



Centro de Investigación Palmira



Postobón S.A.



Manual sobre el cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis*) en Colombia

Juan Jaramillo Vásquez¹
Jaime Cárdenas Rocha²
Javier Orozco Ávila³

¹ I. A., Ph.D., Coordinador Red de Frutales. Investigador Emérito, CORPOICA.

² I. A., Especialista, Jefe Fomento Agrícola, Productora de Jugos, Tuluá.

³ I. A., M. Sc., Director Centro de Investigación Palmira, CORPOICA.

Jaramillo Vásquez, Juan; Cárdenas Rocha, Jaime; Orozco Ávila, Javier / Manual sobre el cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis*) en Colombia. Palmira - Colombia: Corpoica, 2009. 80 p.

Palabras clave: MARACUYÁ (PLANTA), ANATOMÍA DE LA PLANTA, SISTEMAS DE CULTIVO, ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS, CONSTRUCCIONES, PRÁCTICAS DE CULTIVO, COMERCIALIZACIÓN, COLOMBIA-PALMIRA.



© Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica
C.I. Palmira

ISBN: 978-958-740-000-7
Codigo de Agenda: PN31100054
Código Único Interno: 270
Primera edición: Mayo de 2009
Tiraje: 500 ejemplares


Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@corpoica.org.co
www.corpoica.org.co

Agradecimiento especial a Alfredo Paredes Z. por su apoyo para la publicación de este manual.

Producción editorial:
Diagramación, impresión y encuadernación



www.produmedios.org

Diseño gráfico:  Dannahite

Impreso en Colombia
Printed in Colombia





Tabla de Contenido

Agradecimientos	5
Introducción	7
Botánica	8
Descripción	9
Genética	10
Floración	12
Polinización	13
Semilla	15
Fruto	15
Importancia económica	16
Importancia alimentaria y usos	18
Exportación	21
Condiciones ambientales	22
Propagación	22
Semilleros	24
Propagación por estacas	25
Propagación por injerto	27
Propagación por acodo	28
Propagación "In vitro"	28
Preparación del terreno	28
Mecanización	29
Hoyada	29
Riego	29
Sistemas de siembra	31
Monocultivo	31
Cultivos intercalados	31
Asociaciones	32
Nutrición	32
Síntomas de deficiencia	35
Tutorado	41
Sistema de Mantel (Hawaiano o T)	42
Sistema de Espaldera	43

Prácticas de cultivo	45
Guía de amarres	45
Manejo de problemas fitosanitarios	45
Manejo de enfermedades	46
Virus	47
Manejo de plagas	54
Manejo de malezas o arvenses	60
Cosecha y poscosecha	61
Empaque	64
Clasificación	65
Maracuyá tipo industrial	65
Almacenamiento	67
Comercialización	67
Mercadeo	68
Recurso genético y mejoramiento	68
Costos de producción	74
Bibliografía	78





Agradecimientos

El cultivo del maracuyá se ha desarrollado rápidamente en Colombia gracias a varios factores, entre los cuales están su buena adaptación y rusticidad, la rapidez de su producción, su vocación agroindustrial, así como su demanda y aceptación en los mercados internacionales; a la actividad de investigación y promoción por parte del Estado, caso del ICA en los años de 1960 y 1970 y de los empresarios privados notorio en la década de 1980 cuando Grajales Hermanos fueron los primeros en desarrollar el cultivo comercialmente e iniciaron su transformación y exportación (Cirad, 1992).

En los siguientes años entidades como el Centro Frutícola Andino, el ICA, el Cirad de Francia y la Universidad Nacional sede Palmira continuaron investigando y transfiriendo tecnología a los productores y empresas agroindustriales. Empresas como Passicol, Cicolsa, Productora de Jugos y CEA de Barranquilla, entre otros, también aportaron al desarrollo y beneficio de este cultivo.

Estos esfuerzos y la visión que los acompañaron lograron posicionar el cultivo en menos de 20 años; caso único especialmente porque fue la agroindustria y la exportación hacia donde se dirigió el producto.

Vale la pena destacar el aporte y contribución al desarrollo del cultivo por parte de los asistentes técnicos particulares y de la agroindustria, quienes por medio del seguimiento, investigación y apoyo generaron conocimiento técnico, capacitaron a los productores e hicieron avanzar el cultivo y sacar provecho de manera práctica a un sistema relativamente nuevo. De esta forma llenaron los vacíos de conocimiento técnico que no pudo suplir la institucionalidad en su momento.

Se menciona en especial a profesionales como Francia Varón de Agudelo del ICA, quien mantuvo líneas de investigación particular-

mente importantes como el caso de los virus y nematodos que han permitido implementar manejos apropiados y mantener cultivos en producción. Carlos Chacón, quien generó información en momentos donde se requería tecnología apropiada para el desarrollo del cultivo. Igualmente Osman Larrota en lo relacionado con la fisiología de esta especie en el Valle del Cauca.

Estos asistentes técnicos han contribuido al desarrollo del cultivo del maracuyá, así como de otros sistemas productivos, de forma que en este Manual se verá su enorme aporte, esfuerzo que los autores agradecen y reconocen.

El maracuyá continúa siendo una alternativa importante para Colombia por la generación de divisas y de empleo, así como componente de la seguridad alimentaria.

Es importante destacar la presencia del cultivo en la mayoría de los departamentos del país, donde además se distingue en general por su calidad y rendimientos en relación con otros países. Mucho ha corrido desde los inicios de la producción tecnificada en los años de 1960 cuando se estimaban como aceptables rendimientos de 10 ó 12 ton/ha. Hoy en día 50 y aun 60 ton/ha parecen lo normal, obviamente con el empleo de tecnología intensiva.

Falta mucho por hacer en cuanto a producción de variedades mejor adaptadas y estables con resistencia o tolerancia a las principales enfermedades; nuevas arquitecturas de planta que permitan una utilización diferencial dependiendo de los ambientes; implementación de buenas prácticas de cultivo, en su concepción de la agricultura ecológica con énfasis en manejo de plagas; zonificación de la producción en cuanto a la selección de mejores ambientes; calidad de frutos en sus propiedades de contenido de jugo, relación de porcentaje de sólidos solubles y acidez; empleo de germoplasma para introducir rasgos útiles y nuevos; coleccionar la valiosa riqueza en passifloras, especialmente ante la destrucción de los bosques como consecuencia del narcotráfico y la urbanización comercial.

Se agradece al SENA y a la compañía GRAJALES HNOS, por el apoyo dado al documento, a la señora Damaris García por la labor de digitación y al señor James Peñaloza por su colaboración con las gráficas.





Introducción

El maracuyá ha llegado a ser una de las frutas más importantes y de mayor demanda del país por su vinculación con la agroindustria y la exportación. Su amplia adaptación y sus características únicas de aroma, color y acidez son base para la elaboración de jugos, extractos y mezclas.

Se le conoce como fruta de la pasión, parchita en Venezuela, chinola en República Dominicana y *passion fruit* en países angloparlantes.

El nombre de fruta de la pasión o pasionaria se deriva de la relación que hicieron los españoles de la pasión de Jesucristo con la anatomía de la planta: los tres pistilos representan los clavos; los cinco estambres, las heridas; los filamentos, la corona de espinas; los cinco pétalos y cinco sépalos, los 10 apóstoles presentes en el martirio; los zarcillos axilares, los látigos y el fruto, el mundo a redimir.

Proviene de la voz aborigen “maracuyá” que significa “comida preparada en totuma” (por *Crescentia cujete*) o “comida preparada en cuia” (vaso). Malavolta, 1994, Schweintesiuss *et al.*, 1997.

Se menciona que el primer país que inició la producción comercial del maracuyá fue Australia, donde la planta fue introducida en 1861, y en la década de 1930 se reporta la primera producción para el mercado, aunque este país nunca ha participado de manera importante en el mercado mundial de la fruta o del jugo.

Aunque su entrada al país se reporta varios años antes, el momento decisivo fue cuando el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, lo introdujo a Colombia en 1963 a través de Dalmo Giacometti (FAO), al Centro de Investigación Palmira (Patiño, 2002). en ese momento se introdujeron variedades provenientes de Brasil, Hawaii y Venezuela.

Desde el inicio el ICA buscó seleccionar variedades para las condiciones del país. Para ello se entregaron en 1966 la selección Hawai y posteriormente las selecciones Venezuela, Brasil Amarillo y Brasil Rojo. Estos materiales se cruzaron rápidamente y al poco tiempo ya no existían las selecciones mencionadas (Valencia y Silva, 1975).

Su historia incluye la promoción adelantada en los años de 1960 por un importante agricultor del Valle, Henry Orozco Tenorio, quien regaló muestras de frutos en la Avenida Sexta de Cali, para darla a conocer y crear un mercado, como efectivamente sucedió pocos años más tarde.

En el mundo el cultivo se inicia en forma importante en los años de 1940 en Australia, es promovido posteriormente en Kenia y Sudáfrica. En la década de 1970 se desarrolla en Brasil y en la de 1980, en Colombia y Ecuador; posteriormente, en la de 1990 en Costa Rica, Venezuela y Perú. (Schweintesiuss *et al.*, 1997).

Botánica

Según Albert (1991), la familia botánica *Passiflora* comprende 22 géneros, 4 de ellos en América. *Passiflora* es el género más grande, para esa fecha con 450 especies; Colombia es el país que mayor número de especies presenta en el mundo, con 131. El maracuyá amarillo, *P. edulis* var. *flavicarpa* Degener, y el maracuyá púrpura o rojo *P. edulis* f. *edulis* Sims provienen del Brasil, donde no existen como formas silvestres.

