o gelatinas; la flor, por su alto contenido de néctar, se utiliza en perfumería y el polen para consumo humano, también se utiliza como infusión para combatir el estrés o la hipertensión (Benalcázar et al., 2001). Su flor ha despertado gran interés en la industria de plantas ornamentales en Europa (Sánchez, et al., 1995).

**Tabla 3.** Valores nutricionales de la granadilla en 100 g según el ICBF y la FAO

Compuesto	ICBF	FAO	
Humedad (g)	77,80	73,70	
Energía (kcal)	72,00	102,00	
Proteínas (g)	2,50	2,20	
Lípidos (g)	2,30	** 0,20	
Carbohidratos totales (g)	10,30	22,90	
Ceniza (g)	1,10	1,00	
Fibra dietaria total (g)	*5,90		
Minerales (mg)	Calcio	13,85	
	Cobre	0,23	
	Fósforo	57,88	
	Hierro	0,93	
	Magnesio	24,95	
	Manganeso	0,14	
	Potasio	* 480,01	
	Sodio	20,60	
	Zinc	0,79	
	Niacina	* 2,04	2,00
Vitaminas (mg)	Riboflavina	* 0,46	0,10
	Tiamina	0,03	0,00
	Vitamina C	* 10,07	7,00

\* El usuario puede tener confianza en este valor, pero existen pequeños problemas en los datos en que se basa este valor.  
 \*\* Valor de la grasa total.

Fuente: ICBF (2005), FAO / Latinfoods (2002).

## 1.4. ECOFISIOLOGÍA

### 1.4.1 Altitud

Las especies del subgénero *Passiflora* se distribuyen en América Latina desde el nivel del mar hasta alturas de más de 2500 msnm (Pérez *et al.*, 2001). El rango dentro del cual se debe establecer la granadilla está entre 1.500 y 2.500 msnm. Sin embargo, observaciones realizadas en diferentes zonas productoras del país, han mostrado que el rango de altitud ideal para los cultivos comerciales está entre 1.700 y 2.000 msnm (Castro, 2001).

Las alturas menores a 1.500 msnm causan poca viabilidad del polen y en las alturas inferiores a 1.700 msnm, es mayor la incidencia de los insectos plaga, y el tamaño de los frutos disminuye, obteniéndose un porcentaje superior a 50% de frutas de segunda calidad, lo que reduce significativamente la rentabilidad del cultivo. En las plantaciones establecidas a alturas superiores a 2.500 msnm, si bien se presentan frutos más grandes y el ciclo de producción es más largo, existe mayor incidencia de enfermedades fungosas como las causadas por *Nectria* y *Botrytis*, y también se disminuye la población de agentes polinizadores naturales (Rivera *et al.*, 2002).

### 1.4.2 Temperatura

Las temperaturas para el desarrollo del cultivo están entre los 14 y 20 °C. Temperaturas mayores a 20 °C ocasionan mayor estrés hídrico y acortan la duración del ciclo de vida del cultivo. La aparición y severidad de la enfermedad denominada secadera (causada por *Nectria haematococca* Berk - *anamorfo Fusarium solani*), es mucho más grave en franjas altimétricas inferiores a los 1.600 msnm y temperaturas promedio superiores a 20 °C. Temperaturas inferiores a 18 °C ofrecen condiciones para una mayor durabilidad de la planta, pero con un crecimiento lento y baja producción (Castro, 2001).

Temperaturas menores a 10 °C disminuyen la fecundación e incrementan los abortos florales hasta 95%; además, ocasionan cuarteamiento de los frutos nuevos. Los cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche ocasionan cuarteamiento de los frutos ya desarrollados. Zonas con temperaturas muy bajas (con presencia de heladas), vientos fuertes o granizo no son recomendables para el cultivo de la granadilla, pues ocasionan daños en frutos y caída de flores. La temperatura afecta de manera indirecta la polinización de la flor: temperaturas entre 20-22 °C fomentan el vuelo de las abejas, aumentando el número de flores polinizadas, aspecto de vital importancia en la granadilla (Rivera *et al.*, 2002; Fischer, 1990).

### 1.4.3 Radiación solar y luminosidad

La radiación solar, además de tener influencia sobre el tamaño y la calidad del fruto, es importante en la coloración y en el contenido de sólidos solubles que presente el fruto en su madurez. La luminosidad influye sobre el desarrollo de la granadilla, principalmente por la superficie del dosel expuesta, e interviene en procesos como la diferenciación de primordios florales, la floración y la coloración del fruto, por la formación de azúcares y pigmentos, siendo indispensable en la síntesis de antocianinas (Fischer, 2000). Cerdas y Castro (2003) señalan un requerimiento de 5 – 7 horas diarias de luz para la granadilla.

### 1.4.4 Precipitación

Las precipitaciones deben estar entre 1.500 y 2.500 mm, bien distribuidas durante todo el año, ya que el fruto está compuesto en su mayoría por agua (80% – 95%), este punto es de vital importancia junto a la humedad relativa. Una planta de granadilla en estado adulto requiere 4 mm diarios de lluvia en promedio. 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 el suministro de agua; es por esto que el estado de mayor demanda es durante el llenado del fruto, en la maduración se requiere en menor proporción (Rivera et al., 2002; Castro, 2001).

### 1.4.5 Humedad relativa

La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de agua en forma de vapor que está en el aire, y la que puede contener el aire para saturarse a la misma temperatura. Por lo tanto, es una medida asociada con la temperatura del aire, que está afectada por la presencia de vientos, la evaporación y la transpiración de los seres vivos. Un valor alto crea un ambiente favorable al desarrollo de enfermedades y disminuye el efecto de las aspersiones de agroquímicos. En casi todas las especies frutícolas, una humedad relativa entre 60%-80% es recomendable para regular la transpiración y favorecer los procesos de polinización vía una mayor viabilidad del polen (Rivera et al., 2002).

Cerdas y Castro (2003) señalan un valor entre 75% – 85% como el requerimiento de la granadilla. Una humedad superior aumenta el riesgo de la presencia de hongos patógenos que causan la pudrición de botones florales y frutos, y daños en

el follaje y ramas. Los efectos de una baja humedad relativa (< 40%), acompañada de vientos calurosos, se manifiestan como marchitez de flores, deshidratación y suspensión de la fotosíntesis por el cierre de estomas y muerte de brotes tiernos (Rivera et al., 2002; Castro, 2001).

#### 1.4.6 Vientos

Se deben evitar las siembras en sitios de vientos fuertes porque causan resecaamiento de las plantas y en muchos casos pueden incluso tumbar el sistemas de emparado (Bejarano, 2003). Vientos excesivos en el cultivo de la granadilla afectan el proceso de polinización, ya 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, desecar prematuramente el estigma y el estilo, y reducir el desarrollo del tubo polínico y la germinación del polen. En ambientes en calma se obtiene un mejor cuajamiento de los frutos. Los vientos secos con temperaturas altas producen aumentos en las tasas de transpiración, desecación de las hojas y disminución de los índices de crecimiento (Rivera et al., 2002; Castro, 2001).

#### 1.4.7 Suelos

El sistema radical de la granadilla se desempeña bien en los primeros 20 cm de profundidad, en texturas livianas y drenajes adecuados. Para esta determinación es recomendable que se hagan calicatas o huecos en sitios representativos de los terrenos a cultivar, que permitan conocer las características del perfil 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 (Rivera et al., 2002).

En general se ha señalado que los suelos adecuados para el cultivo de la granadilla presentan una textura franco-arenosa o franco-arcillosa, buena aireación y buen drenaje, gran contenido de materia orgánica (> 4,5%) y pH entre 6 y 6,5 (Bernalcázar et al., 2001; Cerdas y Castro, 2003; Bejarano, 2003). Es importante realizar el análisis de suelo para conocer las características particulares de cada lugar y con base en este, realizar una planeación del cultivo y de prácticas relacionadas con el manejo del suelo.



## 2. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE GRANADILLA

### 2.1. PRÁCTICAS DE CULTIVO

#### 2.1.1. Preparación del lote

La preparación del lote se debe realizar por lo menos con 2 meses de anticipación a la siembra, y se debe buscar que coincida el inicio de la época de lluvias con la época en que las plántulas están listas para la siembra en el sitio definitivo.

Una vez efectuada la desyerba del lote destinado a la siembra, se procede a efectuar el trazado, marcando los sitios por donde van los postes del tutorado, y después utilizando un decámetro se marcan los sitios de siembra de las plantas (Castro, 2001). Los hoyos para las plantas pueden ser de 50 x 50 x 50 cm y los de los postes para el tutorado de 30 x 30 x 50 cm.

Una vez ubicados los puntos de siembra, se recomienda la labranza mínima (uso reducido de maquinaria agrícola), acompañada de la incorporación de materia orgánica, con el fin de conservar los suelos, prolongar la vida útil del cultivo y mejorar el desarrollo de las plantas (Saldarriaga, 1998). Los productores han aplicado este tipo de labranza preparando solamente el sitio de siembra y realizando la enmienda respectiva según el análisis del suelo (figura 5).



Figura 5 Preparación del suelo para ahoyado

### 2.1.2. Distancias de siembra

No existen resultados de investigación relacionados con la eficiencia biológica o económica de distintas densidades de población; sin embargo, se considera que el tamaño del fruto está relacionado en gran medida con las distancias de siembra. Los productores utilizan distancias que van desde los 3 x 3 m hasta los 12 x 12 m, entre surcos y entre plantas, cuando se siembran bajo el sistema de emparrado (Saldarriaga, 1998).

La distancia de siembra más apta para la distribución adecuada de los diferentes tipos de ejes (primarios, secundarios y terciarios) y que permiten un óptimo manejo del cultivo es de 6 m entre plantas y 6 m entre surcos, facilitando los cálculos de área y manejo de materiales (figura 6). Distancias más cercanas harán que se presente más competencia entre plantas y se reducirá la capacidad productiva del cultivo; pues además de la competencia en la zona aérea, también se da la de las raíces, que competirán por espacio y nutrientes.



Figura 6 Cultivo de granadilla con una distancia de 6 x 6

### 2.1.3. Propagación

La mayoría de los productores obtienen su material de propagación de viveros; por tanto, debe tenerse en cuenta que cumpla con las condiciones sanitarias para garantizar la calidad del material y contar con el registro ICA. También se recomienda llevar una muestra de las plántulas para su análisis fitosanitario a un laboratorio especializado.

En ocasiones los productores realizan su propio semillero a partir de semillas de frutos escogidos utilizando la práctica de selección masal. De por lo menos 30 plantas sanas se seleccionan dichos frutos que cumplan con las siguientes características: buen desarrollo y aspecto general de la planta, distancia entre nudos, densidad y sanidad del follaje, precocidad y longevidad, frutos de buen peso y llenado, y con buen porcentaje de pulpa.

Para la obtención de las semillas se da el siguiente proceso:

- Se cortan los frutos por la mitad.
- Se extraen las semillas y se colocan con su jugo en un recipiente limpio a la sombra, que debe protegerse para evitar la contaminación por insectos.
- Se dejan en reposo de 2 a 4 días para que ocurra la fermentación del arilo. Este método permite mayor viabilidad de las semillas comparado con el método de extracción mecánica o desulpado de frutos (Caro, 1992).
- Se lava con abundante agua limpia hasta desprender los mucílagos en un cedazo o coladera plástica. Las semillas que floten deben ser eliminadas ya que no son viables.
- Se colocan sobre papel y una malla, y se dejan durante 3 días a la sombra. Las semillas demasiado pequeñas o deformes se deben eliminar.
- Se seleccionan y se siembran o almacenan completamente secas y protegidas contra el ataque de hongos; el extracto de valeriana actúa eficazmente en la protección de las semillas (Castro, 2001).

En los almácigos la siembra se realiza directamente en bolsas de 35 a 40 cm de alto, preferiblemente de un kilogramo de capacidad, las cuales se llenan de un sustrato suelto para permitir un adecuado desarrollo radicular y evitar exceso de humedad. El suelo que se utiliza para el embolsado, se somete primero a desinfección por el método de solarización. Posteriormente se prepara una mezcla de suelo y arena (1:3) que se dispone en camas de 20 cm de altura, 1 – 1,2 m de ancho y largo deseado (1,5 – 2 m) y se agregan 2 kg de materia orgánica por cada metro cuadrado procurando una buena mezcla y homogenización.

Las bolsas se ubican en un sitio sombreado colocando dos o tres semillas por sitio, para posteriormente seleccionar la más vigorosa entre ellas. La emergencia de las plántulas ocurre entre los 10 y 15 días aproximadamente y estarán listas para el trasplante entre los 40 y 45 días. Siempre se debe observar el estado de las raíces para evitar la llamada 'cola de marrano' y posteriores problemas de anclaje y toma de agua y nutrientes a las plantas adultas.



**Figura 7.** Propagación de granadilla por semilla. a. Semillero de granadilla, bb. Detalle del semillero; c. Corte de las plántulas para trasplante a bolsa; d. y e. Estado de las plántulas en vivero listas para entrega y trasplante; f. Estado de las raíces; g. Plántulas en la finca listas para siembra. h. Esquema de banco para ubicación de plántulas.

Otra alternativa al embolsado, consiste en adecuar almácigos temporales o permanentes para la germinación de las semillas utilizando como sustrato una mezcla de 2 partes de suelo, 1 parte de arena y 1 parte de materia orgánica. Una vez desinfectada la mezcla, se realizan surcos de 2 cm de profundidad y a 5 cm de distancia uno del otro, y se siembran entre 80 y 100 semillas distribuidas en 4 a 6 surcos. En el semillero se debe mantener húmedo el suelo y cubrir con mallas, costales o plantas secas para evitar la acción directa del sol o pérdidas por pájaros. Las plantas se dejan hasta que estén listas para trasplante a campo (Tamayo y Morales, 1999). En la figura 7 se observan las etapas de propagación de granadilla por semilla y el esquema de un banco para ubicación de las plántulas.

Con este método de reproducción sexual se obtienen plantas de mayor longevidad. Sin embargo, se produce una gran variabilidad en las características del material reproducido, debido a que la semilla es el resultado de la polinización cruzada de la granadilla, en la cual se intercambian caracteres genéticos entre plantas (Cerdas y Castro, 2003). La granadilla también puede propagarse de manera asexual, obteniéndose plantas en más corto tiempo, con características genéticas iguales a las de las plantas madres y alta uniformidad del cultivo, pero de menor longevidad que las provenientes de semilla, debido a la deficiente conformación radicular (Bernal, 1990). Los métodos de propagación asexual o vegetativa conocidos tradicionalmente son por estaca y por injerto. Aunque en Costa Rica se han adelantado estudios preliminares para la obtención de un protocolo de propagación in vitro de granadilla, se han presentado problemas fitosanitarios que dificultan la obtención de material sano (Flores *et al.*, 2000; Flores y Brenes, 2004). Guzzo *et al.*, (2004) evaluaron la factibilidad del cultivo in vitro de semillas maduras de 62 pasifloras, y obtuvieron regeneración de plantas en 13 de estas especies, pero las semillas de granadilla no respondieron al medio de inducción utilizado en este estudio.

Aunque hasta ahora los métodos de reproducción asexual no han sido utilizados por los agricultores, es conveniente su valoración e implementación, ya que ellos garantizan totalmente las cualidades de las plantas madres y se facilita la normalización del producto para presentar a los mercados una fruta lo más uniforme posible en su forma, tamaño, color, peso y contenido comestible (Castro, 2001).

La granadilla puede propagarse de manera asexual, mediante los métodos de estaca o injerto. Las estacas a utilizar deben proceder de plantaciones de 2

años de establecidas y ser seleccionadas de plantas que presenten un buen desarrollo, vigor, alta producción y buen estado fitosanitario, con el fin de conservar estas características. 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.