Los dos subgéneros *Tacsonia* (curubas) y *Passiflora* (granadillas) son los más importantes desde el punto de vista comestible.

Para Medina y Lobo (2000), *P. edulis* var. *Edulis*, llamada en Colombia curuba redonda, corresponde al maracuyá morado y se encuentra en las vertientes de los Andes -a 2000 msnm- de Ecuador, Colombia y Venezuela. Indica procesos de adaptación de *P. edulis* Sims en Colombia a partir de las formas cultivadas que llegaron a estos países procedentes del Brasil, principalmente.

Patiño (2002), menciona una especie de granadilla encontrada en el alto Caquetá que podría pertenecer a la especie *Passiflora edulis*.



Para López y colaboradores (2006), en el mundo existen cerca de 465 especies y Brasil dispone de unas 200 y su principal centro de distribución está en la región centro norte.

En Colombia se destacan además por su comercio y calidad la curuba larga (*P. molissima*), la granadilla (*P. ligularis*), la badea, (*P. quadrangularis*) y la chulupa (*P. maliformis*).

Descripción

El maracuyá pertenece a la familia de las Passifloras, sus plantas son trepadoras, leñosas, vigorosas, con tallos verdes y acanalados en la parte superior, zarcillos axilares más largos que las hojas enrolladas en la parte superior.

Se conocen dos variedades botánicas: *P. edulis* var. *Flavicarpa* Degener, de frutos con pericarpio amarillo, de forma alargada con coloración púrpura intenso, y hojas, tallos, zarcillos y semillas color marrón oscuro. La *Passiflora edulis* Sims presenta a su vez pericarpio púrpura y hojas, zarcillos y tallos de color verde claro con algunas trazas de púrpura o rosado.

Además, los frutos de *edulis* son redondeados, de mejor aroma y sabor que los amarillos. Akamine 54, Store 1950, Nakasone *et al.*, 1967, citados por Valencia y Silva, 1975.

Las hojas son de color verde lustroso con pecíolos acanalados. La lámina foliar es palmeada, generalmente con tres lóbulos (Reyes, 2006). Las primeras hojas son enteras y luego entre 8 y 14 hojas posteriores comienza la diferenciación a la forma lobulada así como la aparición de los zarcillos. En general las hojas son trilobuladas, menos en la parte media.

Las flores son solitarias y axilares fragantes y muy vistosas. Poseen dos nectarios redondos en la base del folíolo (Akamine *et al.*, 1957). La flor tiene 5 pétalos con 5 estambres, un estilo tripartito y dos series de filamentos en corona de color púrpura en la base y blanco en el ápice. Las flores abren entre las 12,30 y las 3 p.m. y permanecen abiertas hasta las 8 p.m. En el Valle del Cauca, Valencia y Silva (1975) encontraron que la apertura de las flores en materiales amarillos y rojos se llevó a cabo entre las 12 y las 3 p.m.



Las raíces son pivotantes y el sistema radicular es superficial y poco distribuido, donde más de la mitad de las raíces se sitúan en los primeros 30 cm del suelo y el 80% a una distancia menor de 50 cm desde el tallo (Chacón, 1991, Kuhne citado por Malavolta, 1994).

Genética

Las diferentes especies de pasifloras poseen número haploide de cromosomas de 6, 9, 10, 11, 12 y 24. Los de los subgéneros Tacsonia y Passiflora son todos $n = 9$, lo que indica que la hibridación es posible como método de mejoramiento (Albert de E., 1991).

Los primeros estudios sobre la herencia de algunas características detectaron herencia simple, dominante el púrpura sobre el verde en el color de los zarcillos. El color de la cáscara parece controlado por genes sin dominancia donde la F1 es intermedia (Oliveira y Ferreira, 1991).

En cuanto a resistencia a enfermedades en maracuyá amarillo, se ha encontrado algún grado de resistencia a la secadera debida a un gen dominante con posible efecto heterótico. En *P. edulis* f. *edulis* la resistencia está condicionada por un gen homocigótico recesivo (Oliveira y Ferreira, 1991).

Desde el punto de vista de la polinización y la formación de frutos, los resultados dependen de los diversos grados de autoincompatibilidad basada en el crecimiento diferencial del tubo polínico en el estilo, lo cual presenta efectos negativos sobre el rendimiento de la planta (Akamine y Girolami, 1957, citados por Villaume, 1991).

Para Texeira (1994), la incompatibilidad en maracuyá se debe a la falta de viabilidad del polen para fertilizar el óvulo.

De acuerdo con Knight y Winter (1963), existen tres grupos de plantas dependiendo del grado de incompatibilidad entre sí:

1. Plantas totalmente incompatibles con 5% de fructificación
2. Plantas parcialmente incompatibles con 5% – 59% de fructificación
3. plantas compatibles con 60% de fructificación

En general, se presenta menos incompatibilidad en los clones amarillos en comparación con los rojos (Valencia y Silva, 1975).



Así mismo, se presenta el fenómeno de la velocidad y el grado de curvatura de los estilos, los cuales determinan tipos de producción variable (Villaume, 1991). Este autor describe tres tipos de curvatura de los estilos; con curvatura completa, curvatura media y totalmente erecto. El rendimiento es mayor en guías con pistilos completamente curvos que en los otros dos tipos.

Estos tipos pueden darse en una misma planta en grados variables. Ruggiero (1991) encontró en Brasil diversas proporciones en plantas de maracuyá amarillo que iban desde 96% de curvatura completa (CC), 1,77% de curvatura media (CM) y 2,12% totalmente erecta (TE); hasta plantas con proporciones de 44% (TC), 15,38% (CM) y 39,74% (TE). Este aspecto es importante, pues la selección de plantas con características de buena polinización y amarre del fruto debe surgir de cierto número de observaciones continuas y no de una sola.

También se pueden describir las siguientes combinaciones de estilos con diversas posiciones en relación con las anteras (Matsumoto *et al.*, 1991; Cárdenas, 2006).

Estilo sin curvatura: los estilos y estigmas están unidos en un ángulo de 90° en relación con las anteras. No hay polinización o muy poca (Figura 1).



Figura 1. Estilos erectos; nótese la posición de los estigmas en relación con las anteras.



- Estilo parcialmente curvo: ángulo de 45° entre estigmas y antera, las cuales permanecen por debajo o al mismo nivel de aquéllas. La polinización se dificulta.
- Estilo totalmente curvo: los estigmas se encuentran al mismo nivel o por debajo de las anteras. La polinización puede llegar al 45%.

Texeira (1994) menciona que en el maracuyá se presenta el fenómeno de protandria, pues las anteras abren más temprano dejando el polen expuesto cuando los estigmas aún no son receptivos y están en posición levantada. Más tarde cuando los estigmas se mueven hacia abajo, las anteras están sin polen debido a los agentes polinizadores. Así mismo este autor menciona la presencia de plantas de maracuyá con autoincompatibilidad homomórfica (no hay diferencias morfológicas). Otros autores mencionan que puede presentarse también cierta incompatibilidad cruzada (Embrapa, 1999).

El fenómeno de frutos huecos es una consecuencia de las situaciones descritas anteriormente.

Floración

La floración depende de las condiciones ambientales, particularmente de la lluvia durante la antesis y del manejo (Villaume, 1991). Se inicia entre los 5 y 6 meses según Reyes (2006) o entre los 4 y 8 meses según Cárdenas (2005).

En las condiciones de Costa de Marfil el tiempo entre la antesis y la cosecha fluctúa entre 50 y 65 días (Fouque *et al.*, citado por Villahme, 1991). En Colombia los tiempos son similares (Cárdenas, 2005).

Estudios de Valencia y Silva (1975) en el C. I. Palmira encontraron que tanto para el maracuyá amarillo como para el rojo las flores se abren entre las 12 a.m. y las 3 p.m., y permanecen abiertas hasta las 8 de la noche.

La importancia de estos factores se ve mediatizada por la actividad de los insectos polinizadores, los cuales favorecen el intercambio de polen y el cruzamiento eficiente más allá de la posición de anteras y estigmas y superan los problemas de la autoincompatibilidad al favorecer la polinización cruzada y en ciertos casos superar las



barreras de la autoincompatibilidad dependiendo del tipo de planta, como ya se explicó.

El punto es importante porque como consecuencia de la aplicación excesiva de productos químicos y de alta toxicidad puede desaparecer completamente la población de polinizadores, obligando a la polinización manual, como ha sucedido con algunas empresas en el norte del Valle del Cauca.

Según Embrapa (1999), la polinización manual tiene 50% de éxito frente al 30% que se obtiene por insectos.

De acuerdo con Cárdenas (2005), la polinización manual debe efectuarse cuando se encuentre menos de 40% de las flores sin cuajar, lo que implica la importancia de los muestreos periódicos.

Polinización

La polinización se puede hacer directamente llevando con los dedos polen de una flor a los estigmas de otras o cosechando el polen el mismo día o el anterior y sumergiendo los estigmas en el recipiente (Grisi, 1973). El polen del maracuyá es grande y pesado y los estigmas muy delicados, por lo que es necesario hacer la operación con cuidado.

Para la polinización se requiere un número mínimo de 190 granos de polen para que haya un fruto normal. A medida que hay más polen sobre el estigma aumenta el número de semillas, el peso del fruto y el porcentaje de jugo (Akamine y Girolami, 1959, citados por Valencia y Silva, 1975).

Entre los principales polinizadores están los pertenecientes a los himenópteros *Xilocopa* (abejorros negros), *Aphis mellifera*, menos eficiente por el tamaño y la avispa negra, *Polistes* sp., aun menos eficiente (Figuras 2A y 2B).

Figura 2A y 2B. Visita de abejas melíferas a flores de maracuyá. Nótese la posición de los estigmas en relación con las anteras.

Estudios sobre polinización mostraron que se requieren seis *Xilocopas* por hectárea de cultivo para un índice de fructificación de 45%. El potencial de polinización de este insecto es de 1833 flores/día, para una densidad de 625 plantas/ha (Caicedo *et al.*, 1991) (Figura 3).



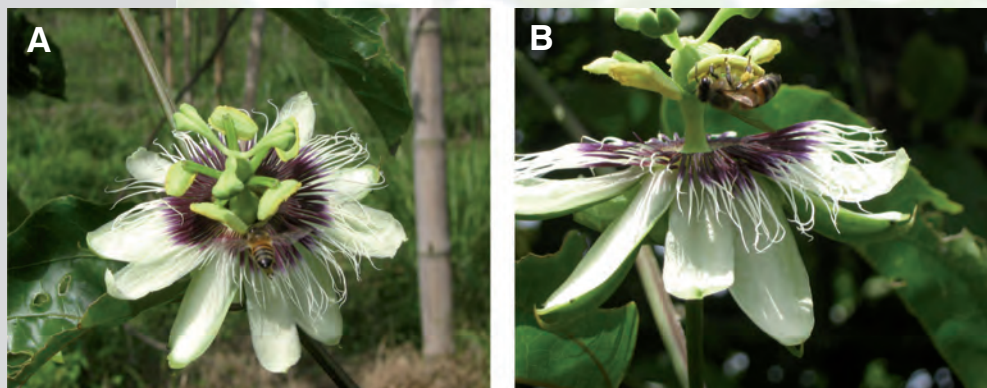


Figura 2A y 2B. Visita de abejas melíferas a flores de maracuyá. Nótese la posición de los estigmas en relación con las anteras.



Xilocopa sp.

Fuente: Cenicafé

Figura 3. Xilocopa es el mejor agente polinizador de maracuyá.

Se ha atribuido el auge y calidad de los cultivos de maracuyá en la zona cafetera a la presencia de grandes poblaciones de abeja carpintera o Xilocopa, y al uso de guadua para el tutorado (Botero *et al.*, 1997).



Semilla

Las semillas son ovales, reticuladas de color negro o café oscuro. Están envueltas por el arilo o saco membranoso que contiene el jugo. En realidad el arilo tiene dos membranas o sacos: uno externo que retiene las dos terceras partes del jugo y otro interno que retiene la tercera parte restante. Esta situación es la causante de la dificultad para extraer la semilla de una forma completamente limpia y rápida (Flórez, 2006).

En promedio hay 250 semillas por fruto y 100 pesan 0,4 g (Chacón, 1991) un gramo contiene cerca de 45 semillas.

Del éxito de la polinización y fecundación dependerá también el número de semillas por fruto; en general con promedio de 250 y máximos de 400. Según Sao José y colaboradores (1991).

La semilla puede almacenarse unos seis meses en condiciones ambientales normales.

Fruto

Es una baya constituida por una cáscara coriácea quebradiza y brillante cubierta por una fina capa de cera. La cáscara aporta de 50% a 60% del peso del fruto; el resto es pulpa (arilo) y jugo (30% - 40%) amarillo y aromático y semillas (10%), las cuales son achatadas y ovales de 5 a 6 mm de largo y de 3 a 4 de ancho. El mucílago que las envuelve puede contener reguladores de crecimiento con efectos diversos sobre la germinación de las semillas (San José *et al.*; Ramírez, 2004) (Figuras 4A y 4B).

Alcanza su máximo desarrollo a los 20 días y la madurez entre 50 y 60 días (Reyes, 2006).

Desde el punto de vista de poscosecha el fruto se clasifica como climatérico. Un factor importante es la relación entre la buena polinización y el peso del fruto el cual es aparente hasta el momento de la cosecha cuando se nota la diferencia de peso en los frutos livianos o pesados cuando ya nada puede hacerse.



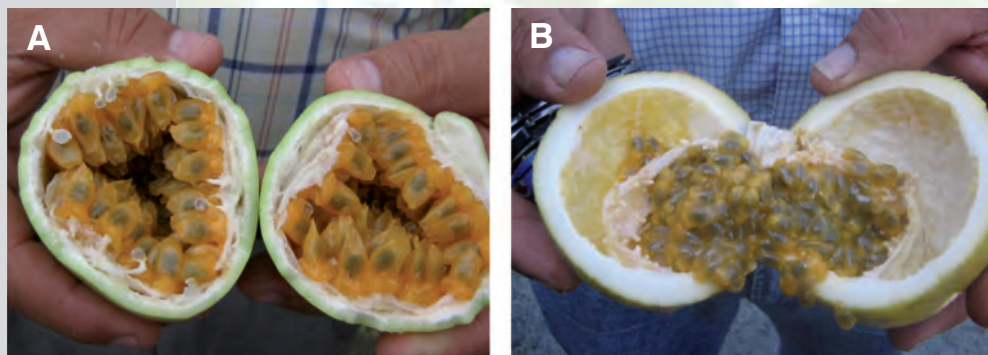


Figura 4A y 4B. Diferencias en color y consistencia de la pulpa. También se aprecia diferencia en grosor de la cáscara.

Importancia económica

El maracuyá se cultiva comercialmente en 19 departamentos de Colombia siendo e Huila, Valle del Cauca, Córdoba y Meta los principales tanto en área como en producción. Si se miran los rendimientos promedio, estos departamentos mantienen un liderazgo importante junto con Santander, Antioquia y Risaralda. Es interesante observar los altos rendimientos de Casanare aunque su área es muy pequeña. La Costa Atlántica presenta desarrollos importantes en los últimos años, en Córdoba, Magdalena y Cesar (MADR 2006).

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura en el 2005 se cultivaron 4.580 ha. Los rendimientos promedios se han mantenido estacionarios desde el 2001 con ligeros incrementos en el 2002 y 2003. Las áreas en el mismo período crecieron en un 40% impulsado por la agroindustria y la exportación (Tabla 1). Los promedios en rendimiento son muy variables tanto dentro de años como de zonas productoras y en general se considera aceptable de 20 a 25 ton/ha, en cuanto a costos de producción y respuesta de la planta a ambientes adecuados.

De acuerdo con la SAG y la Gobernación del Valle del Cauca (2002), la brecha tecnológica entre el cultivo tradicional y con tecnología óptima se sitúa en 50 ton/ha vs. 20 ton/ha.

En general el maracuyá producido en Colombia tiene buena aceptación en los mercados internacionales y es el Valle del Cauca donde se produce el más apetecido por los mayores contenidos de grados Brix y productividad (Cárdenas, 2005), factor atribuido a las buenas condiciones agroecológicas.



Tabla 1. Área (ha) y Producción (ton) de Maracuyá por año y Departamento MADR. 2005

Departamento	2001	2002	2003	2004	2005
Antioquia	163 3225	198 4219	127 2958	117 2394	180 3850
Rend. prom. t/ha.	19.85	21.34	23.30	20.49	21.39
Bolívar	-	-	n. i.	150 1800	50 600
				12.0	12.0
Caldas	198 4066	331 6608	198 3844	224 4607	144 1490
	20.53	19.95	19.41	20.56	10.38
Casanare	10 120	n. i.	n. i.	22 440	27 972
	12.00			20.00	36.00
Cesar	30 170	5 25	444 7031	438 4148	331 3219
	5.67	5.00	15.83	9.47	9.72
Córdoba	341 5042	363 5926	501 7895	577 9106	887 15978
	14.80	16.32	15.75	15.79	18.02
Cundinamarca	80 800	250 4680	250 5000	n. i.	14 84
	10.00	18.72	20.00		6.00
La Guajira	n. i.	15 300	20 400	122 1429	71 462
		20.00	20.00	11.71	6.50
Huila	943 17402	921 20069	1206 23976	1100 21199	1129 22041
	18.45	21.79	19.88	19.28	19.52
Magdalena	275 2488	265 2398	269 2421	269 2421	269 2421
	9.04	9.05	9.00	9.00	9.00
Meta	178 3420	206 4370	579 10359	354 6894	446 8793
	19.21	21.21	17.90	19.49	19.71
Nariño	28 280	28 280	28 280	34 340	22 220
	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
N. de Santander	76 1090	90 1355	83 1237	92 1392	114 1877
	14.74	15.06	14.99	15.12	16.46
Quindío	n. i.	8 115	7 115	19 294	45 552
		14.84	15.86	15.31	12.29
Risaralda	23 462	31 636	32 616	25 452	11 220
	20.09	20.51	19.25	18.08	20.00
Santander	235 5491	246 6181	295 7495	243 6491	n. i.
	23.36	25.12	25.40	26.71	
Tolima	76 894	n. i.	86 1008	111 1234	85 972
	11.76		11.72	11.11	11.43
Valle del Cauca	614 13079	951 23249	964 21991	618 14962	728 16504
	21.32	24.44	22.80	24.21	22.67
TOTAL	3270 58029	3908 80411	5086 96624	4515 79603	4580 80255
Promedio rendimiento	17.7	20.6	19.0	17.6	17.5

n.i.: no informó

Fuente; MADR-2006



Importancia alimentaria y usos

Además de sus cualidades gustativas, el fruto es fuente importante de carotenos y vitamina C. De acuerdo con el Instituto de Tecnología de Alimentos del Brasil (1980), el jugo del maracuyá presenta la siguiente composición (Tabla 2).