Las estacas se deben desinfectar en una solución que contenga fungicida. A continuación deben tratarse con hormonas de enraizamiento, para lo cual las estacas basales de granadilla se sumergen en ácido naftalen acético (ANA) 150 ppm adicionado con bencilamino purina (BAP) 250 ppm. Adicionalmente, la inmersión en una solución de ácido indolbutírico (AIB), en concentraciones de 2.000 a 5.000 ppm durante 5 segundos, asegura un alto porcentaje de prendimiento (Castro, 2001).

La siembra de las estacas debe hacerse antes de 48 horas de haberlas extraído de la planta madre, para evitar su deshidratación. La siembra se hace en bolsas de polietileno (tipo cafetera) con un suelo previamente desinfectado, a una profundidad de 4 ó 5 cm, ajustando la estaca en la base, de manera vertical y con abundante riego. La siembra también puede realizarse en semilleros con una mezcla de suelo y arena, a una distancia de 10 cm y siguiendo las mismas prácticas utilizadas en la siembra en bolsas. Las estacas deben permanecer bajo la sombra durante los primeros días. Las plantas 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 (Bernal, 1990).

El principal limitante que se presenta en la reproducción por estacas es el ataque de los hongos del suelo *Fusarium* y *Verticillium*, que se localizan principalmente en los cortes de las estacas. Por lo tanto, se recomienda además de la desinfección, sellar los cortes de las estacas con parafina o cera de abeja, técnica que reduce considerablemente el daño. A pesar de las ventajas, la reproducción asexual también presenta la desventaja de que las plantas obtenidas tienen menor esperanza de vida y poseen un sistema de raíces más pobre (Cerdas y Castro, 2003).

#### **2.1.4. Trasplante**

Se realiza entre los 40 y 45 días o cuando las plántulas tienen entre 10 y 15 cm de altura (figura 7 E, F, G), con poca área foliar para evitar la excesiva deshidratación y disminuir el estrés en las plantas. Con el propósito de que las plantas recién

trasplantadas se deshidraten lo mínimo posible, una semana antes del trasplante se pueden atomizar con una disolución de agua con azúcar, a razón de 80 g por litro de agua (Cerdas y Castro, 2003). Si no se cuenta con riego es recomendable que coincida esta etapa con la época de lluvias y en lo posible trasplantar en las primeras horas del día o las últimas de la tarde.

Es necesario evitar el encharcamiento de los sitios de siembra y sembrar a la misma profundidad de la bolsa para evitar problemas del sistema radical de las plantas. Las plántulas deben mantenerse hidratadas durante los primeros dos meses y se debe verificar continuamente su estado, *reemplazando las que mueran o no tengan un buen desarrollo*, para lo cual se debe contar con la reserva necesaria de plántulas (figura 8).

## 2.2. SISTEMAS DE SOPORTE

La granadilla es una planta de hábito trepador que necesita un soporte para su desarrollo, a fin de que le permita mejores condiciones de luminosidad, aireación



**Figura 8.** Planta de dos meses de trasplantada

y protección de plagas y enfermedades. Los dos sistemas de sostenimiento más empleados son la espaldera y el emparrado. En términos de rendimientos, el sistema de emparrado resulta más ventajoso que el de espaldera, facilita la realización de todas las labores técnicas que requiere el cultivo y proporciona mayor calidad de fruta. El emparrado es el sistema de tutorado más recomendable para sostener el cultivo de granadilla, siempre y cuando se construya de manera adecuada y con materiales resistentes y durables (Castro, 2001).

Para la construcción del emparrado se colocan postes de madera fina de 3 m de longitud, cada 5 m o a la misma distancia de las plantas, en la periferia o borde del lote, los cuales se entierran 1 m, para una altura efectiva de 2 m. Los productores usan maderas de bosques comerciales establecidos en la zona que no perjudiquen el medio ambiente o acuden a proveedores dedicados a esta labor, y posteriormente inmunizan la madera usando productos comerciales especiales para esta labor. Los postes del borde van unidos por un doble hilo de alambre de púa o un hilo de alambre de púa y otro de alambre liso No. 12. El alambre se amarra a una roca o estaca grande (denominado por algunos 'muerto' o 'pie de amigo'), la cual se entierra a 1 m de profundidad en diagonal al tutorado para evitar que colapse. En la parte interna se colocan postes de madera ordinaria o guadua cada 10 m. Para formar el enmallado o red, se utiliza alambre calibre 14 ó 16, entrecruzándolo a una distancia de 50 cm entre cada uno (Bernal, 1990). En la variación del emparrado tipo urrao en la parte interior, sobre los postes que van en sentido de la pendiente, se coloca un hilo de alambre de púa, intercalado con un hilo de alambre liso calibre 12. En sentido contrario a la pendiente, se coloca el alambre liso calibre 16, cada 30 cm.

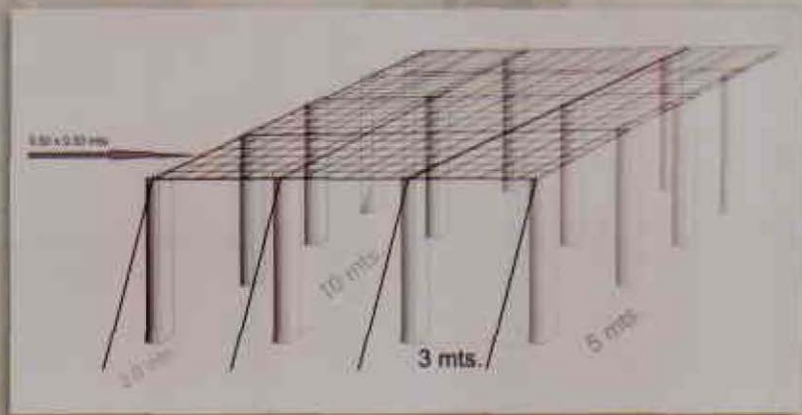
Cualquiera que sea el tipo de emparrado, los postes de la periferia deben estar amarrados o asegurados, ya que son los que más peso van a soportar; los postes esquineros deben tener 2 puntos de aseguramiento (Castro, 2001). Si se observan maderos o tutores en mal estado se procede a reemplazarlos. En la figura 9 se observan los sistemas de soporte utilizados en granadilla y en la figura 10 un esquema del soporte tipo emparrado.

### **2.3. PODAS Y LABORES COMPLEMENTARIAS**

La poda es el principal factor de intervención para regular la actividad vegetativa y reproductiva de la granadilla, permitiendo el establecimiento de un equilibrio entre ambas actividades de desarrollo. Las podas en los cultivos de granadilla tienen gran importancia y se deben realizar con el fin de mejorar la estructura de la planta, obtener frutos de mayor tamaño, facilitar el manejo del cultivo, eliminar ramas y hojas secas, deformes o enfermas y, además, mejorar la efectividad del sistema de tutorado (Rive-



**Figura 9.** Sistemas de soporte de granadilla



**Figura 10.** Esquema soporte tipo emparrado para el cultivo de granadilla

ra et al., 2002; Castro, 2001). Las podas se inician en cuanto se presentan las primeras ramas axilares o 'chupones' para dejar una sola rama principal, la cual se guiará hasta el tutorado. Antes de podar cada planta, se debe desinfectar la herramienta utilizada, sumergiéndola 10 segundos en una solución de alcohol al 70% o con cloro de uso doméstico diluido a razón de 5 ml por litro de agua (Cerdas y Castro, 2003).

Generalmente se realizan tres tipos de podas en el cultivo de granadilla: de formación, de producción y mantenimiento, y de renovación (figura 11).

### 2.3.1. Poda de formación

Esta poda es de gran importancia, ya que permite llevar plantas al campo con un solo eje, aspecto que facilita el manejo posterior de las otras podas. Con este fin, después del trasplante se deben eliminar todas las yemas axilares o brotes laterales (chupones) para dejar un tallo por planta. Las hojas cercanas al suelo deben ser eliminadas para evitar que el agua que salpique sirva de medio de transporte de hongos y bacterias del suelo a las hojas y posteriormente al tallo. Durante el período de crecimiento vegetativo, en el cual el tallo alcanza el emparrado, se utiliza un tutor de fibra o cabuya para guiar la planta al emparrado.



Figura 11 Podas en el cultivo de granadilla

Se debe revisar periódicamente que los zarcillos y la fibra no estén ocasionando estrangulamientos a la planta (Rivera *et al.*, 2002).

Cuando el eje primario de la planta haya sobrepasado la estructura de soporte, se despunta para estimular la aparición de las ramas. El punto de corte debe garantizar al menos 8 yemas potenciales. Se ha recomendado dejar de 3 a 8 ramas primarias; en regiones de humedad relativa alta se dejan solamente 3 a 4 ramas (Rivera *et al.*, 2002). Cerdas y Castro (2003) recomiendan seleccionar los 5 mejores brotes o nuevos ejes secundarios, aproximadamente a los 60 días del despunte, y distribuirlos encima de la estructura en forma equitativa, semejando una armadura de sombrilla. Estas ramas también deben ser despuntadas, con el fin de estimular el brote de las ramas secundarias y terciarias, que son las de producción constante. Se sugiere que el corte se realice cuando las ramas secundarias alcanzan de 1,5 a 2 m. Si el cultivo se encuentra en pendientes fuertes, los tallos deben ser dispuestos hacia arriba, para que simule el crecimiento natural de la planta (Rivera *et al.*, 2002).

### **2.3.2. Poda de producción y mantenimiento**

Esta poda es fundamental, porque permite un buen estado fitosanitario que se refleja en la obtención de fruta de mejor calidad. Si se combina la poda de producción con el riego, la producción se extiende por más tiempo (Cerdas y Castro, 2003).

La poda de producción y mantenimiento busca regular la distribución de los asimilados, para ser dirigidos 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 en su propio espacio, el cual está delimitado por su respectivo cuadro. Las podas de producción y mantenimiento se realizan en las ramas terciarias y cuaternarias; se eliminan las ramas que produjeron, que están enfermas o las que son muy delgadas, y se despuntan aquellas ramas que son muy largas y no producen, para estimular la floración (Rivera *et al.*, 2002). Cerdas y Castro (2003) mencionan que en esta poda se debe desprender frutas pequeñas y eliminar el exceso de ejes terciarios en producción, principalmente los débiles y dañados.

### **2.3.3. Poda de renovación**

A partir del cuarto año del establecimiento de la plantación, la producción se reduce entre 20% y 25% respecto a los mejores años de producción, que son el se-

gundo y tercer después de la siembra. Entonces la plantación está sobrecargada de ejes improductivos, largos y viejos, la malla se tiene que reparar y existe gran cantidad de material enfermo. Por tanto, es necesario renovar el material vegetativo de la plantación podando las ramas primarias de cada planta a un metro del eje principal (Cerdas y Castro, 2003). Otros autores citados por Rivera *et al.* (2002) han recomendado que esta poda se haga cada 3 años o cada 2 a 5 cosechas. En general deben tenerse indicadores como: reducción drástica de la producción, reducción del tamaño de los frutos, escaso vigor de los rebrotes, fuertes ataques de enfermedades y dificultades con el emparrado. Luego de la cosecha se recomienda despuntar los rebrotes terminales y así estimular brotes laterales con el fin de incrementar la futura producción de fruta, además de evitar que las ramas alcancen una longitud tal que compitan con las demás ramas de la misma planta y de otras, y que se produzca daño mecánico al acomodar las ramas.

#### **2.4. MANEJO HÍDRICO**

La función del riego es mantener en el suelo una cantidad suficiente de humedad que sea fácilmente aprovechable por la planta, pues su desarrollo vegetativo es, en cierta forma, proporcional a la facilidad con que el agua puede extraerse del suelo. Uno de los principales aspectos que permite mantener el suelo en la condición de humedad ideal es un sistema de riego que sea consecuente con la disponibilidad de agua, los requerimientos hídricos del cultivo y la capacidad económica del productor.

Entre los factores a tener en cuenta para el manejo adecuado del agua en los cultivos se encuentran: la precipitación, las fuentes de agua -ya que es importante establecer los caudales mínimos que la fuente puede abastecer para determinar si es suficiente- y la calidad del agua.

Las normas de calidad para exportación de productos agrícolas exigen que el agua de riego cumpla con unos estándares en cuanto a la presencia de contaminantes que puedan causar algún tipo de problema para el consumo humano. Por eso se deben realizar periódicamente dichos análisis completos de calidad del agua. La norma más utilizada para establecer si el agua es apta para riego es la establecida por el Riverside (U.S. Soil Salinity Laboratory). Además, el agricultor debe tener en cuenta la calidad del agua para riego respecto a las condiciones microbiológicas establecidas en el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud, que establece un nivel máximo de coliformes totales de 5.000 UFC/100 ml y de coliformes fecales (*E. coli*) de 1.000 UFC/100 ml.

Es importante recordar que el consumo hídrico depende del tipo de cultivo, la variedad cultivada y la etapa de desarrollo en la que se encuentre; de ahí la importancia de establecer los requerimientos hídricos del cultivo en particular de acuerdo con la etapa fisiológica, ya que las plantas presentan periodos críticos durante los cuales las necesidades de agua son mayores.

Para el cultivo de granadilla se recomienda al agricultor que implemente un sistema de riego por goteo que permite ser más eficiente en la utilización del recurso hídrico. Otra alternativa es el riego por microaspersión.

#### **2.4.1. Riego por goteo**

Es un sistema de riego localizado de alta frecuencia que permite aplicar el agua de manera eficiente y dosificada directamente al suelo para ser extraída por las raíces a la planta. Presenta ventajas frente a los demás sistemas, respecto a una alta uniformidad de distribución, y permite el mantenimiento de una humedad adecuada para la producción en la zona de raíces; por medio de este sistema puede aplicarse directamente el fertilizante al agua de riego (fertirrigación) disminuyendo el desperdicio de producto, son fáciles de implementar en cualquier superficie y permite la automatización del sistema reduciendo la mano de obra. Los posibles inconvenientes que puede presentar este tipo de riego radican en que la fuente de abastecimiento de agua debe ser de excelente calidad ya que los goteros son susceptibles a taponamiento y puede también implicar costos iniciales muy altos.

Los principales componentes de un sistema de riego por goteo son:

- Fuente de abastecimiento de agua (ríos, quebradas, embalses, aguas subterráneas).
- Cabezal de bombeo (bombas centrífugas accionadas con motor eléctrico, motor diesel o gasolina), la selección depende del nivel del agua en la zona de captación, la relación caudal-presión necesaria para operar el sistema, el origen de la fuerza motriz con la que se cuente en la finca y las curvas características de cada equipo. Este cabezal de bombeo es necesario en zonas planas donde no existe una diferencia de presión que permita la operación del sistema.
- Unidad de filtros.
- Filtro de arenas: es un tanque generalmente metálico o de plástico, el cual en su interior contiene arena o grava tamizada de diferentes tamaños. Se

sitúan inmediatamente después del equipo de bombeo y antes de los filtros de anillos. Son filtros muy efectivos para retener sustancias orgánicas, pues pueden filtrar a través de todo el espesor de arena, acumulando grandes cantidades de contaminantes antes de que sea necesaria su limpieza. Esta clase de filtro es aplicable a todo tipo de aguas. No es recomendado para retener arenas; y para el caso de aguas residuales se debe colocar obligatoriamente un prefiltrado. Es necesaria su instalación cuando el agua proviene de ríos o quebradas.

- Filtro de mallas: está conformado por una estructura metálica cilíndrica en cuyo interior van cilindros concéntricos de mallas que pueden ser metálicas y plásticas (Terán, 2007).
- Filtro de anillos: está compuesto por una serie de discos delgados de polipropileno apilados juntos alrededor de una estructura cilíndrica. Cada uno de estos discos tiene un grupo definido de aberturas y ángulos. La calidad del filtrado depende del espesor de las ranuras.