Tabla 2. Contenido vitamínico y mineral del jugo del Maracuyá.

Componentes	Contenido
Humedad	85%
Proteínas	0.8 g
Grasas	0.6 g
Hidratos de Carbono	2.4 g
Fibra	0.2 g
Cenizas	trazas g
Calcio	5.0 mg
Fósforo	18.0 mg
Hierro	0.3 mg
Vitamina A activada	684.0 mg
Tiamina	trazas mg
Riboflavina	0.1 mg
Niacina	2.24 mg
Acido Ascórbico	2 0.0 mg

Fuente IAB, Brasil 1980.

Idárraga (1991), con base en resultados de diversos países, efectuó una comparación de la composición del jugo de maracuyá amarillo y rojo el cual se aprecia en la Tabla 3.

En general, el jugo es rico en carbohidratos, ácidos orgánicos y vitamina A. Se aprecian también valores más extremos para el maracuyá amarillo en comparación con el rojo, así como menores valores de pectinas y carotenos, y mayores de sucrosa y minerales.

Diversos autores mencionan que el jugo de la variedad roja o púrpura tiene mejor sabor y aroma para consumo fresco y para industrialización en algunos países como sucede en Sur África y Kenia. La mayor acidez de la variedad amarilla la hace más apreciada para industrialización como el caso de Colombia, Brasil y Hawai.

Idárraga (1991) describe también los resultados del análisis de aromas, característica básica del maracuyá, cuyos contenidos para la fruta colombiana son los siguientes: 36 ppm de aromas en el jugo





Tabla 3. Composición del jugo de maracuyá en dos variedades.

Componentes	Maracuyá rojo (%)	Maracuyá amarillo (%)
Sólidos Totales	10.00 – 14.00	10.00 – 18.60
Sólidos Solubles	15.40 – 16.40	13.60 – 17.00
Sólidos Insolubles	1.20 – 1.90	---
Fibra Cruda	---	0.07 – 0.09
Azúcares Totales	8.50 – 8.90	7.80 – 12.10
Azúcares Invertidos	1.75 – 7.50	5.30 – 8.30
Sucrosa	0.70 – 2.20	1.60 – 6.60
Ácidos Totales	3.20 – 3.90	2.20 – 6.00
Ácido Cítrico	3.44	3.00 – 3.50
pH	3.00 – 4.30	2.80 – 4.00
Proteína	0.63 – 1.30	1.04 – 1.60
Pectina	0.21 – 0.24	0.03 – 0.06
Almidón	1.10 – 1.24	2.80
Lípidos	0.05 – 0.08	--
Taninos	0.07 – 0.07	--
Minerales	0.35 – 0.58	0.75 – 0.77
Vitamina C	20.00 – 45.00	17.00 – 32.00
Carotenos	1.55 – 2.60	0.30 – 0.35

Fuente: Idárraga, 1991.

constituidos en 89% por alcoholes alifáticos, 18% aldehídos, 5% ésteres alifáticos, ésteres aromáticos, monoterpenos y lactosas, principalmente.

Las propiedades farmacológicas del jugo se deben a diversos compuestos como el passicol, que tiene actividad contra bacterias y hongos y los flavonoides como rutina, quercitina, apigenina, luteonina y campferol como antioxidantes. Como alcaloides el principal es la passiflorina o harmana (II) un derivado indólico.

Otros derivados son la harmina (III) y el harmol (IV). Los derivados del grupo de la harmana y algunos flavonoides están relacionados con la actividad calmante del jugo (Freitas, 1987, citado por Malavolta, 1994).

Según Guevara (2005), de los subproductos se pueden obtener diversos compuestos como aceites y aceites esenciales, pectinas, geles, saborizantes, alcohol, celulosa, biogás, compost, forrajes y lombricultivo.

En el caso de los subproductos como la cáscara (50% – 60% del total del fruto), se usa como alimento para el ganado luego de secarla para mejorar su digestibilidad (Celis *et al.*, 1990). La cáscara genera además gran cantidad de derivados como pectinas y material mineral. En la Unión (Valle), se encontró que se podía obtener hasta 17% de pectinas a partir de la cáscara seca del maracuyá. Por su calidad puede ser usada en productos alimenticios (Cirad, 1992; Celis *et al.*, 1990).

De acuerdo con Guevara, para el 2005 la utilización de subproductos por la industria colombiana se daba de la siguiente manera (Tabla 4).

Tabla 4. Utilización de cáscara y semilla de maracuyá por la industria Colombiana en el año 2004.

Empresa	Toneladas/año*
Passicol	2.310
Agrofrut	372
Frugy	119
TOTAL	2.801

Fuente: Guevara 2005.

* Uso principal como relleno sanitario y lombricultivo.

En el 2007 la mayor empresa de procesamiento de maracuyá de Colombia, Compañía Envasadora del Atlántico (CEA), entregó los residuos a la Asociación de Ganaderos del Atlántico para producción de compost y alimento de ganado bovino, lo que indica un cambio cualitativo y cuantitativo de destino para los subproductos (S. Karagumechian, comunicación personal, 2007).

Según el Instituto de Alimentos de Brasil el aceite de las semillas, el cual constituye 20% del peso de la semilla y de 10% a 15% del fruto, se compara al del algodón en valor nutritivo y digestibilidad. Según Malavolta (1994), las semillas se pueden utilizar también en alimentación animal aprovechando además el contenido de carbohidratos y proteínas.

Celis y colaboradores (1990) encontraron que la alta acidez del aceite y altos fosfátidos llevan a pérdidas en refinación.



Exportación

Al inicio de la década de 1980 se crearon buenas posibilidades de exportación de jugo y concentrado, las cuales fueron aprovechadas por la firma Grajales Hermanos, que en 1993 llegó a tener para exportación hasta 2.240 ha propias y en asociación con otros productores. El soporte técnico a los productores y la posibilidad de reunir grandes volúmenes en tiempos adecuados hicieron posible establecer contratos de venta con precios fijos en beneficio de la cadena productiva (Chacón, 1991; Schwentenius *et al.*, 1997).

Hoy en día el maracuyá ha desplazado a las demás *passifloras* nativas. Este fue el gran despegue del cultivo, pues el consumo fresco como tal no había logrado la expansión necesaria; de hecho, esto se debe a la condición misma del fruto, ya que por su intenso aroma y alta acidez su jugo se considera un concentrado natural. Aprovechando su aroma y sabor penetrantes, uno de los usos principales es la mezcla con otros jugos como los cítricos, la piña y la guayaba para obtener jugos “tropicales” (Schwentenius *et al.*, 1997).

La exportación de maracuyá es una de las más importantes entre la de frutas colombianas pero posiblemente la más variable debido a los ciclos recurrentes de precios altos y poca área sembrada y viceversa desde años atrás. Se han observado ciclos en los precios internacionales, ya que cada dos o tres años fluctúan. Una de las causas es su naturaleza comercial como un artículo de consumo o mercancía (*commodity*), lo cual influye en que sus siembras estén en gran parte determinadas por el precio internacional (García, 2004).

El maracuyá es por excelencia un fruto para procesamiento; cerca de 90% de la producción se dedica a la agroindustria, del cual a su vez 30% se consume internamente y 60% se exporta (PFN, 2006). Sin embargo, otros cálculos indican que un 30% de la producción se destina al consumo fresco; esto implica condiciones de producción muy exigentes, pues se requieren grandes volúmenes de fruta para obtener rentabilidades adecuadas ya que los precios de la agroindustria son inferiores a los del mercado fresco.

Por la alta cantidad de almidón se emplea para la fabricación de gelatinas. La planta tiene cualidades fármaco-dinámicas como la acción sedativa y tranquilizante y constituye un ejemplo de flora medicinal, de la cual se emplean las partes aé-



reas para el tratamiento de problemas nerviosos, ansiedad e insomnio (Schwentenius *et al.*, 1997). Se ha encontrado que estas propiedades están dadas por los compuestos flavonoides (Gouveia, 1985).

Condiciones ambientales

En Colombia el maracuyá se ha adaptado a regiones entre 0 y 1600 msnm y temperaturas entre 21°C y 30°C, siendo las óptimas entre 21°C y 25°C; se adapta bien a condiciones entre 70% y 85% de humedad relativa, aunque se prefiere menos; para el Brasil se recomienda 60% (Embrapa, 199). Los extremos climáticos favorecen la baja polinización o condiciones aptas para el desarrollo de las enfermedades.

Se recomienda sembrar el maracuyá entre 400 y 1200 msnm, por la influencia sobre los rendimientos y la calidad, especialmente cuando la producción va para la industria.

En relación con el régimen de lluvias la planta se adapta a regiones desde 600 mm hasta 2000 mm por año, como se presenta en Magdalena, Huila y Valle del Cauca. Según Malavolta (1994), cuando las lluvias son superiores a 2100 mm/año hay mayor incidencia de enfermedades que causan pudrición de frutos.

En cuanto a suelos, son preferibles los bien drenados y profundos -por la susceptibilidad del maracuyá a la secadera (*Fusarium* sp.)-, de textura media y de buena fertilidad con un pH medio, entre 6 y 7. Suelos superficiales implican la construcción de caballones de 50 cm para evitar encharcamientos.