Estos sistemas de filtrado se pueden combinar teniendo en cuenta la calidad del agua de la fuente de abastecimiento, con filtros de arena y de anillos (figura 12).



Figura 12. Instalación típica de unidad de filtrado (filtro de arena y filtro de anillos)

## Unidad de fertilización

Mediante esta unidad se realiza una dosificación racional de los fertilizantes con el fin de optimizar la nutrición del cultivo aumentando así el rendimiento y la calidad. Los principales elementos que debe contener la unidad de fertilización son:

- Tanques de fertilización. Por lo general se prepara una solución madre concentrada en el cabezal de riego. Debido a diferentes incompatibilidades entre químicos, es recomendable usar 2 ó 3 tanques para la preparación de las mezclas.
- Bomba inyectora. Se recomienda cuando el diferencial de presión existente no es suficiente para el correcto funcionamiento según la tasa de aplicación.
- Dispositivos de inyección (venturis). Este mediante un diferencial de presión succiona la solución nutritiva (figura 12). Dependiendo del grado de tecnificación de la finca puede hacer que cambie la configuración de la instalación.
- Agitador de la mezcla para mantener su homogeneidad.

Es importante previamente realizar análisis de suelos y agua. Con los resultados e interpretación se evalúa la fertilización de base, el agregado de enmiendas y las posibles correcciones en el agua de riego, así como los volúmenes de fertirriego con respecto al área productiva.

- Tuberías de conducción y distribución. Esta es la tubería utilizada para conducir el agua desde el sitio de captación hasta el lote de riego. Su diámetro depende de la cantidad total de agua necesaria para el riego lo que indica que esta tubería es de mayor diámetro respecto a la tubería de distribución. Existen diferentes tipos de materiales entre los que se encuentran PVC, manguera de polietileno, aluminio entre otras. El diámetro de la tubería adecuada para el sistema de riego debe ser el mínimo posible para que transporte el agua requerida por cada uno de los emisores con una pérdida por fricción que no exceda 20% de la presión promedio de trabajo en el lateral. Así mismo, la diferencia entre los caudales descargados por los emisores desde el más cercano hasta el más alejado en la línea de riego no debe ser mayor a 10%.
- Laterales de riego o líneas de riego con goteros. Se encargan de conducir el agua desde la tubería de distribución a cada uno de los emisores de riego.
- Emisores. Existen diferentes tipos de goteros. Lo más utilizado es la línea de riego con goteros insertados. Pueden ser de polietileno con diámetros de 12 y 18 milímetros. Una opción bastante útil es la de utilizar goteros tipo botón insertados, ubicados a diferentes distancias según la separación de las plantas y el número de goteros por planta. Es importante seleccionar el caudal de ope-

ración del gotero que oscila entre 0,2 L/h (litros por hora) hasta 10 L/h. En el caso de granadilla se recomienda que el caudal esté alrededor de 8 L/h por el alto consumo de la planta, colocando de 3 a 4 goteros por planta.

#### 2.4.2. Riego por microaspersión

El riego por microaspersión consiste en aplicar el agua en forma de lluvia más fina que la arrojada por el sistema de aspersión. Trabaja a una presión comprendida entre los 15-35 psi con caudales entre 16 y 250 litros/hora. Contiene los mismos elementos que un sistema de riego por aspersión, aunque es más exigente en el sistema de filtrado debido a que las aberturas de las boquillas son menores y fáciles de taponar (Verjel *et al.*, 2004). Presenta varias ventajas, ya que se puede utilizar en gran variedad de suelos, se adapta a diferentes topografías y es un riego más localizado. Las desventajas principales radican en que puede causar efectos respecto a la presencia de plagas y enfermedades al mojar el tallo del cultivo; y un mal diseño puede que genere una mala uniformidad en la aplicación, sobre todo por el efecto del viento.

Para la selección de los microaspersores se debe tener en cuenta el diámetro de boquilla, la presión con la que se cuenta en el sistema, el caudal y el diámetro de humedecimiento.



Figura 13. Sistema de riego por microaspersión

Las preguntas más comunes que debe resolver un agricultor cuando adelanta su explotación agropecuaria respecto al manejo del agua corresponden a cuándo, cómo y cuánto se debe regar.

En el aparte anterior se describieron los diferentes tipos de riego que se pueden implementar. El tiempo de riego y la frecuencia de este, está influenciada por la relación agua-suelo-planta. Dentro del suelo encontramos que se deben establecer los parámetros físicos a partir de análisis de suelos, como *textura, estructura, densidad aparente, capacidad de campo, punto de marchitez, infiltración básica y profundidad del nivel freático del suelo*. Estos parámetros determinan cuál es la capacidad de retención de humedad del suelo y con qué facilidad está disponible para ser aprovechado por las plantas.

Dentro de los elementos climáticos importantes se encuentran la *temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar*, que permiten determinar el grado de evapotranspiración, que es la cantidad de agua que se debe reponer al cultivo que ha perdido por transpiración en la planta y evaporación del suelo.

Es indispensable tener la información sobre datos de lluvia y evaporación diaria registrada en el área del cultivo o zona de influencia. Para esto se deberá conseguir un *pluviómetro para medir la lluvia caída* y un tanque tipo A para determinar la evaporación. En caso de no ser posible la consecución de estos elementos, se debe recurrir a las entidades encargadas de registrar los diferentes fenómenos meteorológicos y solicitar los promedios mensuales tanto de la lluvia como de la evaporación (Suárez, 1987, citado por Terán, 2007).

La importancia radica en determinar la lámina de riego que necesita diariamente la planta y de acuerdo con la capacidad de aplicación del tipo de riego seleccionado y la eficiencia de este, se establece el tiempo de riego para el cultivo. Cada agricultor debe asesorarse respecto a la aplicación eficiente del recurso hídrico.

Los requerimientos de agua o uso consuntivo se calculan teniendo en cuenta la evapotranspiración de referencia y el coeficiente de cultivo asociado a la etapa fisiológica. Estudios realizados por Rivera et al. (2002) en el municipio de Urrao (Antioquia), utilizando un sistema de riego por microaspersión a 1850 msnm y con 1400 mm de precipitación, determinaron que los coeficientes de cultivo (Kc) de granadilla se encuentran entre 0,7 como Kc mínimo y 1,2 como Kc máximo. Así mismo se recomienda tomar estos valores como referencia teniendo en cuenta que las épocas de mayor demanda en el cultivo de la granadilla co-

responden a las etapas de formación de botones florales y de cuajamiento del fruto (Rivera et al., 2002). Tomando como ejemplo para la Sabana de Bogotá una evapotranspiración de referencia media de 3,3 mm, una densidad de siembra de 400 plantas por hectárea y con el coeficiente de cultivo máximo, los requerimientos de agua se encuentran alrededor de 100 litros de agua/planta por día.

Este uso consuntivo se asume como la lámina neta que se debe aplicar al cultivo para cumplir con sus requerimientos hídricos. El suministro de agua al cultivo debe incluir adicional a las necesidades netas, todo el volumen de agua que se pueda perder por escorrentía, evaporación, arrastre por el viento, percolación, sistema de riego, etc. Estas pérdidas están consideradas en la variable eficiencia.

Teóricamente se asume que la eficiencia del sistema de riego por microaspersión es de 80% y la eficiencia del riego por goteo, de 90%; aunque es necesario realizar la evaluación en cada finca para realizar las correcciones necesarias en caso de que el valor obtenido sea bajo.

Con respecto al tiempo de riego, se debe monitorear constantemente la humedad del suelo y tener en cuenta las especificaciones técnicas de caudal y presión de los equipos de riego que se están utilizando con el fin de que el agricultor determine el volumen de agua que está aplicando al cultivo.

En la figura 14 se muestra una propuesta de una disposición general de un sistema de riego por goteo para el cultivo de granadilla utilizando manguera de 16 mm ubicando 2 ó 3 goteros cercanos al tallo, implementando un reservorio como fuente de abastecimiento de agua. A manera de ejemplo se propone tubería principal de 2 pulgadas y tubería de distribución de 1 pulgada en PVC. Cabe recordar que esta propuesta varía para cada finca en particular, teniendo en cuenta la topografía, distancias de las fuentes de abastecimiento de agua y características de suelos, entre otras.

## **2.5. MANEJO DE LA NUTRICIÓN**

La cantidad y tipo de fertilizante que se debe utilizar en un programa de nutrición dependen del diagnóstico de las condiciones del suelo y de los requerimientos nutricionales del cultivo. Para evaluar el aporte de nutrientes del suelo es necesario realizar un análisis de caracterización química con suficiente anticipación a la siembra con el fin de planear adecuadamente un programa de fertilización ajustado.

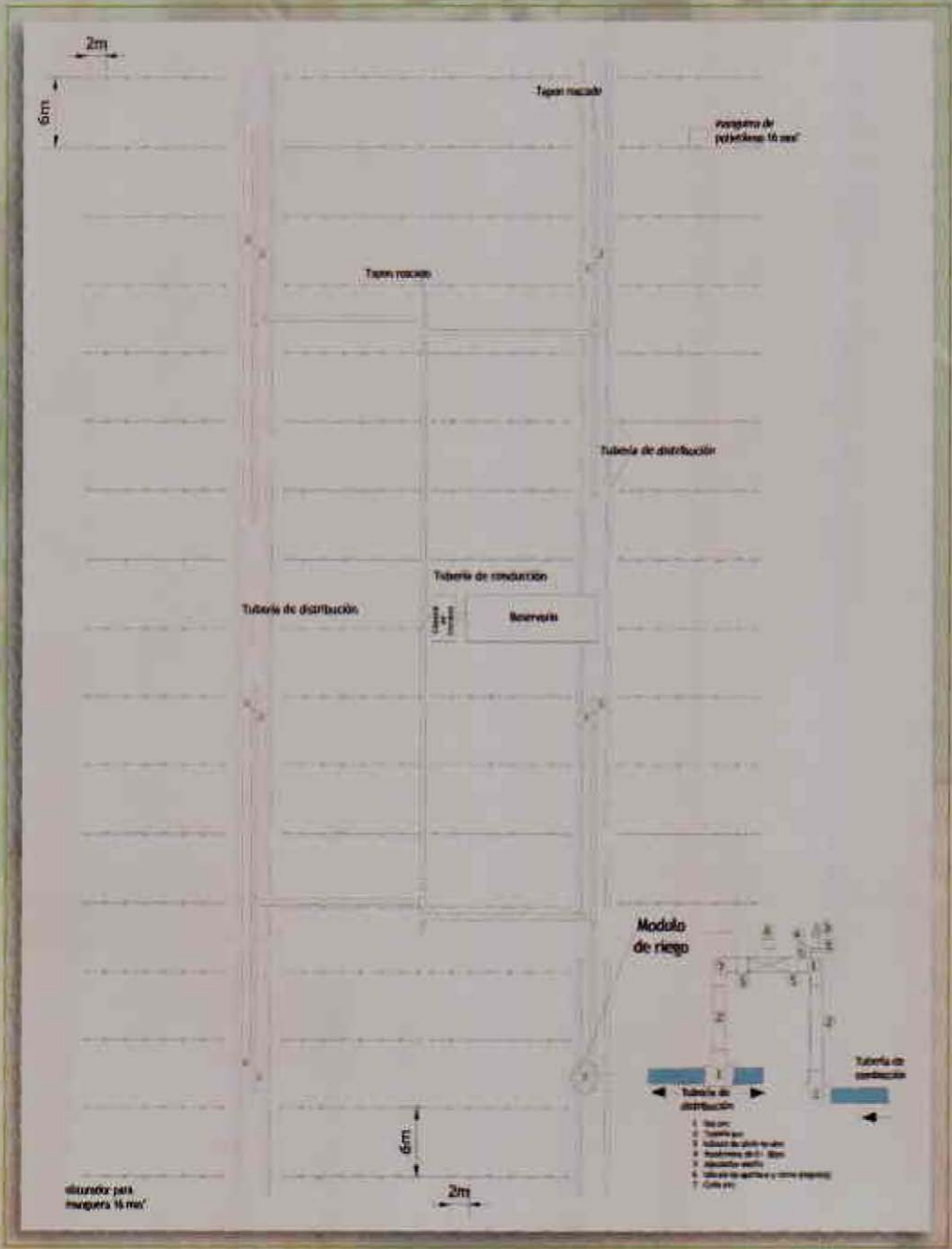


Figura 14. Propuesta de disposición general de sistema de riego por goteo ara el cultivo de granadilla (1 ha)

Para la toma de muestras de suelo para realizar la caracterización química, se deben escoger cuidadosamente el momento y los puntos de muestreo. Con este fin, el área a muestrear debe ser dividida en lotes homogéneos por tipo de suelo, relieve, vegetación dominante y manejo. No se deben tomar muestras en sitios aledaños a construcciones, áreas de rellenos, botaderos de basura, cortes de caminos y carreteras, cercas, galpones y zonas de alimentación del ganado. Se debe evitar el muestreo en periodos muy lluviosos, inmediatamente después de un aguacero de gran intensidad o en periodos de sequía prolongados. Tampoco se debe tomar la muestra poco después de haber aplicado fertilizantes o enmiendas al suelo pues el resultado no corresponderá a la realidad.

Un análisis de suelo confiable y representativo se fundamenta en la toma de una muestra compuesta, la cual debe estar constituida de varias porciones o submuestras obtenidas en diferentes sitios del lote homogéneo. En general, se puede tomar mínimo una muestra compuesta por cada 5 ha si el lote está ubicado en zona de pendiente, o por cada 10 ha si el lote es plano.

Para la conformación de la muestra compuesta, se debe evitar tomar submuestras en sitios que no presenten las mismas características generales del lote (por ejemplo, suelos de diferentes colores no deben ser mezclados para conformar una muestra). La ubicación de los sitios de submuestreo se hace al azar, asegurándose de cubrir toda el área del lote. Se deben tomar las submuestras con una herramienta limpia. Cuando se vaya a tomar cada muestra de suelo se elimina previamente la vegetación que cubre el sitio, luego con la pala u otra herramienta similar se hace un corte en forma de V, desechando el suelo extraído de esta forma. Luego con la herramienta utilizada para muestrear, se extrae de una de las paredes del hoyo un tajo de suelo de un espesor aproximado de 3 cm, eliminando con un cuchillo el tercio de cada lado, el resto se coloca en el balde. Hasta donde sea posible, se debe buscar la asesoría del asistente técnico. Las submuestras se mezclan en un balde o bolsa, y se empaqueta aproximadamente 1 kg de la muestra homogenizada en una bolsa plástica gruesa, usando siempre implementos limpios. Posteriormente, se debe identificar la muestra con los datos del lote, la fecha de muestreo, el nombre del propietario de la finca y la localización, para ser enviada al laboratorio seleccionado. El tiempo de entrega de los resultados varía según el laboratorio pero se encuentra entre 5 y 7 días hábiles. Una vez se tengan los resultados, se debe solicitar la interpretación del análisis de suelo y la respectiva recomendación a un profesional de asistencia técnica.

Los requerimientos de fertilización de un suelo se estiman considerando que una parte de los nutrientes los aporta el suelo y que el cultivo realiza una determinada extracción de nutrientes de acuerdo con su nivel de rendimiento. Angulo (2008) presenta las extracciones aproximadas para la granadilla (tabla 4).

A manera de guía se presentan a continuación algunos planes de fertilización. Los estudios en soluciones nutritivas han permitido determinar los síntomas de deficiencias de los macro y micronutrientes de las plantas de granadilla en los estados iniciales de crecimiento, según se observa en la tabla 7.