Según Malavolta (1994), en función de clima y latitud hay respuesta de la floración y la duración de la misma. De acuerdo con esto, se requiere un fotoperíodo con un mínimo de 11 horas para florecer y para asegurar la producción continua. Según Salazar y Torres (1978), en nuestras condiciones se requieren al menos 5 horas de brillo solar por día.

Propagación

El maracuyá se propaga por semilla, estaca, acodo, injerto y explantes (*in vitro*).



El método más sencillo y económico es por semilla, además los problemas con virus especialmente en el Valle del Cauca y Huila descartan el uso de partes vegetativas.

El método de propagación por semilla implica una gran variabilidad, como consecuencia de su sistema de polinización cruzada. También puede implicar cierta actividad de mejora si se obtiene semilla de varias plantas seleccionadas y mejor aún con polinizaciones controladas, de forma que el vigor se mantenga a la par de los buenos rendimientos y la calidad.

Es importante mencionar la reciente introducción de híbridos brasileños que prometen altos rendimientos y estabilidad de la calidad.

La germinación se presenta a las dos semanas de la siembra y puede demorarse hasta tres meses, de acuerdo con Sao José y colaboradores (1991).

En Colombia con semilla de buena calidad, la germinación ocurre entre 8 y 10 días para un total de 45 días en semillero antes del trasplante (Cárdenas, 2005).

Para la siembra, las semillas de los frutos pueden sembrarse una vez se retire la pulpa por medios mecánicos; licuadora por pocos segundos o tratamiento con cal apagada. También luego de dos o tres días de fermentación, lavando bien posteriormente y dejando secar a la sombra. El aserrín o mallas plásticas se usan como abrasivo para eliminar rápidamente el mucílago.

En el método de fermentación de acuerdo con estudios realizados en Brasil, puede tener efectos negativos sobre la calidad de las semillas (Sao José, 1991). En este sentido, una alternativa apropiada es extraer la semilla y eliminar el mucílago directamente por lavado y abrasión. Las semillas se secan a la sombra o por períodos cortos al sol.

La semillas pueden ser almacenadas dentro de los propios frutos; en Brasil a temperatura ambiente pueden durar hasta un mes y de 8° C a 10° C, hasta tres meses. En condiciones de temperatura ambiental pueden mantener una buena germinación durante un mes; en bolsas de papel dentro de bolsas plásticas pueden durar varios años (Sao José *et al.*, 1991).



La semilla puede guardarse en bolsas de papel kraft (manila) por períodos de un año.

Para la obtención de semillas para sembrar se deben tener en cuenta varios factores importantes:

- La planta madre debe ser sana, vigorosa, precoz y productiva, con el tipo adecuado de flor y características de calidad apropiadas para la industria.
- El fruto debe ser largo, pues se ha comprobado que los redondos presentan menor cantidad de jugo (Cárdenas, 2005).
- Frutos llenos y pesados, > 130 g con cáscara y pulpa de color amarillo intenso y con alto contenido de jugo, > 33% y sólidos solubles > 14% (Cárdenas, 2005).
- Realizar análisis de germinación antes de la siembra.

Semilleros

Se pueden hacer con bolsas sobre el piso o bajo estructuras cubiertas de plástico, para un manejo y control más preciso de factores incidentes.

Las bolsas de polipropileno se llenan con un sustrato adecuado, estéril, con buena porosidad para retención de agua. Sirven de base para sustratos apropiados, las mezclas de cascarilla de arroz curada y lavada o carbonilla, suelo del lugar solarizado, arena, compost con materia orgánica y estiércol de bovinos. Se recomienda la adición de micorrizas.

Se recomiendan dos etapas: la primera de nivelación y germinación hasta que la plántula tenga unos 8 cm de altura o unas 2 semanas (Figura 5); de ahí a bolsas plásticas de una libra donde pueden permanecer unos dos meses para luego ser transplantadas a sitio definitivo.

Para la protección contra enfermedades del suelo y follaje en esta etapa se recomienda la aplicación de *Trichoderma* y *Paeclomices*.





Figura 5. Trasplante temprano de plántulas a vasos plásticos.

Los problemas de follaje pueden manejarse con productos a base de cobre. Para fertilizar la plántulas en la segunda etapa, pueden usarse productos foliares recomendados por el ICA y orgánicos de rápida asimilación (Cárdenas, 2005).

Para el trasplante se deben tener las siguientes precauciones:

- La planta debe tener al menos 5 hojas
- Que no haya desarrollado la parte apical (lengua)
- Al terminar la operación de siembra, la planta debe quedar un poco por encima del nivel del suelo.
- Aplicar en el hoyo materia orgánica y micorriza (Figuras 6A, 6B, 6C y 6D)

Propagación por estacas

Cualquier guía o rama sirve como fuente de estacas pero se prefieren las secundarias por el grado de madurez intermedia. Esto





Figura 6. A) Disposición de eras en bolsas plásticas para producción en gran escala de maracuyá. La malla o polisombra permite mantener la humedad en las primeras etapas de germinación. B) Plántulas listas para siembra transportadas en cajas plásticas. C) Plantas listas para el trasplante. D) Semilleros en mesas bajo plástico, permite mejor control de condiciones medioambientales.



porque permite la selección de la planta madre, la cual debe ser de buenas características productivas como se ha dicho aquí, y debe tener el diámetro de un lápiz, con un mínimo de tres nudos (Reyes, 2006).

El corte basal se hace sobre el nudo y el apical sobre el último nudo. Se deben eliminar dos tercios del follaje. Se introduce en el medio hasta 75 de profundidad.

Las estacas deben tomarse de la parte media o apical de guías herbáceas haciendo los cortes cercanos a una yema para asegu-

rar la formación de callos y la formación de raíces. En condiciones óptimas pueden ser llevadas al campo unos 50 días después de colocadas en bolsas con medio adecuado.

La ventaja consiste en que reproduce las características de la planta madre; puede estrechar la base genética de por sí reducida, por el limitado origen de las introducciones de maracuyá. Además, los problemas virales se extienden y propagan rápidamente con este método.

Propagación por injerto

Aunque no se utiliza en Colombia puede ser una oportunidad en el futuro considerando las posibilidades que ofrece el germoplasma que se tiene, aún no bien estudiado, y los serios problemas que se tiene con secadera (*Fusarium*/nematodos). En el Valle del Cauca en 1992 se realizaron ensayos exitosos en La Unión con base en injerto de púa y portainjerto de maracuyá amarillo, con porcentajes de prendimiento superiores al 90%, con una eficiencia de 200 injertos hombre por día (Cirad, 1992).

En Australia y Taiwán se ha utilizado comercialmente para buscar tolerancia a *Fusarium* y *Phytophthora*. El patrón utilizado es un material de *P. edulis* f. *flavicarpa* con tolerancia a ambos patógenos (Cirad, 1992).

En Brasil se ha trabajado en esta técnica a base de estacas con tres yemas acopladas en bisel al patrón o portainjerto y cubiertas luego por una bolsa delgada de plástico a manera de cámara húmeda (Ruggiero, 1991).

Este método permite propagar los mejores clones evitando la segregación existente en los cultivos a partir de semillas y asegurando una mejor adaptación a suelos o problemas sanitarios obviamente si el patrón presenta tolerancia o resistencia a problemas específicos.

Se comienza a utilizar en varios países dados los problemas de enfermedades del suelo, como en los casos de secadera y nematodos, y para ciertas condiciones como sequías o inundaciones con patrones tolerantes. Sin embargo, en nuestro medio se presentan limitaciones pues el germoplasma del que disponemos ha resultado susceptible a estos problemas; con excepción posiblemente



de *P. alata* (badea), la cual ha mostrado cierta resistencia a seca-dera (P. J. Tamayo, comunicación personal, 2007). En Brasil se han evaluado especies como *P. cincinnata* y *P. setacea* tolerantes a se- quía, como portainjertos para maracuyá con buenos resultados de prendimiento. Pinheiro y colaboradores (2004) y Ruggiero (1991) mencionan las especies *P. alata* y *P. caerulea* como portainjertos vigorosos y recomendables para una serie de situaciones fitosanitari- as y adaptativas.

Propagación por acodo

Se toman guías bajas de plantas ya formadas y sanas y se en- tierran a intervalos en el suelo de tal forma que los nudos perma- nezcan con buena humedad para que enraícen adecuadamente. Unos 30 a 40 días más tarde se pueden cortar y llevar a bolsas para producir las plantas que servirán de base para el cultivo.

Propagación “*In vitro*”

A finales de la década de 1980 y principios de la de 1990 el Centro Frutícola Andino en La Unión, Valle, generó una tecnología impor- tante para la limpieza de los materiales por métodos *in vitro* y el mantenimiento de selecciones varietales, proceso que desafortu- nadamente no continuó en parte por el cierre de los mercados a principios de la década pasada.

Sin embargo, el cultivo *in vitro* continúa siendo la mejor opción para cultivos de alta productividad especialmente frente a la presencia de virus que es hoy el problema más destructivo del cultivo. La limpieza de materiales por medio de propagación meristemática es una técni- ca eficiente. Como explante inicial pueden utilizarse yemas laterales o caulinares apicales. Estas plántulas servirán de madres para posterior propagación de tejidos sanos. Los medios más utilizados son el MS (Murashige & Skoog, 1962), completo o medio, fortalecido con mi- nerales (MSM), especialmente cuando se usan segmentos nodales como explante, de acuerdo con Monteiro y colaboradores (2000).

Preparación del terreno

Antes que nada es necesario indicar que el maracuyá prefiere sue- los con buen drenaje.