## 2.6. MANEJO FITOSANITARIO

En el manejo fitosanitario del cultivo se debe procurar la utilización de productos biológicos en el proceso de desinfección del suelo, y considerar desde el semillero el aporte de hongos antagonistas y micorrizas que permitan a la planta una mayor resistencia a las enfermedades producidas por hongos patógenos habitantes del suelo. A continuación se presentan las principales plagas y enfermedades del cultivo.

### 2.6.1. Enfermedades

El factor más limitante del cultivo de la granadilla en Colombia lo constituyen las enfermedades, entre las cuales se destacan la secadera, la gotera u 'ojo de pollo' y la pudrición de flor y botón floral.

#### Secadera

La secadera de la granadilla es causada por el hongo *Nectria haematococca* Berk. & Br. (anamorfo *Fusarium solani*) y es considerada la enfermedad más importante del cultivo en Colombia y una de las más frecuentes en cultivos de maracuyá en otras

Tabla 4. Extracción de elementos de la granadilla por año

Extracción kg/ha Elementos mayores		Extracción kg/ha Elementos menores	
N	205	Hierro	0,68
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	41	Manganeso	0,46
K <sub>2</sub> O	221	Cobre	0,06
MgO	27	Zinc	0,22
CaO	129	Boro	0,34
Azufre	13,7		

Fuente: Angulo, 2008.

**Tabla 5.** Recomendaciones sobre dosis y frecuencia de aplicación de fertilizantes en el cultivo de granadilla en Colombia

Autor (año)	Tipo de fertilizante	Dosis recomendada por planta	Frecuencia de aplicación
Bacca (1987)*	Materia orgánica	Según análisis de suelos	Cada 4 meses
	Cal agrícola	Según análisis de suelos	Según análisis de suelos
	Fertilizantes compuestos	200 -300 g	Cada 4 meses
	Gallinaza	10 kg por hueco	A la siembra
	Cal dolomita	1 kg por hueco	A la siembra
Secretaría de Agricultura de Antioquia (1986)*	13- 26-6 10-30-10	100 g por hueco	A la siembra
	Elementos menores	20 g por hueco	A la siembra
	Cal dolomítica	1 kg por hueco	Cada 6 meses
	Gallinaza	5 kg por hueco	Cada 6 meses
	Elementos menores	50 g por hueco	Cada 6 meses
	Foliar	10 cm <sup>3</sup> /litro de agua	Cada 6 meses
Bernal (1998)*	17-6-18-2	300 kg por planta	Cada tres meses en el año 1
	17-6-18-2	450 kg por planta	Cada tres meses en el año 2
	Cal dolomítica	1 kg por planta	Cada 6 meses
	Gallinaza	5 kg por planta	Cada 6 meses
	Elementos menores	50 g por planta	Cada 6 meses
Angulo (2008)	10-30-10	Se empieza con 200 g, aumentando 50 g cada aplicación hasta 350 g	4 aplicaciones al año, empezando un mes después de trasplante
	Fosfato diamónico	75 g	Con cada aplicación de 10-30-10
	Gallinaza	1 kg	Con cada aplicación de 10-30-10
	Elementos menores	-	Dos veces al año

\* Citados por Rivera et al. (2002).

regiones del mundo. En granadilla, el patógeno causa pudrición del cuello en la base de la planta cuando predominan condiciones de alta humedad en la zona de plateo y puede invadir sistemáticamente la planta a través de las raíces provocando síntomas de flacidez o marchitez en plantas en diferentes estados de desarrollo (figura 15). Causa una fuerte marchitez de las hojas, y en ocasiones un arrugamiento de frutos y la muerte de la planta, debido a que el agua y los nutrientes no pueden circular y la planta no obtiene estos suministros. En estados avanzados se pueden apreciar en la base del tallo unos puntos diminutos de color rojo intenso. Se debe tener cuidado, pues es posible infectar las plantas sanas, que por las lluvias, a través de herramientas o insectos transmiten esta enfermedad.

**Tabla 6.** Recomendaciones propias en fertilización, bajo la modalidad química versus orgánica para granadilla

<b>Etapa</b>	<b>Tipo fertilizante Dosis (g por planta)</b>	<b>Frecuencia y condiciones</b>	<b>Modo de aplicación</b>
1. Transplante	Orgánico: 10 a 15 kg	30 días antes del transplante. Abono orgánico bien descompuesto.	Mezclado con tierra del hoyo y 200 g de carbonato de calcio. Se coloca en el hoyo.
	Químico: fórmula 10-30-10 o 12-24-12 de 30 a 40 g	8 días antes del transplante. Igual dosis se aplica en 3 ocasiones cada 45 días.	Aplicado en dos puntos a 20 cm de la base de la planta.
2. Desarrollo	Orgánico: 10 a 15 kg	Dos aplicaciones: una en el sexto mes y otra en el noveno.	Extendido en la terraza a 40 cm alrededor del tallo.
	Químico: 100 g de la fórmula 18-5-15-6.2	Tres aplicaciones: sexto, séptimo y noveno mes.	Aplicado en tres puntos, tapar el fertilizante.
3. Producción	Orgánico: 20 a 30 kg	Dos veces durante el año, en el sexto y noveno mes.	Extendido en terraza a 40 cm alrededor del tallo. Mantener el cuello de la planta libre.
	Químico: a) 150 a 200 g de la fórmula 18-5-15-6.2	Tres aplicaciones, una cada 45 días, empezando desde el sexto mes.	Aplicado en tres puntos.
	b) 75 g de nutrán por planta	Se aplica en la primera semana del mes 11, con suelo húmedo.	Aplicado en tres puntos o al voleo en la terraza.
	Sulfato de zinc, sulfato de magnesio y ácido bórico. Dosis según análisis de suelo	Es recomendable aplicarlo en dos ocasiones: durante el período de floración y durante la formación de frutos.	Foliar o al suelo. No mezclar el ácido bórico con los sulfatos.

Fuente: Cerdas y Castro, 2003

**Tabla 7.** Síntomas de deficiencias nutricionales de cultivo de granadilla

<b>Nutriente</b>	<b>Síntomas de deficiencia</b>
Nitrógeno (N)	Pobre crecimiento y desarrollo. Coloración verde pálido con posterior amarillamiento de hojas viejas. Tamaño reducido de hojas. Pobre sistema radical. Los síntomas se inician en bordes hacia el pecíolo. Existe defoliación excesiva.
Fósforo (P)	Manchas amarillentas en las hojas más viejas que ascienden hacia la parte terminal. Tallos débiles y delgados. Entrenudos cortos. Caída de hojas; hojas adultas sin brillo. Hojas de tamaño reducido.
Potasio (K)	Las hojas presentan clorosis moteada, luego en los bordes. Necrosamiento hacia la base de la hoja, hojas nuevas color verde pálido. Planta chaparrada con entrenudos cortos y tallo delgado.
Manganeso (Mn)	Clorosis intervenal desde la nervadura central hacia los bordes de la hoja, posteriormente hay necrosamiento de las manchas cloróticas.
Calcio (Ca)	Tamaño reducido de las hojas. Clorosis en los bordes de las hojas maduras. Manchas necróticas en el ápice. Excesiva aparición de chupones y raíces secundarias y entorchamiento en hojas superiores y clorosis.
Boro (B)	Acartamiento excesivo de entrenudos. Clorosis moteada en hojas viejas. Deformaciones en el centro de la lámina foliar y márgenes de hojas ondulados.
Hierro (Fe)	Coloración blanquecina en nervaduras de hojas, clorosis intervenal.
Cobre (Cu)	Hojas deformadas, de color muy verde, enrolladas.
Zinc (Zn)	Reducción del tamaño de la hoja y de la lámina foliar, acortamiento de entrenudos. Escasa floración y caída de estructuras.
Azufre (S)	Plantas con crecimiento muy erecto, tallo delgado. Clorosis general en toda la hoja, incluidos los haces vasculares. Hojas más angostas y menos largas. No hay emisión de zarcillos. Poca emisión de raíces secundarias.
Magnesio (Mg)	Clorosis de las hojas más antiguas, al comienzo intervenal, después toda la hoja. Bordes de la hoja ondulados. Coloración púrpura en nervaduras principales en el envés de la hoja.

Fuente: Palomino y Restrepo (1991), Unisarc – Sena (2006).



**Figura 15.** Daños por secadera en plantas de granadilla

El hongo que causa la secadera es un habitante natural del suelo, por lo cual su control debe ser preventivo desde los almácigos, mediante prácticas como la solarización y la desinfección del suelo utilizado. Se debe regar en forma eficiente y racional, y drenar de manera que no se encharquen los suelos de los semilleros ni se sequen de manera extrema, verificando permanentemente de forma visual la humedad del suelo. El uso de herramientas para las labores de desyerbe y podas, y el ingreso a campos infectados posibilita la diseminación rápida del patógeno por el suelo adherido a botas y herramientas; por esto es necesario desarrollar estrategias preventivas para tratar estos elementos contaminados.

Para el manejo preventivo en campo se deben seleccionar zonas y áreas de siembra teniendo en cuenta el nivel freático o del agua del suelo y construyendo sistemas de drenaje en sitios que se pueden inundar, lo cual se establece según la experiencia del productor, la observación y el conocimiento del terreno. No se deben repetir cultivos de granadilla en el mismo lote y se deben rotar los lotes afectados con cultivos como pastos, arveja, frijol, etc. A la fecha no hay variedades tolerantes o resistentes, para lo cual se deberá investigar más al respecto con el fin de ofrecer soluciones a los productores de granadilla, pues la secadera es bastante limitante para su producción, además de contaminar suelos para futuras siembras.

Cuando la secadera ataca las plantas adultas se recomienda erradicarlas, tratar el hoyo con un fungicida y encalar, tener cuidado con los encharcamientos y controlar el agua de escorrentía.

Se ha encontrado que el hongo *Trichoderma* sp., es eficiente para prevenir la enfermedad, además de interactuar sinérgicamente o compatiblemente con los antagonistas presentes en el suelo. La solarización es una práctica cultural que combinada con la aplicación de *Trichoderma* sp., constituye una estrategia adecuada para combatir la enfermedad en las etapas de semillero y almácigo (Unisarc - Sena, 2006; Tamayo, 2004; Bernal, 1990; Tamayo y Morales, 1999; Castro, 2001).

Se deben hacer observaciones permanentes realizando una revisión de los almácigos, así como la verificación periódica del cultivo en especial en temporadas húmedas mediante una inspección dirigida a todas las partes de la planta. En caso de dudas, se recomienda solicitar la asesoría de un asistente técnico, ya que además de la experiencia que se pueda tener es importante basarse en análisis de laboratorio para descartar o confirmar la presencia de la enfermedad y así seguir un plan de manejo adecuado mediante técnicas de intervención. Aún faltan más alternativas de manejo de la enfermedad, y los productores se han limitado a evaluar varios productos químicos sin recomendación de uso para este propósito,

### **Gotera u 'ojo de pollo'**

Es causada por el hongo *Phomopsis* sp., y constituye una de las enfermedades más limitantes y de mayor prevalencia en semilleros y almácigos de la granadilla. Ataca hojas, botones florales y frutos pequeños. En las hojas se presentan lesiones circulares de color castaño con centro café, y rodeadas de un halo amarillo; en lesiones avanzadas el centro del tejido enfermo se cae. En frutos tiernos se presentan lesiones circulares oscuras y húmedas que producen su caída y en frutos formados las lesiones tienen forma de verruga (figura 16).

Esta enfermedad es severa en condiciones de alta humedad. Si no se toman medidas oportunas de control, causa clorosis generalizada de plántulas y caída prematura de hojas. Se presenta en cultivos enmaleza-



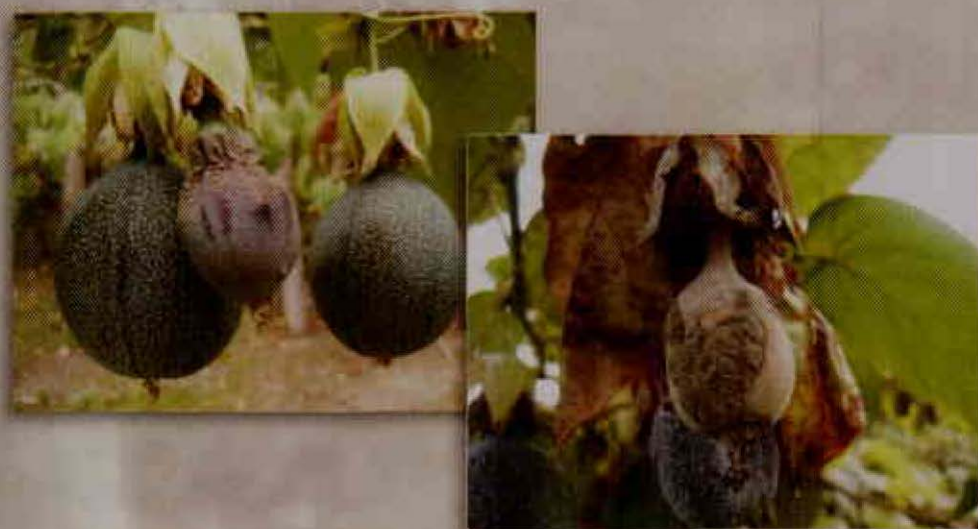
Figura 16. Daño por 'ojo de pollo'

dos y en condiciones de alta humedad relativa. Su manejo debe ser preventivo controlando la humedad en almácigos, manejando las distancias de siembra según las características de la zona, realizando podas de formación y deshojes para mejorar la aireación y penetración de la luz y siguiendo el plan de fertilización adecuado para cada cultivo. En cultivos afectados, se recomienda la poda de las estructuras afectadas, la aplicación de caldos sulfocácicos (pasta bordelesa) y retiro del material vegetal (Garcés y Saldarriaga, 1995; Tamayo y Morales, 1999; Castro, 2001; García et al., 2007).

Se recomienda inspeccionar y monitorear periódicamente el cultivo en especial en época húmeda para detectar el problema. Cuando se requiera intervención, se deben eliminar mediante podas las partes afectadas (hojas, ramas, frutos), se debe revisar la humedad, hacer recolección de frutos caídos y podas de aclareo (hojas y ramas).

### **Pudrición de flor y botón floral**

Esta enfermedad causada por los hongos *Botrytis* sp., y *Cladosporium* sp., produce en flores y botones florales lesiones húmedas y se observa la presencia de un moho de color gris y verde oliva (figura 17). La enfermedad también ataca frutos recién formados. Las flores, los botones y los frutos afectados se secan y caen. El patógeno *Botrytis cinerea* produce un moho de color gris que afecta los pistilos de la flor ya fecundada y también afecta el pedúnculo y la base del fruto.



**Figura 17.** Daños a frutos y botón floral

Para su prevención se deben manejar distancias de siembra apropiadas, podas de formación, podas de ramas y hojas para aclareo y manejo selectivo de malezas que puedan aumentar la humedad relativa del cultivo. Se recomienda la observación y revisión periódica del cultivo, la recolección de flores y frutos afectados; observar si se requiere poda y aclareo, y controlar la mosca en el botón floral, pues las perforaciones que ésta hace facilitan la entrada e inoculación del hongo. Se recomienda considerar aplicaciones de trichoderma u otros productos biológicos, que sean antagonistas de *B. cinerea*. También puede evaluarse el uso de productos a base de azufre o cobre, además de tener cuidado al usar productos químicos como difenoconazol y clorotalonil.

### **Afecciones del fruto**

Son causadas por varios hongos y se presentan en todas las zonas productoras de granadilla evaluadas. Pueden atacar en cualquier edad produciendo deformaciones del fruto, afectando su calidad y por lo tanto su precio, con lo cual se afecta la rentabilidad del cultivo y el negocio de los productores.

Una de estas enfermedades es la roña que en los frutos causa lesiones hundidas, secas, de color café y redondas, luego cuando el fruto es cosechado los tejidos de la cáscara se ablandan y se pudre parte de los frutos.

Para su manejo preventivo se deben hacer las fertilizaciones adecuadas -según los requerimientos particulares del cultivo con base en los análisis de suelos-, con lo cual se equilibra el aporte de nutrientes, pues el exceso o deficiencia de uno o varios de ellos lleva a la deformación de los frutos. Además, se deben hacer podas de mantenimiento a tiempo, hacer deshojes controlados y retirar estructuras florales residuales. Se debe hacer una revisión periódica, especialmente en las épocas húmedas. Para su control se deben hacer podas y deshojes, y en caso de requerir controles químicos se recomienda hacerlos con base en monitoreos permanentes del cultivo y teniendo en cuenta las precauciones requeridas para su uso según la etiqueta (benzimidazoles, maneb, clorotalonil).

### **2.6.2. Plagas**

#### **Mosca del botón floral**

Es una plaga común en la mayoría de los cultivos de pasifloras en varias regiones del país. El adulto es una pequeña mosca de la especie *Dasiops*

*inedulis* y *Lonchea* sp., de hábitos diurnos; los sitios de postura de huevos son el cáliz del botón floral bien formado aun sin abrir. El daño que causa es la perforación y destrucción interna del botón floral, el cual posteriormente se cae y puede generar pudriciones secundarias de flor y botón floral (*Botrytis* sp., *Cladosporium* sp.).

Es importante hacer observaciones permanentes revisando el cultivo mínimo una vez por semana, para lo cual se deben evaluar los porcentajes de daño de las estructuras florales y la dinámica poblacional estableciendo un programa de monitoreo y manejo veredal o regional.

Se deben recoger los botones florales caídos para evitar que allí se desarrollen los insectos o se refugien, para lo cual se deben hacer fosas para enterrar los frutos y estructuras afectadas y así evitar que se multipliquen las moscas.

Como intervención, se recomienda hacer un control biológico y microbiológico, aunque estos han sido poco estudiados y aplicados para controles. Estudios en otros miembros de la familia de pasifloras (maracuyá) reportan parásitos y depredadores como enemigos naturales del género *Dasiops*, pero se debe evaluar su presencia en los cultivos de granadilla en las zonas estudiadas. Como control etológico se recomienda el uso de trampas atrayentes de alimentación, como las trampas McPhail en los lotes en floración y producción, donde pueden ponerse 10 trampas por hectárea, cebadas con proteína hidrolizada de maíz al 5% (10 centímetros de proteína hidrolizada + 190 centímetros cúbicos de agua por trampa) y 2 cm<sup>3</sup> de insecticida por cada litro de agua. Esta mezcla se deposita en trampas, bien sean compradas o elaboradas con botellas plásticas, y se deben cambiar cada semana luego de hacer los monitoreos (figura 18).

Antes de hacer un control químico selectivo mediante la aplicación de plaguicidas, se recomienda tener en cuenta algunas medidas como calibrar y seleccionar los equipos de fumigación y boquillas para aplicar las cantidades requeridas de plaguicidas, usar y manejar correctamente los residuos contaminantes, hacer una correcta disposición final de envases previo triple lavado para posteriormente disponerlos según exigen las autoridades. Es muy importante leer la etiqueta antes de manipular el producto. Se deben usar productos de baja toxicidad, rotar los ingredientes activos para evitar la resistencia de las plagas a los productos y evaluar su control (Rivera et al., 2002; García et al., 2007; Unisarc – Sena, 2006; Castro, 2001; Bacca, 1987).



**Figura 18.** Trampas usadas para control y monitoreo de moscas en granadilla

### Mosca de la fruta

Se ha señalado que la especie de mosca que afecta la familia Passifloraceae es *Anastrepha pallidipennis* (Matheus, 2005). Los frutos afectados presentan una apariencia arrugada y en su interior se encuentran larvas de color amarillo cremoso, las cuales se alimentan de la pulpa de la fruta causando estancamiento en su desarrollo. 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 exportación.

Para el manejo de la plaga se recomienda realizar trampeos que permitan caracterizar su presencia y abundancia y, a partir de esta información, planear las estrategias más adecuadas para su control. Para el trampeo se utiliza la trampa tipo McPhail con proteína hidrolizada. En granadilla se acostumbra utilizar una o dos trampas por ha de cultivo, ubicándolas espacialmente de acuerdo con el diseño de la plantación. La inspección a las trampas se debe hacer cada 7 ó 10 días, haciendo un conteo de los insectos capturados. Una vez identificadas las moscas atrapadas en la trampa se cuantifican por especie, utilizando como indicador el número de moscas por trampa por día (MTD), se divide el número de moscas por trampas revisadas y el número de días transcurridos desde la última revisión. Un índice de MTD mayor a 0,080 indica la presencia de altas poblaciones de moscas que requieren control.

El muestreo de frutos es una práctica complementaria para detectar larvas de mosca en las frutas, determinar el nivel de infestación y corroborar los resultados del trampeo. Se recomienda tomar muestras de 10 frutos por ha, haciendo un recorrido en W por el lote (Rivera et al., 2002; Unisarc – Sena, 2006; Castro, 2001; ICA, 2000).

### **Trips**

Los trips (*Trips* sp.) son insectos que raspan y chupan la savia, los cuales se localizan en los brotes tiernos deformándolos (figura 19). Son plagas de común ocurrencia en todas las zonas productoras de Cundinamarca y Colombia, y se detectó su daño en los cultivos con que se trabajó. Su severidad en el daño depende de las medidas de manejo que se adopten.



**Figura 19.** Daño por trips en terminales

Como primer síntoma se observa que en los puntos de crecimiento se produce quemazón y en las hojas tiernas se presenta amarillamiento y encrespamiento, que terminan por reducir en gran parte el área fotosintética de la planta. Los daños que provocan en la parte foliar son de gran importancia económica. Debido a su hábito raspador chupador son transmisores de virus; cuando hay altas poblaciones del insecto los daños se presentan en los botones, causando malformaciones en la estructura floral y en algunos frutos que logran formarse.

Para su manejo preventivo se deben evitar en lo posible cultivos que sean hospederos alternos cercanos al cultivo de la granadilla, hacer un control se-

lectivo de malezas y evitar su floración en el cultivo, ya que varias de ellas son hospederas de los trips, y cuando se hace control en el cultivo, se pueden refugiar en estas malezas. Se deben proteger hábitats naturales en la finca, para conservar enemigos naturales, así como hacer observaciones periódicas especialmente en épocas secas, con el fin de poder evaluar el daño. Pueden ubicarse trampas de monitoreo (10 por hectárea) utilizando plásticos de colores amarillo o azul (figura 20) impregnados con aceite o pegantes especiales para estas trampas, las cuales atraen los trips adultos.

Como control biológico existen los depredadores *Amblyseius* (Acarina: Phytoseiidae) y *Orius* (Hemiptera: Anthocoridae) aunque su utilización no se ha evaluado. Como control microbiológico en forma natural se ha reportado *Beauveria* y recomendado a productores pero sin buena recepción debido al manejo que requiere este hongo. El control químico se puede hacer con productos como spinosad, clorfenapir, entre otros, siempre y cuando se tengan en cuenta las precauciones citadas anteriormente para el manejo de mosca del botón floral.



**Figura 20** Trampas para trips

### **Abeja negra**

Esta abeja (*Trigona* sp.) es un insecto común en cultivos de pasifloras y se caracteriza por atacar la flor, dañándola y produciendo su caída (figura 21), su mayor actividad se presenta en días soleados. El género *Trigona* se distingue de otros grupos de abejas porque no poseen aguijón y las venas de sus alas anteriores



**Figura 21.** Daño por abeja negra

se encuentran reducidas. Hacen sus nidos en troncos, huecos de los árboles o en la tierra y son de hábitos sociales.

Esta abeja ataca Anonáceas, Pasifloráceas, papayo, rosas y tomate de árbol. Se han reportado ataques fuertes de *Trigona* en granadilla en el departamento del Quindío. Por su hábito peculiar de cosechar néctar y polen para su alimentación o al recolectar material vegetal para la construcción del nido, ocasiona daños en el cultivo de la granadilla y hace que se convierta en plaga agrícola con carácter de gravedad en algunos casos. Las obreras cortan las hojas tiernas, taladran las flores inutilizándolas y en ataques fuertes pueden dañar los frutos.

Su control es delicado, ya que las aplicaciones de insecticidas pueden afectar *polinizadores benéficos*. La mejor forma de controlarlo es buscar los nidos alrededor de los árboles cercanos y destruirlos, no obstante que éstos pueden estar escondidos o en lugares de difícil acceso.

## Arañita roja

El ácaro *Tetranychus* sp., es limitante en épocas de verano y se encuentran generalmente en las hojas viejas causando un raspado que torna la hoja color café o cobre. Se recomienda hacer uso de lupas de buen aumento (20X o más) para poder ver los ácaros, los cuales se ubican preferentemente en el envés de las hojas.

En algunos casos el inicio del daño se presenta por focos, pero cuando el ataque es severo pueden presentarse en diferentes partes de la planta; el ácaro perfora la hoja para succionar la savia, y como resultado se presentan espacios cloróticos en la lámina foliar; cuando los ataques son muy severos las hojas se secan.

Para su manejo preventivo se debe evitar la siembra en lugares contiguos a plantaciones hospederas, especialmente las de flores, fertilizar adecuadamente para que la planta se defienda mejor (escape por crecimiento), y proteger hábitats naturales que permitan proliferación de enemigos naturales, aunque ésta última le falta ser más apreciada por los agricultores. Se deben hacer evaluaciones visuales periódicas en época de verano, especialmente en los límites del cultivo. Como medidas de intervención se puede hacer control biológico natural por ácaros depredadores o insectos de la familia Coccinellidae, los cuales se comportan como controladores biológicos eficientes.

El control químico debe ser selectivo, evitando productos de amplio espectro pues afectarán también animales benéficos. En ataques severos se puede hacer uso de acaricidas de síntesis química como abamectina, clorfenapyr, entre otros, sin abusar de ellos, ya que los ácaros pueden presentar resistencia, y siempre de acuerdo con las recomendaciones de un asistente técnico.

### 2.6.3. Manejo de arvenses

Las malezas compiten con las plantas de granadilla por luz, agua, espacio y minerales o nutrientes del suelo. Además, las malas hierbas pueden ser hospederas de gran variedad de enfermedades o insectos que también afectan el desarrollo de las plantas. Por lo tanto, debe haber un control constante de todas las plantas perjudiciales.

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, ra-

zón por la cual se recomienda realizar cuatro limpieas, una cada 3 meses, desde el trasplante hasta cuando las plantas se hayan extendido sobre el emparrado y proporcionen sombra debajo de él. Después de establecido el cultivo, la competencia de las arvenses disminuye notablemente y las limpieas se deben realizar de acuerdo con la invasión que se presente.

En el plato, el control de malezas se debe hacer a mano, para evitar heridas en la base del tallo. El primer plateo se realiza inmediatamente después del trasplante, dejando libre de malezas 80 cm alrededor de la planta, posteriormente se realizan cada dos meses, antes de la fertilización. En las calles se debe hacer control con guadaña o machete. No se recomienda el uso de herbicidas pues además de dañar la fauna y flora del suelo, pueden afectar las raíces de la granadilla que no estén muy profundas y verse afectadas al absorber los herbicidas. Se deben dejar coberturas para proteger la humedad del suelo y evitar erosión (figura 22).



**Figura 22.** Manejo de malezas (a. Plateo; b. Cultivo libre de coberturas)

## 3. COSECHA Y POSCOSECHA

### 3.1. COSECHA

Es importante proyectar la producción, para asegurar la madurez del cultivo, después del trasplante de las plántulas; la primera cosecha se presenta a los nueve meses y la máxima producción del primer ciclo se alcanza tres meses después.

Para la recolección se recomienda utilizar canastillas plásticas con dimensiones 60 x 40 x 25 cm., largo, ancho y alto respectivamente, con capacidad de 8 kg. Estas canastillas llevan acoplados unos cinturones en los lados para que el operario pueda depositar la fruta a la altura de la cadera (figura 24). La fruta recogida debe ordenarse en la caja de tal forma que los pedúnculos tengan la misma dirección para evitar que rocen las cáscaras (Cerdas, 1995). Cada vez que se termine la labor es necesario limpiar y desinfectar las canastillas plásticas con hipoclorito de sodio al 10% (Saldarriaga, 1998). Una vez la canastilla que lleva el operario alcanza su capacidad éste debe dirigirse al sitio destinado para resguardar la fruta de los rayos del sol, y volver a comenzar su labor con una canastilla limpia.

Los operarios deben conocer cada uno de los utensilios que van a usar y el método de desprendimiento que se implementa. En el caso de la granadilla el más recomendado consiste en presionar con los dedos el nudillo que está en la parte superior del fruto hasta desprenderlo (Castro, 1997). Para esta práctica es necesario que el trabajador mantenga las manos y uñas limpias y desinfectadas, no portar joyas y en lo posible utilizar guantes. Una recomendación es tratar en lo posible de no tocar la fruta debido a que se puede quitar la protección natural que le brinda la cutícula cerosa. El producto cosechado debe manipularse lo menos posible para prevenir daños físicos y aumentar el tiempo de almacenamiento.

### Índices de cosecha

Los productores cosechan según la coloración de la corteza del fruto de acuerdo con las exigencias del mercado. En su mayoría, la producción es para mer-

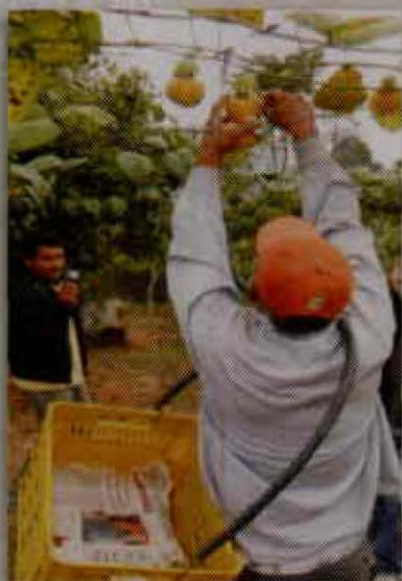
cado nacional y el color de la corteza debe ser amarillo. Igual sucede para el mercado de exportación, con una excepción en el que la coloración debe ser 80% de amarillo y el resto verde; esto con fines de presentación a los clientes finales (figura 23).



**Figura 23.** Coloración de frutos en punto de recolección (A. para exportación; B. izquierda: fruta para mercados de exportación, derecha: nacional)

El tiempo transcurrido entre la floración y la cosecha se estima entre 70 y 75 días, criterio que puede ser aprovechado por el agricultor para planear las actividades y aproximarse a una determinación de los momentos de cosecha (Saldarriaga, 1998). Se recomienda cosechar en las primeras horas de la mañana para aprovechar las bajas temperaturas y humedades relativas altas. Debido a que el producto debe estar totalmente seco, no se recomienda cosechar después de una lluvia.

No se debe mezclar fruta sana con fruta con algún tipo de daño, especialmente si el daño es biológico o con daño por insectos. Para evitar esto, la fruta en mal estado puede escogerse previa o simultáneamente con la fruta sana, pero utilizar recipientes diferentes para su transporte (García, 2008), se debe evitar cosechar fruta que presente lesiones de pedúnculo, verde, muy pequeña o con poco peso y deforme (Cerdas y Castro, 2003).



**Figura 24.** Recolección manual de granadilla

## Operación

Muy pocos productores emplean tijeras para la cosecha y es recomendable emplear una malla denominada 'mallalón', que protege el fruto de daños mecánicos, pues la corteza de la granadilla es sensible a rayones y esto perjudica su presentación (figura 25). Esto se hace para la fruta que es tipo exportación y se le coloca justo antes de cosecharla de la planta, pues si hay alta humedad o llueve después de colocado el mallalón se deteriora la calidad del fruto.