Mecanización

Actualmente se prefieren siembras con mínima o ninguna labranza dependiendo de la historia del lote o de su compactación. Esto implica equipos más específicos y un suelo ligeramente húmedo. En el primer caso el suelo se prepara con cincel sin cruzar la labor a profundidad igual o superior a 25 cm, cambiando cada vez que se prepara el suelo.

En zonas de ladera, situación bastante común para el cultivo, no debe prepararse el suelo en forma tradicional sino surcar en curvas de nivel y usar riego por goteo o sistemas similares.

Hoyada



Figura 7. El empleo del hoyador facilita el proceso de hoyada en la preparación del terreno para el cultivo del maracuyá.

Riego

Para que una planta logre obtener la cantidad necesaria de sales minerales requiere la cantidad de agua adecuada. Esto hace que para el caso de maracuyá, por los altos rendimientos buscados y por su abundante follaje, el riego sea una condición necesaria para poder cultivarlo en condiciones rentables. De hecho, la duración



de la planta de maracuyá factor de importancia desde el punto de vista productivo, se debe a la disponibilidad constante de agua y de la sanidad del cultivo. Puede hablarse que la diferencia es de una planta bienal como se le conoce a duraciones indefinidas de más de 2 años hasta 4 ó 5.

Existen diferentes sistemas de riego:

Gravedad. Es económico, para zonas planas con buena provisión de agua. La eficiencia está entre 60% y 70% (Cárdenas, 2005).

Aspersión. Presenta altos costos y problemas por malezas y mayor impacto de las enfermedades. Además puede derribar estructuras una vez que las plantas se extiendan en el sistema de tutorado. Puede afectar los procesos de polinización por lo que hay que regar antes del mediodía (Cárdenas, 2005).

Goteo. Presenta muchas ventajas con excepción del costo, que es alto. Se integra fácilmente con un programa de fertilización en especial de nitrógeno y potasio, pero puede favorecer la concentración de sales en el suelo. La eficiencia puede estar entre 90% y 95% (Figura 8).



Figura 8. El sistema de goteo permite la colocación del agua y de algunos nutrientes en la base de la planta.



Exudación. Similar al goteo, pero a base de mangueras porosas que entregan el agua en la zona de raíces. El control del sistema lo hace el contenido de humedad del suelo, extrayendo el agua cuando el entorno de la manguera está más seco. Es el sistema más eficiente (Cárdenas, 2005).

Sistemas de siembra

Monocultivo

La venataja es el mayor rendimiento. Hay mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades. La densidad de siembra depende del sistema de tutorado, la fertilidad del suelo, el régimen de lluvias y la pendiente. La población de una hectárea de maracuyá puede variar de 800 a 1500 plantas. Las distancias más utilizadas son 3,0 x 3,0 m en cuadro cuando se tutora en “mantel” que corresponde a 1.100 pts/ha.

Cultivos intercalados

Aunque el maracuyá produce relativamente rápido y cubre pronto las calles, permite el cultivo y aprovechamiento del terreno entre las calles. De esta forma se pueden generar beneficios a través del cubrimiento del suelo, la utilización eficiente de los nutrientes y de la humedad, del balance más adecuado entre insectos benéficos y dañinos, y de una retribución económica extra para el productor.

De acuerdo con Cárdenas (2005), se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Cambiar los cultivos en decencia para acumular y explotar la fertilidad de los suelos.
- Evitar cultivos sucesivos que sean susceptibles a las mismas plagas y malezas.
- Incluir al menos un cultivo de leguminosa.
- Implementar prácticas que mejoren los contenidos de materia orgánica del suelo.

Entre los cultivos recomendados para intercalar están el melón, pimentón, maíz, sorgo, zapallo, patilla y ají. Cuando los virus no sean un problema, pueden sembrarse también habichuela, frijol y soya, aunque no es recomendable, al menos en zonas donde son cultivos tradicionales.



Asociaciones

Se puede usar el maracuyá a su vez como cultivo colonizador cuando se busca implementar frutales a más largo plazo (maderables).

Las asociaciones generan mayor estabilidad en la producción y disminuyen los riesgos. Entre los perennes se recomiendan los cítricos, el plátano, la guayaba y la guanábana.

Nutrición

El maracuyá presenta un crecimiento vigoroso y continuo por lo que los consumos de nutrientes pueden ser altos especialmente si se quiere obtener cosechas altas.

Vuillaume (1991) resume referencias sobre estados de nutrición de plantas normales y deficientes de maracuyá de la siguiente forma:

Tabla 5. Contenidos de elementos como porcentaje de materia seca.

Plantas deficientes			Plantas Normales	
	Hojas Adultas	Hoja a la Axila de una yema	Hoja Adulta	Hoja a la Axila de una yema
N			4.30 – 5.50	3.30 – 4.30
P	0.09		0.23 – 0.27	0.21
K	0.58 – 1.30	0.50	2.00 – 3.00	2.20 – 2.70
Ca	0.11 – 0.55	0.13 – 0.39	0.73 – 0.97	1.25 – 1.60
Mg	0.14 – 0.17	0.04 – 0.12	0.19 – 0.24	0.25 – 0.31
S	0.08		0.32 – 0.40	

Fuente: Vuillaume, 1991

Hojas adultas: la que ha llegado a su pleno desarrollo, tercera o cuarta a partir del ápice de las ramas secundarias.

En cuanto a contenidos óptimos se presenta los de maracuyá amarillo y morado.

En estos resultados posiblemente se reflejan las diferencias de suelos donde se originan las variedades en cuestión; pues las amarillas se adaptan mejor a condiciones cálidas en comparación con las moradas de condiciones más frescas. En las tablas



siguientes se aprecian los consumos en raíces, brotes y frutos de acuerdo con Menzel (1989).

Tabla 6. Contenidos óptimos para dos tipos de maracuyá

%MS.	Variedad Amarilla	Variedad Morada
N	3.60 – 4.60	3.60 – 4.60
P	0.21 – 0.30	0.21 – 0.26
K	2.40 – 3.20	1.60 – 3.10
Ca	1.70 – 2.80	
Mg	0.21	0.21
S	0.44	0.44
Cu	15 – 16	8 - 9
Fe	116 - 223	188 – 230
Mn	433 - 604	449 – 522
Zn	26 - 49	31 - 42
B	39 - 47	

Fuente: Haag y colaboradores, 1973.

Tabla 7. El Cultivo del Maracuyá (Nutrientes asimilados/removidos). *Passiflora edulis f. flavicarpa*.

Macronutrientes asimilados por 1500 emparrados/ha							
Parte de la planta	Estado de crecimiento	Fuente	Kg/ha/				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Raíces, brotes y frutos	370 días	Menzel <i>et al.</i> , 1989	205	41	221	27	25
Micronutrientes							
Parte de la planta	Estado de crecimiento	Fuente	g/ha				
			Fe	Mn	Zn	Cu	B
Raíces, brotes y frutos	370 días	Menzel <i>et al.</i> , 1989	779	2180	316	198	295
Datos del análisis de plantas (óptimo suministro) Macronutrientes							
Estado de desarrollo	Fuente	% de materia seca*					
Antes de un nuevo crecimiento o floración	Menzel <i>et al.</i> , 1989	N	P	K	Mg	Ca	S
		4.75-5.25	0.25-0.35	2.0-2.5	0.25-0.35	0.5-1.5	0.2-0.4
Estado de desarrollo	Fuente	ppm de materia seca*					
Antes de un nuevo crecimiento o floración	Menzel <i>et al.</i> , 1989	Fe	Mn	Zn	Cu	B	
		100-200	50-200	45-80	5-20	25-100	

* Últimas hojas expandidas de un vigoroso emparrado.

Compilado por G. Dávila, 1999.



Estos consumos llegan a cifras cercanas a una tonelada por hectárea de nutrientes durante un año, lo cual coincide con los resultados empíricos de asistentes técnicos cuyas recomendaciones para suelos de fertilidad aceptable pueden llegar a las dos toneladas en dos: por ejemplo, se menciona el consumo de una plantación de un año y 1500 plantas/ha, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 8. Consumo anual de una hectárea de maracuyá

Nitrógeno N	205,5 kg
Fósforo: P	17.4 "
Potasio: K	184.2 "
Calcio: Ca	51.7 "
Magnesio: Mg	14.4 "
Azufre: S	25.1 "
Boro: B	0.29 g
Zinc: Zn	0.32 "
Mn: Mn	2.81 kg
Hierro: Fe	0.77 g
Cobre: Cu	0.20 g

Citado por Cárdenas, 2005.

Para un suelo de mediana fertilidad se recomienda la adición de una mezcla de fertilizante químico cada 45 días, o su correspondiente orgánico, iniciando con 50 g por planta y finalizando de manera gradual y proporcional hasta los 250 g al finalizar el primer año.

El éxito de la fertilización depende de la cantidad, la época de aplicación y la localización; se inicia a 10 cm hasta los 30 cm, considerando que las necesidades de nutrientes aumentan a partir del sexto mes y se mantienen con la fructificación y que el sistema radicular de la planta es relativamente superficial y no muy extendido.

Los micronutrientes se aplican foliarmente adicionando 0,3% de cloruro de potasio más 0,5 de urea para aumentar la eficiencia de la absorción (Embrapa, 1999).

Para el análisis foliar se recomienda utilizar la cuarta o quinta hoja a partir de las puntas de ramas productivas. Colectar cuatro hojas por planta (dos de cada lado) (Embrapa, 1999).