Figura 25 Frutos con malla para su protección

**Mano de obra:** es necesario capacitar a los operarios para que detecten eficientemente el índice de madurez y la calidad del producto que se requiere para el mercado, mediante la ejecución de métodos adecuados de recolección. En la planificación del área de producción, se debe contar con instalaciones para que los trabajadores puedan dejar sus objetos personales y cambiar su ropa por uniformes libres de contaminantes.

**Herramientas:** en la planificación del área de producción, también se debe contar con un espacio con las condiciones necesarias para realizar el mantenimiento de las herramientas de trabajo y asegurar su higiene.

### 3.1.1. Transporte

#### Transporte terreno - centro de acopio

Una vez la fruta ha sido cosechada y dependiendo de la distancia a la cual se encuentre el centro de acopio se inicia el transporte. Cuando el centro de acopio está cerca del de producción, se puede llevar las canastillas en la mano, aunque se recomienda usar una carretilla.

Es recomendable colocar la fruta acostada para acomodar el pedúnculo entre dos frutas y así evitar roces. Cada capa de fruta se puede inmovilizar (para evitar rasguños y roces) con la colocación de papel periódico entre cada capa de fruta. La granadilla no debe sobrepasar la capacidad de la caja (Cerdas y Castro, 2003). No se deben colocar más de 3 tendidos para evitar el deterioro de la fruta que puede causarse por el peso y la presión entre unos frutos y otros.

Si el cultivo se encuentra muy retirado del sitio de almacenamiento, es aconsejable adecuar un lugar intermedio que cumpla con las condiciones mínimas: fresco, sombreado, protegido de la lluvia, que el producto no toque directamente el suelo y en el cual se pueda realizar un almacenamiento temporal (un día) tanto de insumos para la cosecha como de la granadilla.

### 3.2. RAYADO DE FRUTOS

En 30% de los cultivos se presentan daños a los frutos por rayado de los mismos, a causa del contacto entre estos y la acción del viento, pues al moverse los frutos contiguos pueden alterar la apariencia de la corteza lo cual afecta la presentación, mas no la sanidad (figura 26).

Se recomienda el enmallado de los frutos para protegerlos y evitar que se afecte la presentación de los mismos, aunque debe tenerse en cuenta la posible acumulación de humedad entre la malla y la corteza de los frutos. Otra alternativa es hacer un ‘raleo’ o eliminación de frutos de manera que no que-



Figura 26. Rayado de frutos

den en contacto, evaluando si al eliminar estos frutos se pueden compensar adecuadamente las pérdidas.

Ninguno de los productores realiza procesos de poscosecha a las frutas tal como lavado, encerado, desinfección, etc., pues se despacha a los clientes una vez cosechada.

### 3.3. POSCOSECHA

Se estima que en Colombia se pierde 35% de la producción de frutas y hortalizas debido a un pésimo manejo después de la cosecha. Entre las operaciones básicas a realizar durante la poscosecha para condicionar y mantener la calidad de la fruta se deben tener en cuenta las siguientes operaciones (García, 2008).

#### 3.3.1. Selección

Esta operación de acondicionamiento se inicia desde la cosecha cuando se descartan las frutas que presentan daños fitosanitarios que puedan afectar la calidad del producto con el que esté en contacto. El personal encargado debe seleccionar frutos que estén enteros, tengan la forma esférica característica de la fruta, libres de ataques de insectos, presenten el corte del pedúnculo a la altura del primer nudo, conserven la capa de cera natural, y no presenten daños mecánicos como rayones, hundimientos y agrietamientos.

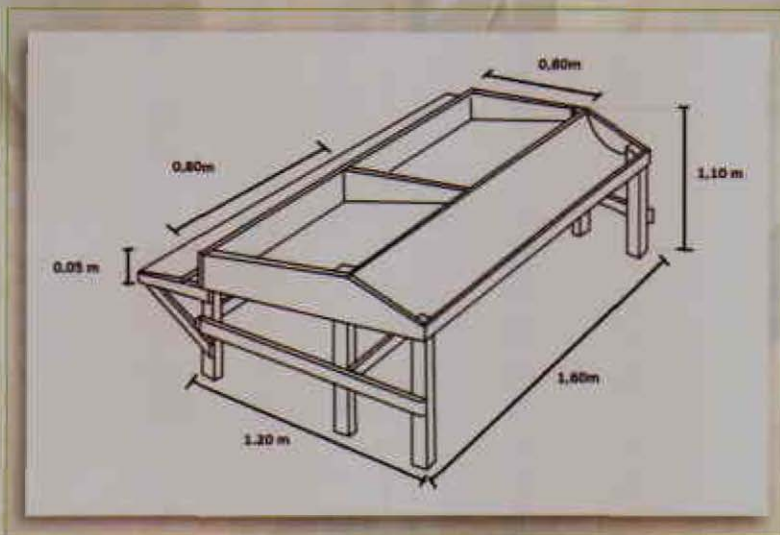


Figura 27. Mesa para selección de frutas

La selección se debe realizar en mesas diseñadas para tal fin (figura 27), las dimensiones que se proponen pueden variar en el largo según la capacidad de producción que tenga el cultivo. Se recomienda usar acero inoxidable por su fácil limpieza y su bajo grado de corrosión, con una inclinación de 5% hacia el operario para mejorar las condiciones de trabajo.

### 3.3.2. Clasificación de la granadilla

Si el objetivo final del productor es el mercado internacional, la granadilla que coseche debe cumplir los parámetros de la norma técnica colombiana NTC 4101, para la categoría extra, para la cual se deben cumplir con todos los parámetros de calidad descritos en la selección y que la fruta tenga un diámetro igual o mayor de 78 mm y peso promedio de 140 g. Se recomienda que el agricultor tenga en cuenta características químicas tales como los grados Brix y acidez.

Con la clasificación de la fruta se propone dar uniformidad a las diferentes categorías. Se puede clasificar la granadilla en tres categorías y se 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 (Castro, 2001).

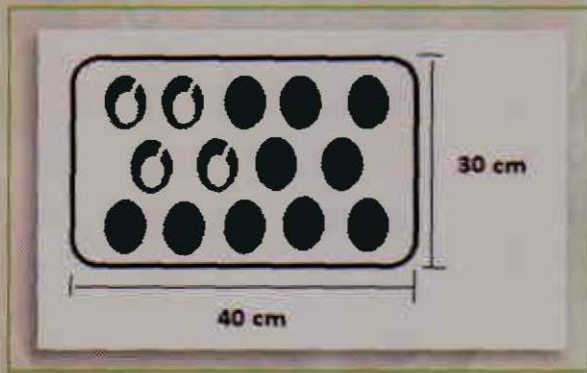
La norma Icontec NTC 4101 no considera el calibre ni el color para la clasificación:

- Categoría extra: la granadilla debe cumplir los requerimientos generales definidos en la norma NTC 4101 y estar exenta de todo defecto que demerite 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 o ácaros, en una proporción no mayor de 10% del área total del fruto.
- Categoría II: 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 (Icontec, 1997).

### 3.3.3. Empaque

El empaque debe ser seleccionado para proteger el producto de daños mecánicos, permitir el intercambio de calor, resistir la manipulación y el apilamiento.

Se deben utilizar canastillas plásticas, cartón en el fondo y a los lados de estas, después de cada tendido de fruta se debe colocar papel encerado para evitar que el producto se raye; máximo tres tendidos en la canastilla cuya capacidad debe ser para un promedio de 90 granadillas y un peso de 12 kg. Para el mercado de exportación se usan cajas con dimensiones 40 x 30 cm ó 50 x 30 cm con alvéolos de plástico o pulpa reforzada (Hoyos y Gallo, 1987; Icontec, 1997) (figura 28).



**Figura 28** Empaque para granadilla, alvéolos 30 x 40

Se recomienda como alternativa para el empaque materiales como el PET, con canastillas cuya capacidad es de 1000 g, las cuales poseen orificios que permiten la transferencia de gases con el medio ambiente (figura 29).



**Figura 29** Empaque para granadilla, material PET

Fuente: Producto y Empaque Ltda., 2010.

### 3.3.4. Condiciones de almacenamiento para la conservación de los frutos

Después de las operaciones de acondicionamiento, el producto empacado puede permanecer por un tiempo en el centro de acopio, donde se recomienda no almacenar por más de 30 días en condiciones de medio ambiente. Generalmente, el almacenamiento se realiza en canastillas plásticas apiladas en la bodega destinada. Ya que el objetivo principal del productor es el mercado de exportación, se aconseja realizar el almacenamiento en cajas de cartón, para evitar la excesiva manipulación de la fruta. El apilamiento no debe exceder seis cajas de altura, las cuales se deben depositar encima de estibas para proteger la última caja; se debe colocar cinta gruesa en las esquinas del apilamiento para evitar la deformación de las cajas en caso de movimientos bruscos.

No es necesario refrigerar la granadilla, pero si el productor o comercializador cuenta con cuartos fríos, la puede almacenar a una temperatura entre 8 y 9 °C (Rivera *et al.*, 2008), ya que temperaturas inferiores a estas causan daño por frío a la fruta (se quema la cáscara y toma un color café, y no termina de madurar). Diversos estudios reportan que la granadilla almacenada a temperatura ambiente alcanza un mayor porcentaje de grados Brix con el mismo grado de madurez que la granadilla almacenada a 8° C.

### 3.3.5. Transporte

El transporte se debe realizar en camiones carpados. Se recomienda que el color de la carpa sea claro para que no absorba el calor de la radiación y de esta manera no se aumente la intensidad respiratoria del producto durante su traslado. El camión debe contar con las condiciones de higiene necesarias, estar libre de olores y en lo posible transportar sólo una clase de fruto. El operario encargado del embalaje debe apilar las canastillas o cajas de tal manera que se evite el rozamiento, no exceder el número de canastillas apiladas y acomodar utilizando unas correas de amarre para prevenir los movimientos bruscos que causen daños. No se deben llenar los camiones hasta el techo; por lo general se apilan entre 5 y 6 canastillas dependiendo de la altura del camión; éstas se deben asegurar mediante correas para evitar que con los movimientos bruscos que desacomoden las filas.

### 3.3.6. Infraestructura

En general, el adecuado almacenamiento y proceso poscosecha de los productos depende del diseño de una infraestructura que permita llevar a cabo

las operaciones indicadas cumpliendo los estándares de calidad y las normas establecidas para tal fin. La infraestructura debe ser diseñada con base en la producción o rendimiento obtenido por el agricultor, el tipo de producto a almacenar y el mercado al que se pretende llegar.

En este capítulo se plantean las recomendaciones generales (materiales, dimensiones, estructura, normas básicas) que debe tener en cuenta el agricultor para que al momento de establecer su cultivo, inicie la construcción de su sala poscosecha (figuras 30 y 31).



Figura 30. Diagrama de procesos poscosecha para el cultivo de granadilla

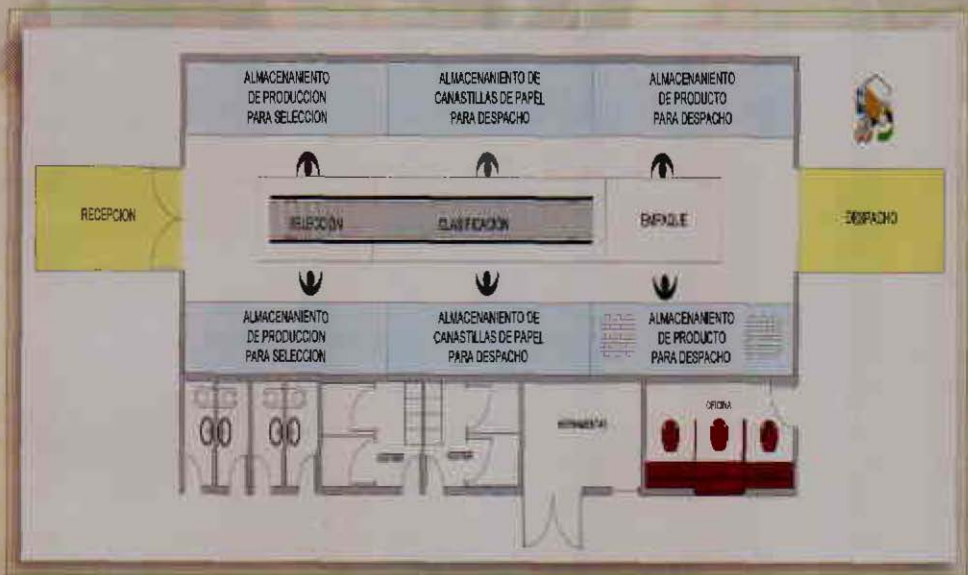


Figura 31. Esquema estructura en planta proceso poscosecha

De acuerdo con el proceso poscosecha y el esquema en planta de la infraestructura descrito anteriormente, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones para cumplir con las normas establecidas:

La geometría de la construcción en general debe tender a una forma rectangular, lo que permite diseñar un flujo lineal del producto donde el desplazamiento lo haga el material vegetal y no el personal de operarios, para evitar contaminación cruzada. Debe contar con salidas laterales y rutas de evacuación demarcadas, así como instalaciones sanitarias que permitan al personal de la poscosecha lavar y desinfectar sus manos durante el proceso sin salir de la planta.

Los elementos de columna pueden ser en metal, concreto, madera inmunizada o guadua. En el caso de usar columnas de concreto se debe anclar la columna a la placa. Para los casos en los que se usa una cubierta muy pesada se debe tener en cuenta diseñar zapatas bajo los elementos de columna perimetrales. En el caso de implementar columnas en metal, se puede usar perfiles en L anclados a la placa con pernos autoperforantes. Para elementos de columna en madera se recomienda el uso de mojones (bases) de cemento y sobre ellos instalar las columnas de madera. En cualquier caso el diámetro de los elementos de columna se diseña en relación a la altura del elemento, excepto en los perfiles en L.

La cubierta de la estructura de poscosecha puede fabricarse en diversos materiales tales como teja metálica (zinc), teja rígida (plástico o fibrocemento) o lámina de polietileno de baja densidad. Debe tener canales de recolección de aguas lluvias que eviten erosionar la placa de concreto y al mismo tiempo hacer uso adecuado de las aguas lluvias. La cubierta debe ser preferiblemente alta con el fin de manejar un microclima bajo cubierta lo más fresco posible. Se recomiendan columnas de 3,5 m de altura aproximadamente. Para la inclinación de la cubierta se debe tener en cuenta la pluviosidad y el régimen de vientos, especialmente en el caso del polietileno. Pueden usarse películas plásticas especiales, que ofrezcan un microclima adecuado para las labores de poscosecha. Por ejemplo, el plástico blanco bloquea 70% de la luz por lo que ofrece una temperatura bastante menor bajo cubierta y a unos precios inferiores a los de una cubierta sólida; en condiciones normales puede tener una duración de 2 años. En el caso de usar tejas metálicas (zinc) puede usarse bajo la cubierta un material aislante térmico que se conoce como duralfoil, el cual disminuye la temperatura de manera importante. También es importante que se maneje en lo posible estructuras a dos aguas que permitan la salida de aire caliente y húmedo por la parte superior de la cubierta.

En la cubierta debe fijarse la iluminación artificial, la cual debe ser suficiente para que el trabajo se desarrolle en óptimas condiciones. Deben tener una cubierta que evite que caiga al suelo en caso de romperse.

En cuanto a los cerramientos se pueden usar diferentes materiales entre los que se cuentan muros en ladrillo, malla eslabonada, madera, guadua, lámina de plástico o tela verde de cerramiento. También se pueden combinar algunos materiales. La selección del material dependerá de aspectos económicos, de seguridad y disponibilidad, entre otros. Para un agricultor mediano y con una estructura en crecimiento se puede recomendar muros de ladrillo hasta 1,5 m y malla eslabonada de 2 m. Sobre la malla se puede instalar un cerramiento plástico con polietileno blanco para manejar una temperatura más baja dentro del lugar de poscosecha. Se recomienda el uso de cerramientos para evitar daños por acción de roedores o pájaros que puedan ingresar en la noche y dañen el producto recolectado que no haya sido procesado.

El piso debe ser preferiblemente sólido de tal forma que se puedan realizar operaciones de lavado y desinfecciones periódicas. Al fabricar la placa de concreto se debe tener en cuenta las cargas que posteriormente tendrá la estructura para diseñar de manera adecuada la cimentación. Para tal efecto es importante conocer la capacidad portante del suelo y así evitar asentamientos diferenciales en el futuro.

Se deben tener desniveles y desagües adecuados con el fin de hacer más rápidas y eficientes las operaciones de lavado y desinfección. El área externa contigua a la zona de recepción y de despacho debe considerarse en la placa principal de la estructura; la cubierta sí puede ser independiente. Esto con el fin de ofrecer protección al producto tanto a la entrada como a la salida de la planta de poscosecha. En el área de despacho se recomienda tener una rampa que permita un proceso de cargue más cómodo y eficiente.

Dentro de los diferentes procesos que se realizan en la sala poscosecha se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Las mesas de clasificación pueden ser en madera o metal; deben ser diseñadas teniendo en cuenta la altura adecuada que permita un trabajo ergonómico y cómodo para el operario, asegurando un eficiente rendimiento en sus labores. La selección del material dependerá de las labores de limpieza y desinfección que se deban realizar, sin embargo se pueden combinar materiales como la madera con láminas de acero inoxidable.

Para secar el producto cuando fuere necesario, se pueden implementar estructuras metálicas de varios pisos que permita secar varias tandas de producto simultáneamente. Para hacer más eficiente el secado se pueden instalar extractores de gran caudal para desplazar el aire húmedo fuera de la poscosecha.

Para almacenar insumos y materiales de trabajo en la poscosecha se pueden instalar bodegas en la parte lateral por ambos costados; en lo posible se deben dejar salidas laterales como rutas de evacuación. También se puede disponer de estas áreas para zonas de oficina, vestieres y baterías sanitarias para el personal de la planta de poscosecha.

Para la desinfección y lavado de los materiales, herramientas o insumos utilizados en el proceso de poscosecha es preferible tener una zona cercana a la planta pero que no haga parte de ella de tal manera que se disminuya la posibilidad de contaminación.

## 4. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción varían de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Tenencia de la tierra
- Labores que se lleven a cabo en el campo de cultivo
- Tipo de preparación de terreno
- Material de siembra
- Fertilización
- Equipo de riego utilizado
- Costo del uso del agua de riego
- Infraestructura
- Manejo fitosanitario y manejo pos-cosecha
- Mercado destino

Los costos de producción estimados para un cultivo de granadilla al primer trimestre de 2010 se presentan en las siguientes tablas. Los costos de instalación de las espalderas en la tabla 8 y los costos de producción y mantenimiento del cultivo en la tabla 9.

Tabla 8. Costo de instalación del emparrado del cultivo de granadilla

Actividad	Patrón		Precio/ unidad	% participación	Valor total
	Unidad	Cantidad			
<b>Costos directos</b>					
Labores					
Distribución postes	Jornal	4,0	25.000	1,8	100.000
Clavada de postes	Jornal	24	25.000	1,8	600.000
Tendida y grapada del alambre	Jornal	6	25.000	2,2	150.000
Instalación templeles	Jornal	10	25.000	1,1	250.000
<b>Subtotal</b>	<b>Mano Obra</b>	<b>44</b>		<b>20,5</b>	<b>1.100.000</b>
<b>Insumos</b>					
Poste en madera	Unidad	770	2.500	35	1.925.000
Alambre liso calibre 10	kg	90	3.400	5,6	306.000
Alambre liso calibre 12	kg	340	3.850	23,8	1.309.000
Alambre liso calibre 14	kg	190	4.200	14,5	798.000
Grapas	kg	8	4.100	0,6	32.800
<b>Subtotal</b>				<b>79,5</b>	<b>4.370.800</b>
<b>Total costos instalación emparrado</b>				<b>100</b>	<b>5.470.800</b>

El emparrado tiene como principal costo la madera utilizada, que de acuerdo con la zona donde se realice el cultivo, utilizando materiales locales, se puede reducir el costo.

Tabla 9. Costos de producción cosecha/hectárea de granadilla

Actividades	Patrón Unidad	Cantidad	Precio/ unidad	% Participación	Valor total
<b>Costos directos</b>					
Análisis de suelos					144 000,0
<b>Labores</b>					
Siembra	Jornal	13	20.000	1,1	260 000
Resiembra	Jornal	2	20.000	0,2	40 000
Control manual de malezas	Jornal	57	25.000	5,8	1 425 000
Control de plagas y enfermedades	Jornal	25	25.000	2,6	625.000
Fertilización	Jornal	20	25.000	2,1	500 000
Aplicación riego	Jornal	5	25.000	0,5	125 000
Poda	Jornal	10	25.000	1,0	250 000
Construcción emparrado	Mano Obra	44	25.000	4,5	1 100 000
Recolección	Jornal	23,0	25.000	2,4	575 000
Colgada y amarre	Jornal	8	25.000	0,8	200 000
Construcción drenaje	Jornal	5	25.000	0,5	125 000
<b>Subtotal labores</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>212</b>		<b>22,0</b>	<b>5.369.000</b>
<b>Insumos</b>					
Semilla	Unidad	2 215,0	3.000	27,3	6.645 000
Construcción emparrado	Unidad	1,0	4 370.800	17,9	4 370.800
Insecticida	L	2,5	20.000	0,2	50 000
Insecticida - nematocida	L	3,0	33.000	0,4	99 000
Fungicida	kg	2,0	83.750	0,7	167 500
Fertilizante simple	Bulto	5,0	72.500	1,5	362.500
Fertilizante compuesto	Bulto	10,0	87.500	3,6	875 000
Fertilizante compuesto	Bulto	4,0	93.750	1,5	375 000
Fertilizante foliar	L	2,0	60.000	0,5	120 000
Fertilizante correctivo	Bulto	5,0	29.875	0,6	149.375
Cicatrizante hormonal	Tarro	3,0	13.433	0,2	40.299
Empaques	Costal	150,0	600	0,4	90.000
Asistencia técnica	Anual	1,0	50.000	0,2	50 000
<b>Subtotal insumos</b>				<b>54,9</b>	<b>13.394.474</b>
<b>Total costos directos</b>				<b>77,0</b>	<b>18.763.474</b>
<b>Financiación 80% por banco</b>					<b>15.010.779</b>

(Continúa página siguiente).

Tabla 9. Costos de producción cosecha/hectárea de granadilla  
(Continuación)

Actividades	Patrón Unidad	Cantidad	Precio/ unidad	% Participación	Valor total
<b>Costos indirectos</b>					
Arrendamiento	Mes	12,0	110.000	5,4	1.320.000
Administración	Anual	4,0	750.539	3,1	750.539
Imprevistos	Anual	5,0	938.174	3,8	938.174
<b>Subtotal</b>				<b>12,3</b>	<b>3.008.713</b>
<b>Otros costos indirectos</b>					
Comisión FAG	Anual	2,0	300.216	1,2	300.216
IVA sobre comisión	Anual	16,0	48.034	0,2	48.034
Costos financieros	Anual	15,0	2.257.621	9,3	2.257.621
<b>Subtotal</b>				<b>10,7</b>	<b>2.605.871</b>
<b>Total costos sin FAG ni tasa de interés</b>				<b>89,3</b>	<b>21.772.187</b>
<b>Total costos con FAG y tasa de interés</b>				<b>100,0</b>	<b>24.378.058</b>
<b>Ingreso total</b>	ton	22,00	1.500.000		<b>33.000.000</b>
<b>Ingreso neto</b>					<b>8.621.942</b>
<b>Indicadores económicos</b>					
<b>Rentabilidad</b>					35,4%
<b>Punto de equilibrio (t/ha)</b>					16
<b>Relación costo/beneficio</b>					0,7
<b>Costo unitario (kg)</b>					2.216
<b>Tasa interna de retorno</b>					
<b>Inversión</b>	<b>Ingresos año 1</b>				
-24.378.058	33.000.000				
TIR	35%				

Los insumos, representados principalmente en la semilla, 27% y el emparrado, 18% constituyen 54% de los costos directos; la mano de obra, 22% de los costos directos.

#### Indicadores económicos

Rentabilidad	35,4%
punto de equilibrio (t/ha)	16
Relación costo/beneficio	0,7
Costo unitario (kg)	2.216
<b>Tasa interna de retorno</b>	
Inversión	Ingresos año 1
-24.378.058	33.000.000
TIR	35%

**Tabla 10.** Costos de sostenimiento una hectárea de granadilla

Actividades	Patrón		Precio/ unidad	% Participación	Valor total
	Unidad	Cantidad			
<b>Costos directos</b>					
<b>Labores</b>					
Resiembra	Jornal	2	25.000	0,3	50.000
Control Manual de Malezas	Jornal	57	25.000	9,8	1.425.000
Control de Plagas y Enfermedades	Jornal	25	25.000	4,3	625.000
Fertilización	Jornal	20	25.000	3,4	500.000
Aplicación Riego	Jornal	5	25.000	0,9	125.000
Poda	Jornal	10	25.000	1,7	250.000
Recolección	Jornal	40,0	25.000	6,8	1.000.000
Colgada y Amarre	Jornal	8	25.000	1,4	200.000
<b>Subtotal labores</b>	<b>Mano Obra</b>	<b>167</b>		<b>28,6</b>	<b>4.175.000</b>
<b>Insumos</b>					
Insecticida	L	3	20.000	0,3	50.000
Insecticida – Nematicida	L	3	33.000	0,7	99.000
Fungicida	kg	2	83.750	1,1	167.500
Fertilizante Simple	Bulto	5	72.500	2,5	362.500
Fertilizante Compuesto	Bulto	10	87.500	6,0	875.000
Fertilizante Compuesto	Bulto	4	93.750	2,6	375.000
Fertilizante orgánico	ton	2	600.000	8,2	1.200.000
Fertilizante Foliar	L	2	60.000	0,8	120.000
Fertilizante Correctivo	Bulto	5	29.875	1,0	149.375
Empaques	Caja	2.200	600	9,0	1.320.000
Asistencia técnica	Anual	6	150.000	6,2	900.000
<b>Subtotal insumos</b>				<b>38,5</b>	<b>5.618.375</b>
<b>Total costos directos</b>				<b>67,1</b>	<b>9.793.375</b>
<b>Financiación 80% por banco</b>					<b>7.834.700</b>
<b>Costos indirectos</b>					
Arrendamiento	Mes	12,0	100.000	8,2	1.200.000
Administración	Anual	4,0	391.735	2,7	391.735
Imprevistos	Anual	5,0	489.669	3,4	489.669
<b>Subtotal</b>				<b>14,3</b>	<b>2.081.404</b>
<b>Otros costos indirectos</b>					
Comisión FAG	Anual	2,0	156.694	1,1	156.694
IVA sobre comisión	Anual	16,0	25.071	0,2	25.071
Costos financieros	Anual	15,0	1.178.339	8,1	1.178.339
Depreciación	Anual		1.367.500		1.367.500
<b>Subtotal</b>				<b>18,7</b>	<b>2.727.604</b>
<b>Total costos sin FAG ni tasa de interés</b>				<b>81,3</b>	<b>11.874.779</b>
<b>Total costos con FAG y tasa de interés</b>				<b>100,0</b>	<b>14.602.383</b>
<b>Ingreso total</b>	<b>t</b>	22,00	1.500.000		<b>33.000.000</b>
<b>Ingreso neto</b>					<b>18.397.617</b>

En el sostenimiento del cultivo de la granadilla, los rubros de mayor peso en los costos directos son en su orden: los Insumos, 38,5% y la mano de obra, 28,6%. En los insumos el mayor gasto es en los abonos orgánicos y en la mano de obra el control de malezas.

La depreciación de las construcciones se hace a cuatro años a partir del primer ciclo de sostenimiento.

**Tabla 11.** Indicadores económicos costos sostenimiento del cultivo de granadilla

Rentabilidad	126%
Punto de equilibrio (t/ha)	10
Relación costo/beneficio	0,4
Costo unitario (kg)	1 327
Tasa interna de retorno	
Inversión	Ingresos año 1
-14.602.383	33.000.000
TIR	126%



## BIBLIOGRAFÍA

- Agronet. 2010. Análisis – Estadísticas. En: Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario – Agronet Colombia. <http://www.agronet.gov.co/agronet-web/>; consulta: abril 2010.
- Aguiar-Menezes E, Menezes E, Cassino PC, Soares M. 2002. Passion Fruit. En: Peña JE, Sharp JL, Wysoki M. (eds.) Tropical Fruit Pests and Pollinators. CAB International, UK. p. 361-390.
- Angulo R. 2008. Granadilla *Passiflora ligularis*. Bayer CropScience. Colombia. 30 p.
- Bacca H. 1987. El cultivo de la granadilla *Passiflora ligularis*. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Cúcuta 33 p.
- Bejarano A. 2003. Guía para la producción de frutales de clima frío moderado. Corporación Latinoamericana Misión Rural (CLMR) – IICA – Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Multi-Impresos. 79 p.
- Benalcázar A, Canessa G, Guabloche M, Silva H, Peirano G. 2001. Granadilla: extracto y fresco. Seminario de Negocios – Universidad del Pacífico. Facultad de Administración y Contabilidad. Perú. [www.upbusiness.net](http://www.upbusiness.net); consulta: abril 2010.
- Bernal J. 1990. El cultivo de la granadilla *Passiflora ligularis*. En: Memorias I Simposio Internacional de Pasifloras, Palmira, p. 153 – 163.
- Caro M. 1992. Obtención de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) y granadilla (*Passiflora ligularis* Juss). Tesis Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Castro L. 2001. Guía básica para el establecimiento y mantenimiento del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis*). Asohofrucol. 75 p.
- Cerdas M, Castro J. 2003. Manual práctico para la producción, cosecha y manejo poscosecha del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*, Juss). San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 63 p.
- Espinel C, Martínez H, Peña Y. 2005. La cadena de los frutales de exportación en Colombia: Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Documento de Trabajo No. 67. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Observatorio Agrocadenas. Bogotá. 66 p.
- FAO / LATINFOODS. 2002. Tabla de Composición de alimentos de América Latina. <http://www.riic.fao.org/es/bases/alimento/>; consulta: abril 2010.
- Fischer G. 1990. Ecophysiological aspects of fruit growing in tropical highlands. Acta Horticulturae 531: 91-98.
- Fischer G. 2000. Ecofisiología de frutales de clima frío moderado. En: III Seminario de Frutales de clima frío moderado. Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales –CDTF. Manizales. pp. 51 – 59.
- Flores D, Brenes J. 2004. Establecimiento, micropropagación y enraizamiento in vitro de Granadilla (*Passiflora ligularis*, Juss). Informe Final. Instituto Tecnológico de Costa Rica - Centro de Investigación en Biotecnología. <http://bibliodigital.itcr.ac.cr:8080/dspace/bitstream/2238/371/1/INFORME+FINAL+de+granadilla+.pdf>; consulta: abril 2010.
- Flores D, Brenes J, Guzmán A. 2000. Propagación por estacas y estudio preliminar del establecimiento in vitro de granadilla (*Passiflora ligularis*, Juss). Tecnología en Marcha. Vol. 18 No. 2 Especial.
- Franco O, Tobar J, Quijano R, González A. 2008. Caracterización preliminar de frutos de granada china (*Passiflora ligularis* Juss.) en Hueyapan y Teziutlán, Puebla. Ciencia Ergo Sum Vol. 15. No. 001. Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México. p. 54-60.