Síntomas de deficiencia

En el Brasil se han realizado varios estudios sobre el tema, los cuales ayudan a diagnósticos más precisos con base en los síntomas foliares y los contenidos de las plantas como ya se ha visto.

Deficiencia de Nitrógeno

De acuerdo con Marteleto (1991), la deficiencia de nitrógeno induce a un crecimiento lento, guías delgadas, tendencia al crecimiento vertical y reducción del área foliar. Hay clorosis general y caída de hojas más viejas. Haag (1989) indica que el amarillamiento se inicia en las hojas más viejas y hay menor número de ramas.

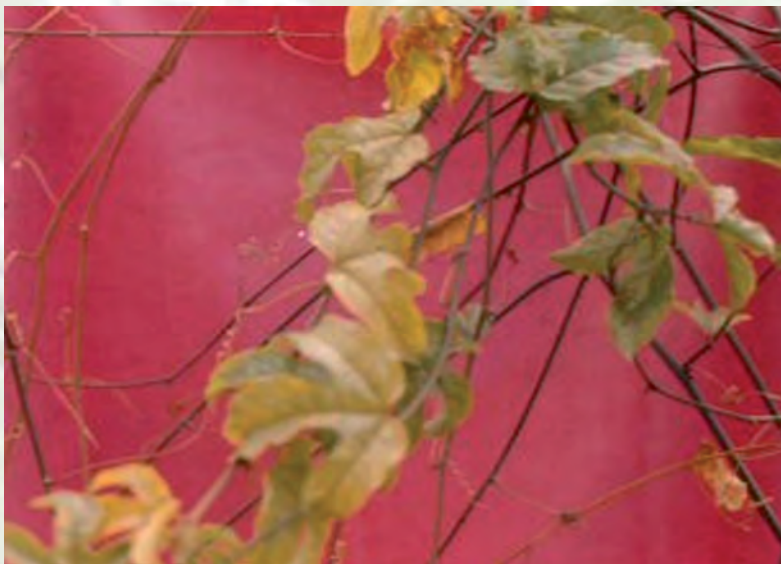


Fuente: E. Malavolta

Deficiencia de Fósforo

Se reduce el crecimiento de la materia seca, las raíces y la producción de frutos. Las hojas presentan coloración verde oscura con reflejos azulados con evolución de amarillamiento progresivo hacia el centro de las hojas más viejas. Los pecíolos se tornan violáceos. Las guías son débiles y más cortas. Se producen menos flores, menor amarre de frutos y el ciclo vegetativo se atrasa (Marteleto, 1991; Haag, 1989).





Fuente: E. Malavolta

Deficiencia de Potasio

Reduce el peso de la planta y la producción de frutos, los cuales se caen precozmente o se momifican, con posterior necrosis, a medida que esta llega a las nervaduras, clorosis y encorvamiento hacia abajo y progresivo de los bordes de las hojas hacia el centro. Las hojas nuevas presentan reducción del área foliar. Hay disminución del contenido de sólidos (Marteletto, 1991; Haag, 1989).



Fuente: E. Malavolta



Deficiencia de Calcio

Aparece un acortamiento de los entrenudos de las extremidades de las guías, deformación y muerte de la yema apical, y reducción y clorosis de las hojas nuevas seguidas de necrosis. Hojas viejas con manchas amarillas entre las nervaduras (Haag, 1989; Marteleto, 1991).



Fuente: E. Malavolta

Deficiencia de Magnesio

Hay clorosis intervenal, inicialmente en las hojas más viejas y posteriormente hacia las más nuevas (Marteleto, 1991).



Fuente: E. Malavolta



Deficiencia de Azufre

La deficiencia produce una clorosis de las hojas similar a la del nitrógeno pero inicialmente en las hojas más viejas por la poca movilidad del elemento. Las nervaduras de las hojas inferiores se vuelven rojizas, más finas y leñosas (Haag, 1989; Marteleto 1991).



Fuente: E. Malavolta

Deficiencia de Boro

Se disminuye el tamaño, hay deformación y clorosis irregular de las hojas más jóvenes, los entrenudos se vuelven más cortos, y la yema apical se deforma y se necrosa posteriormente. Formación de pequeñas ramas bajo los puntos de crecimiento (Haag, 1989; Marteleto, 1991).



Fuente: E. Malavolta



Deficiencia de Zinc

Las plantas deficientes de zinc presentan acortamiento de los entrenudos, con formación de roseta, hojas superiores onduladas y con área reducida, clorosis en los bordes que se generaliza a toda la planta a medida que avanza la deficiencia. La clorosis de las hojas avanza de las más viejas a las más jóvenes. Hay muerte de las yemas apicales (Haag, 1989; Marteleto, 1991).



Fuente: E. Malavolta

Deficiencia de Hierro

Se presenta clorosis intervenal en las hojas más jóvenes, las cuales se vuelven blanco-amarillas en estados más avanzados de la deficiencia. A lo largo de la guía se da un gradiente de clorosis en las hojas en tanto que las más viejas presentan coloración normal. Muerte de yemas (Haag, 1989; Marteleto, 1991).



Fuente: E. Malavolta



Deficiencia de Manganeso

Las hojas más nuevas presentan áreas cloróticas entre las nervaduras, las cuales permanecen verdes. Posteriormente la clorosis se generaliza con aparición de necrosis y curvatura de las hojas hacia abajo (Malavolta, 1994).



Fuente: E. Malavolta

Deficiencia de Cobre

En esta deficiencia las hojas más viejas son grandes y largas. De color verde oscuro y con pérdida de turbidez. Más tarde ocurre una clorosis marginal continua, con grandes áreas amarillas entre las nervaduras. Hay presencia de brotes múltiples en la base del tallo principal y formación de hojas cloróticas y deformes en las extremidades con formación de rosetas (Haag, 1989; Marteleto, 1991).



Fuente: E. Malavolta



Deficiencia de Molibdeno

Induce una clorosis intervenal en las hojas más viejas y encorvamiento de los bordes hacia arriba. Los síntomas son menos pronunciados en las hojas más nuevas.



Fuente: E. Malavolta

Tutorado

Éste es el sistema más importante en el cultivo por los aspectos logísticos, los efectos sobre el rendimiento y la calidad y los costos implicados. Se calcula que representa entre 30% y 40% de los costos totales.

Se define como el sistema de soporte a la planta con el fin de mantener su tallo principal erguido y sus ramas secundarias y terciarias distribuidas horizontal y verticalmente por encima del tallo y facilitar la labor de podas, cosecha y manejo de plagas.

Debe tenerse en cuenta que la guía principal puede alcanzar una longitud hasta de 19 metros.

Los tipos más utilizados son mantel, espaldera y emparrado. Hay variaciones que utilizan características de los tres modelos básicos de acuerdo con las necesidades del productor y sus preferencias. Cada uno presenta ventajas y desventajas en cuanto a costos, materiales, manejo e influencia sobre la planta, especialmente rendimientos.



Pruebas realizadas por el ICA (Salazar y Torres, 1978) indican que el sistema de espaldera rinde menos que el de emparrado y éste, de acuerdo con las experiencias de los últimos años, ha sido superado por el de mantel, adoptado ampliamente en el Valle del Cauca y otras regiones.

Sistema de Mantel (Hawaiano o T)

Hoy en día es el más utilizado y el más costoso también. Produce mayores rendimientos, mayor longevidad de la planta y mayor exposición a la radiación.

Consiste en una armazón soportada por postes de 3 metros enterrados 0,8 m cada 6 a 9 m, con tacos de guadua de soporte cada 3 m. Los postes principales llevan en el tope traviesas de madera de 1,20 m y alambre calibre 10 ó 12 tanto en el tope de los postes principales como en los extremos de las traviesas (Figura 9). Los alambres se aseguran con grapas.

Con este sistema se disminuye el efecto negativo de las lluvias de la tarde sobre la floración.

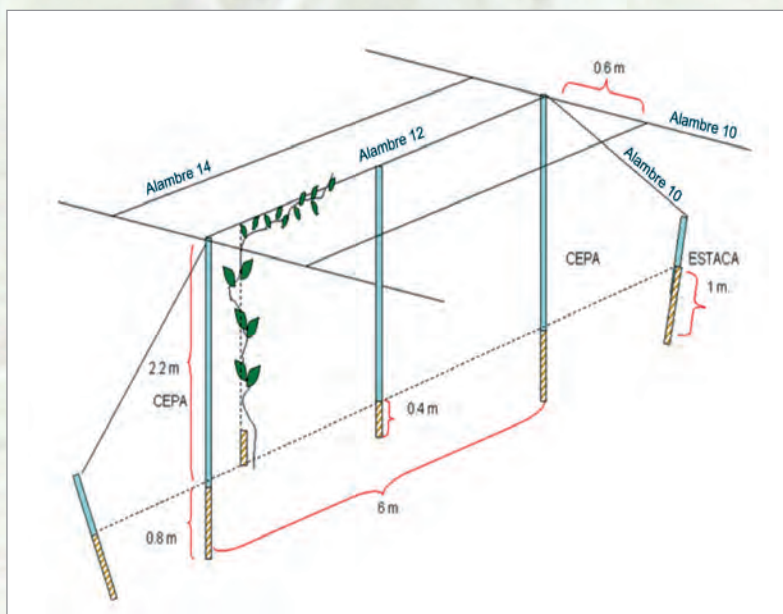


Figura 9. Esquema del sistema mantel donde se aprecia la estructura, alambres y disposición de los elementos.