- Garcés J, Saldamaga R. 1995. El cultivo de la granadilla. Cooperativa Integral de Productores de Urrao, Antioquia. 33 p.
- García J, Floriano J, Vera L, Segura J. 2007. Enfermedades y plagas del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) en el departamento del Huila. Centro de Investigación Nataima, El Espinal, Tolima. Produmedios 36 p.
- García J, Floriano J, Vera L, Segura J. 2007. Enfermedades y plagas del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) en el departamento del Huila. Centro de Investigación Nataima. El Espinal, Tolima, Produmedios. 36 p.
- García M. 2008. Manual de manejo cosecha y pos cosecha de granadilla. Corpoica. Bogotá. 100 p.
- Guzzo F, Ceoldo S, Andreetta F, Levi M. 2004. In vitro culture from mature seeds of *Passiflora* species. Scientia Agricola (Piracicaba, Brazil). Vol.61, No.1, p. 108-113. En: [http://www.conde-san.org/apcfiles/237543fdce333f3a56026e59e60adf7b/Cap\\_1\\_2.pdf](http://www.conde-san.org/apcfiles/237543fdce333f3a56026e59e60adf7b/Cap_1_2.pdf); consulta: abril 2010.
- ICA. 2000. Manejo de plagas con tecnología MIP. Boletín de sanidad vegetal N° 29. División de Sanidad Vegetal.
- ICBF. 2005. Tabla de composición de alimentos colombianos. En: [http://alimentoscolombianos.icbf.gov.co/alimentos\\_colombianos/consulta\\_alimento.asp](http://alimentoscolombianos.icbf.gov.co/alimentos_colombianos/consulta_alimento.asp); consulta: abril 2010.
- Icontec. 1997. NTC 4101. Frutas frescas granadilla especificaciones. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá. 14 p.
- ITIS (Integrated Taxonomic Information System). s.f. *Passiflora ligularis*. National Museum of Natural History - Washington, D.C. [http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt?SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=504140](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt?SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=504140); consulta: abril 2010.
- Kuethne Y. 2010. The official list of recognized species from the *Passiflora* genus, 2010. En: *Passiflora Project International (PPI)*, [http://www.ppi.nu/index\\_bestanden/Page1100.htm](http://www.ppi.nu/index_bestanden/Page1100.htm); consulta: abril 2010.
- López M, Beltrán M, Cardona J, Yepes H. 2006. La Fruta de la pasión, potencial contribución de la naturaleza a la seguridad alimentaria. Fundación Universitaria del Área Andina. Investigaciones Andina No. 12 Vol. 8.
- Matheus H. 2005. Las moscas de la fruta. Boletín de Sanidad Vegetal 44. ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) – División de Sanidad Vegetal. Bogotá. 67 p.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2008. Apuesta Exportadora Agropecuaria 2006-2020. p. 119.
- Nieto A, Rivera B. 2002. Asociación Café – Granadilla: una alternativa tecnológica para la innovación de los sistemas productivos. En: IV Seminario Nacional de Frutales de de Clima Frío Moderado. Medellín, 20 - 22 de noviembre de 2002.
- Palomino M, Restrepo F. 1991. Síntomas de deficiencias nutricionales en el cultivo de la granadilla *Passiflora ligularis* Juss. Tesis, Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Medellín 80 p.
- Pérez M, Mazzani E, Pacheco W. 2001. Colecta de pasifloras silvestres y cultivadas en zonas altas de los estados Aragua y Miranda. Región centro-norte de Venezuela. Plant Genetic Resources Newsletter 125: 11-15.
- Rivera B, Miranda D, Ávila L, Nieto A. 2002. Manejo integral del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss). Editorial Litoas, Manizales, Colombia. 130 p.
- Saldarriaga R. 1998. Manejo post cosecha de granadilla (*Passiflora ligularis*). Serie de paquetes de capacitación sobre manejo post cosecha y comercialización de frutas y hortalizas No 7. Convenio SENA – Reino Unido. Armenia. Quindío. 266 p.
- Sánchez I, Ángel F, Fajardo D, Castillo MF, Lobo M, Grum M, Tohme J, Roca W. 1995. Caracterización por medio de marcadores moleculares, como base en el mejoramiento genético del género *Passiflora* L. CORPOICA. CIAT.
- Sanjinés A, Øllgaard B, Balslev H. 2006. Frutos comestibles. En: Moraes M, Øllgaard B, Kvist LP, Borchsenius F, Balslev H, (eds.) Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia, pp. 329-346.
- Starr F, Starr K, Loope L. 2003. *Passiflora ligularis* Sweet granadilla *Passifloraceae*. United States Geological Survey-Biological Resources Division Haleakala Field Station, Maui, Hawaii. 4 p.

- Tamayo P. 2004. Evaluación de desinfectantes de herramientas para el control de la seca-dera de la granadilla. *Ascoli Informa* Volumen 30/2 pp. 12-13.
- Tamayo P, Morales J. 1999. Manejo agronómico y fitosanitario de semilleros y almácigos de granadilla. *Corpoica Regional 4*, Rionegro, Antioquia. *Boletín Técnico*.
- Terán C, Valenzuela M, Villaneda E, Sánchez G, Hío J. 2007. Manejo del riego y la fertirri-gación en tomate bajo cubierta en la Sabana de Bogotá. *Corpoica*. 88 p.
- Unisarc - Sena. 2006. Producción limpia de granadilla. *Cartilla Convenio Universidad de Santa Rosa de Cabal UNISARC – Servicio Nacional de Aprendizaje SENA*.
- USDA (Natural Resources Conservation Service). 2010. The PLANTS Database (<http://plants.usda.gov>; Abril, 2010). National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA.
- Velásquez E, Arias C. 2009. Anuario estadístico de frutas y hortalizas 2004-2008 y sus calendarios de siembra y cosecha. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Direc-ción de Política Sectorial- Grupo de Sistemas de Información. Bogotá. 301 p.
- Verjel L, Terán C, Gómez C, Valenzuela M, Rengifo, G, Conde P. 2004. Manejo del riego en cebolla Ocañera *Manual técnico*. *Bucaramanga. Corpoica*. 60 p.

## ANEXOS

### ANEXO 1. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DE MERCADO

Los siguientes conceptos básicos fueron tomados del Manual de Economía Wikipedia.

- **Costo de producción:** se entiende por costo de producción el pago que se hace por el uso de los recursos o de la inversión necesaria para producir un determinado bien o prestar un servicio. No necesariamente se realiza en efectivo; en muchos casos es una estimación (arrendamiento de la tierra propia, mano de obra familiar, administración que realiza el productor) de lo que debería pagarse a un tercero por el uso de dichos recursos. Los costos se diferencian de los gastos en que los primeros contribuyen a un objetivo productivo.
- **Costos de inversión:** comprenden los desembolsos realizados hasta el momento en que se empiezan a producir beneficios. Estudios preliminares, compra de terrenos, maquinaria, equipos, semovientes, construcciones, establecimiento de cultivos, etc. Estos costos, por lo general, están ligados a cultivos o explotaciones de mediano y tardío rendimiento. Los costos de preinversión (estudios de prefactibilidad y factibilidad, investigaciones, diseños preliminares) están ligados a los costos de inversión.
- **Costos directos:** son los causados directamente por el proceso productivo. Varían con el volumen de la producción, motivo por el cual se consideran variables. El costo de los insumos y materias primas y de la mano de obra son los elementos más importantes de dichos costos.
- **Costos indirectos:** son aquellos en que se incurre necesariamente al iniciar y durante el proceso de producción. Se consideran fijos porque en el corto y aun en el mediano plazo se mantienen constantes. Como ejemplo de estos costos se tienen los alquileres, intereses, primas de seguros, depreciaciones e impuestos.

Los productos muestran marcadas diferencias en cuanto a la composición de los costos de producción. La producción realizada en forma extensiva se aso-

cia a una alta proporción de costos fijos, lo que implica ineficiencia. Por el contrario, la producción que muestra una alta proporción de costos variables parece ser más eficiente. Lo anterior trae como consecuencia la necesidad de incluir el volumen de producción y el tamaño de la explotación a la discusión sobre la importancia de la composición de los costos, por lo tanto es necesario incluir y ampliar los conceptos de costos.

En economía se maneja un concepto de costos derivado del concepto de costo total, de gran importancia para el análisis de una explotación y del problema de la determinación de los niveles de producción de máxima ventaja económica para el productor que es:

- **Costo fijo promedio:** indica que el costo fijo por unidad se reduce a medida que se aumenta la producción, resultado de distribuir un valor fijo entre un número mayor de unidades. Matemáticamente se representa:

$$CF/Y,$$

Donde: Y es la producción total por hectárea o por unidad productiva.

- **Utilidad de costos:** los análisis de los costos de producción pueden tener múltiples objetivos entre los cuales sobresalen:
  1. Servir al productor como una guía para la toma de decisiones sobre inversiones, compra de insumos y niveles de rentabilidad esperados.
  2. Como instrumento de política para diferentes acciones de apoyo al sector, subsidios, fijación de precios, establecer ventajas competitivas, etc.
  3. Como herramienta para identificar aquellas prácticas de producción que pueden o requieren ser mejoradas a través de actividades de validación, capacitación y transferencia de tecnología.

En el proceso de producción se pueden identificar objetivos comunes a los productores y técnicos que están directamente relacionados con los costos de producción. Entre otros podemos enumerar:

1. Elevar la eficiencia productiva de los predios con el fin de mejorar los ingresos y el bienestar del productor y su familia.
2. Aumentar la calidad y cantidad de la oferta de materias primas y de alimentos
3. Generar excedentes de producción.
4. Contribuir al desarrollo de las regiones.

Como se puede observar, los objetivos anteriores no se pueden obtener de manera simultánea y en muchos casos riñen entre sí. Si aumentamos la oferta, por lo general se reducen los precios y esto puede ocasionar menores ingresos. Así mismo, incrementos en los rendimientos no siempre se reflejan en mayores ganancias del productor. Igual suele acontecer con la calidad del producto.

Lo anterior enfatiza la necesidad de realizar un análisis que permita con bastante aproximación lograr una producción eficiente que incremente las ganancias del productor, mejore la calidad y el volumen de alimentos y a la vez permita al consumidor obtener alimentos y/o materias primas a menores precios.

- **Costos de exportación:** En el proceso de exportar, se debe definir una estrategia, no sólo con respecto a los costos, sino también con la calidad del producto a exportar. Los costos, en su mayoría, están en función de la infraestructura necesaria para acondicionar y colocar los productos en el puerto o lugar de embarque para exportación. Las cadenas o redes de frío, las distancias a los puertos, los fletes, son entre otros los que ocasionan la mayor parte de los costos.

## DEFINICIONES INCOTERMS

**EXW** (ex works): El exportador entrega el producto en un lugar específico (bodega, planta empacadora, etc.), pero no incurre en costos de exportación o manejo.

**FCA** (free carrier): el exportador entrega el producto listo para exportar al transportista y éste se responsabiliza de la carga.

**FAS** (free alongside ship): el exportador envía el producto hasta el medio de transporte (barco, tren, avión). El exportador asume todos los riesgos y responsabilidades hasta ese momento.

**FOB** (free on board): el exportador coloca el producto en el medio de transporte (aéreo, marítimo, ferroviario). El exportador asume los costos y riesgos hasta esta etapa.

No cabe duda de que los escasos márgenes de retribución que genera el comercio de productos agrícolas, muchas veces compensados por el volumen

de producto, van a continuar siendo un motivo de presión para que los empresarios agrícolas se aboquen al diseño de una estrategia de costos que les permita competir en el mercado internacional.

Entender los costos que conlleva el proceso de producción y entender, también, los costos del proceso de exportación son herramientas indispensables para toda agroempresa, y bien empleadas pueden generar resultados ventajosos. Poder identificar los costos más relevantes de un proceso, le puede permitir al agroempresario buscar mejores opciones tecnológicas o buscar la forma de reducirlos.

**CFR** (cost and freight): el exportador se responsabiliza de entregar el producto en el puerto o lugar de destino, pero no se responsabiliza del riesgo de pérdida o daño del producto, ni de otros costos en que se pueda incurrir durante la entrega.

**CIF** (cost, insurance and freight): el exportador se responsabiliza de la entrega del producto en el puerto o lugar de destino y asume el costo del seguro del producto.

**DES** (delivered ex ship): el exportador cumple con su obligación al poner la mercadería a bordo del buque, pero no asume los trámites de importación y descarga.

**DEQ** (delivered ex quay): el exportador pone a disposición del importador el producto en el muelle (descargado), pero no asume los trámites de importación.

**DAF** (delivered at frontier): el exportador pone a disposición del importador el producto en la frontera del país de destino, habiendo cumplido con los trámites de exportación, pero no de importación. Es importante definir con precisión el lugar y punto de destino.

## INDICADORES ECONÓMICOS

Los indicadores económicos de una inversión, en la mayoría de los casos, tienen que ver con la rentabilidad de esta. Se utilizan para hacer proyecciones y tener una mayor certeza sobre los resultados de invertir en alguna actividad productiva. A continuación se presentan los más utilizados y derivados directamente de los costos de producción.

- **Tasa Interna de retorno (TIR):** la TIR es el tipo de interés efectivo de una operación; en una serie de flujos monetarios futuros (en diferentes momentos) tanto positivos como negativos, hace que el valor actual neto (VAN) sea cero. Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad.
- **Valor actual neto (VAN):** el VAN es la suma de diferentes flujos monetarios realizados en distintos periodos de tiempo, pero valorados en un momento dado. Si, por ejemplo, se estiman los ingresos de un cultivo durante uno o más años, para que este sea rentable el VAN tendrá que ser superior a cero, lo que significará que recuperaremos la inversión inicial y tendremos más capital que si lo hubiéramos puesto a renta fija.

La fórmula que permite calcular el valor actual neto es:

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

$V_t$ : flujos de caja en cada periodo  $t$

$I_0$ : valor del desembolso inicial de la inversión

$n$ : número de periodos considerados

### Rentabilidad

Sólo los agricultores que obtengan productividades por encima del punto de equilibrio ganan en este negocio

$$\text{Rentabilidad (\%)} = \text{ingreso neto} / \text{costo total} \times 100$$

Ingreso total =  $Y \times P_y$ , donde  $Y$  = unidades de producto y  $P_y$  = precio unitario de venta

Una de las razones por las que los agricultores se mantienen produciendo, a pesar del incremento de sus costos por ha y la caída de sus precios reales, es el crecimiento de la productividad física (rendimientos).

$$\text{Costo total} = Y \times C_u, \text{ donde, } C_u = \text{costo unitario de producción}$$

Ingreso neto = ingreso total - costo total

**Punto de equilibrio:** es el nivel de producción y ventas que permite a un productor cubrir los costos y gastos

Costos totales/precio pagado al productor por unidad de producto

**Relación costo/beneficio:** es una herramienta muy útil en la toma de decisiones de producción, que desafortunadamente es muy poco utilizada por los productores. Permite calcular el beneficio que se obtiene por cada peso invertido en un negocio.

Costo total/beneficio total

Si la relación  $c/b$  es  $< 1$  es rentable la inversión.

Si la relación  $c/b$  es  $> 1$  no es rentable invertir.

Si la relación  $c/b$  es  $= 1$  apenas cubre los costos.



Biblioteca Agropecuaria  
de Colombia - BAC



010100028458

ISBN: 978-958-719-650-4



9 789587 196504



**CORREDOR  
TECNOLÓGICO  
AGROINDUSTRIAL**  
BOGOTÁ Y CUNDINAMARCA

**BB CAMARA**  
DE COMERCIO DE BOGOTÁ

Por nuestra sociedad