Figura 10. A) Construcción del sistema mantel. B) Amarre de la planta al alambre superior.

Sistema de Espaldera

La espaldera es el sistema más económico; permite mayor densidad de siembra, mejor control de plagas y enfermedades, y facilita los procesos de polinización manual. Debe orientarse de oriente a occidente (dependiendo de los vientos) para una mejor iluminación. Sin embargo, es el de menor rendimiento.

Para el diseño se colocan postes verticales de 3 m enterrados a 0,8 m sobre los cuales se extiende alambre galvanizado calibre 10 ó 12. Cada poste puede ir a 6 ó 9 m de distancia con tacos de guadua a 3 metros entre ellos.

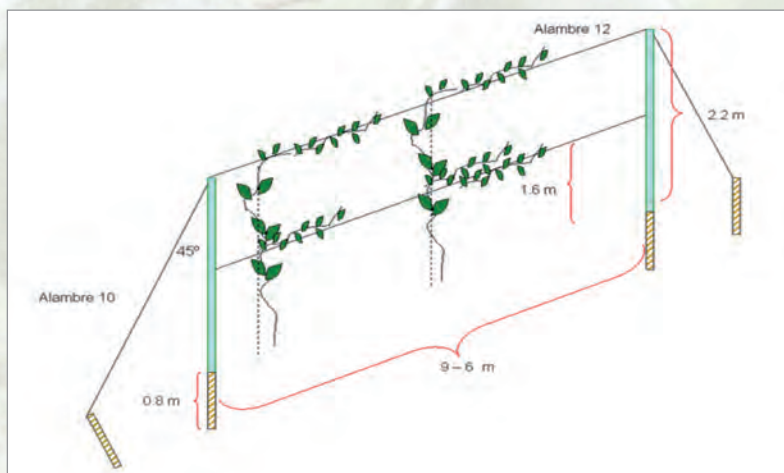


Figura 11. Sistema de espaldera. Dependiendo del desarrollo del cultivo permite utilizar varias ramas en paralelo. En este caso se denomina espaldera doble.



Es conveniente cuando se planean siembras intercaladas incluyendo cultivos permanentes.



Figura 12. El sistema de tutorado en espaldera permite la siembra de otros cultivos como cítricos.

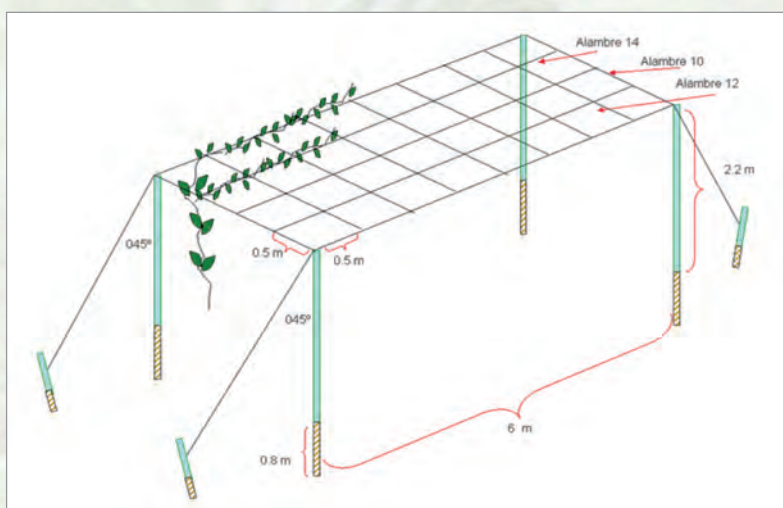


Figura 25. Esquema del sistema de emparrado.

Los postes se distribuyen de la misma manera. En la parte superior se realiza un enmallado total cuyos cuadros son de unos 0.6 x 0.6 m.

Este sistema presenta dificultades para el control de plagas y una adecuada iluminación de la fruta, lo cual tiene efectos negativos sobre el color y la calidad externa e interna.



Para la conducción de las plántulas, se amarran por el tallo se conducen hasta el alambre de arriba por medio de un hilo de polipropileno, de tal forma que permita orientarla y realizar las podas necesarias.

Prácticas de cultivo

Guía de amarres

La plántula se amarra desde el cuello al alambre o a una estaca que va al alambre.

Poda

El hábito de crecimiento del maracuyá presenta inconvenientes para un adecuado manejo, por lo que es necesario utilizar podas durante su cultivo para obtener además un adecuado balance vegetativo/reproductivo.

La poda de formación implica eliminar todos los chupones hasta la altura superior del tutorado, normalmente de unos 2 metros, y hacer el despunte una vez la rama alcance el alambre para favorecer la formación de ramas laterales que se extenderán por los alambres de acuerdo con su disposición. De ahí en adelante se deben eliminar las ramas secas o no productivas.

Poda de renovación

Cuando la producción comienza a disminuir, hay demasiado follaje o se puede caer la estructura, se deben podar las guías despuntándolas a 35 cm del punto de inserción.

Vuilleaume (1991), propone un sistema mixto con poda el primer año y sin poda el segundo.

Manejo de problemas fitosanitarios

Las labores como podas y tutorado aumentan la aireación y disminuyen la humedad dentro del cultivo.

Los modelos de manejo agroecológico se presentan como alternativas importantes por su enfoque sostenible y la utilización de sistemas naturales que coadyuvan tanto en el desa-



rollo saludable del sistema productivo y como indicadores de diversas actividades biológicas en las plantas o en el suelo. En este sentido, González O. y colaboradores (2002) encontraron que en suelos ricos en materia orgánica hubo relación directa entre la sanidad de las plantas y la actividad enzimática de esterasas de la materia orgánica.

Una vez descartada una serie de medidas de carácter cultural y ecológico y se deban utilizar productos de síntesis, se recomienda como medida preventiva pintar los tallos con caldo bordelés u oxiclورو de cobre, para evitar la infección por organismos del suelo.

Cuando se encuentra infección por *Phytophthora* o *Pythium* se pueden usar productos como Previcur o Ridomil y para *Fusarium* y *Rhizoctonia* un fungicida biológico como Trichogen WP o un químico como Mertect.

Manejo de enfermedades

El cultivo del maracuyá es susceptible al ataque de enfermedades, lo cual ha originado en el mediano plazo la trashumancia o migración periódica del cultivo a lo largo y ancho de diferentes zonas del país. Es una forma de rotación que permite mantener el cultivo dentro de márgenes de productividad y área de siembra más o menos constante.

Entre las enfermedades que afectan al cultivo se destacan las de origen viral, las pudriciones radicales y en algunos casos las enfermedades foliares, estas últimas no tan importantes. La importancia de estas enfermedades radica en la incidencia y severidad de las mismas, en la distribución en la zona de siembra y en la época de aparición (Varón de A., 2004).

Como en el caso de los insectos, el manejo integrado debe ser la opción única considerando las nuevas tendencias de la agricultura ecológica, la contaminación y los costos. Por lo tanto, antes de considerar opciones químicas se deben tener presentes opciones culturales de diverso tipo de tal forma que se cumplan los objetivos de las buenas prácticas ya mencionadas (Varón de A., 2004).

Al transplantar las plantas se deben sembrar dejando el cuello libre de tierra, evitar siembras profundas y heridas en el cuello o raíces.



En lotes con antecedentes de nematodos y hongos del suelo se recomienda rotación con cultivos diferentes a pasifloras.

En cultivos establecidos es necesario evitar encharcamientos en la base de las plantas, heridas con herramientas o lesiones por herbicidas.

No aplicar en el hueco del trasplante o alrededor de las plantas materia orgánica sin descomponer, pues esto produce debilitamiento y puede quemar la raíz.

Plantas enfermas o partes de plantas deben eliminarse oportunamente, para lo cual es necesario vigilar permanentemente el cultivo. En lo posible no se debe resembrar en los sitios donde se ha erradicado una planta enferma.

Adecuar las densidades de siembra de manera que haya buena disposición de las hojas a la luz del sol y la circulación del aire.

Aunque hasta el momento no existe evidencia de transmisión por semilla, es necesario seleccionar plantas madres que no hayan sido afectadas por virus durante su etapa de desarrollo.

Para evitar incidencia de virus en los primeros estados de desarrollo de cultivo es importante establecer las siembras alejadas de cultivos de pasifloras y leguminosas como soya y frijol (Varón de A., 2004).

Virus

El cultivo del maracuyá en Colombia es afectado por un complejo de origen viral, del cual se destacan en 90% una raza de un Potyvirus relacionado con el virus del mosaico de la soya y transmitido por áfidos y un Tymovirus, relacionado con el mosaico amarillo del maracuyá en Brasil, de posible transmisión por crisomélidos. Es el problema fitosanitario del maracuyá más frecuentemente mencionado en el mundo (Morales *et al.*, 2002). En Colombia los departamentos del Valle, Caldas y Meta son los de mayor incidencia y severidad de síntomas virales (Chávez *et al.*, 1999).

Las plantas casi nunca mueren por efecto de estos virus y tienden a desarrollar muchos brotes, los cuales salen igualmente afectados y casi nunca llegan a florecer o a producir frutos.



Los dos géneros de virus se pueden transmitir de manera mecánica por las herramientas contaminadas durante las podas y otras labores del cultivo, y también por injerto cuando se usan yemas procedentes de plantas enfermas (Varón de A., 2004).

Las plantas afectadas muestran inicialmente mosaico suave, seguido de mosaico severo, ampollas o vejigas y enrollamiento de hojas. Es frecuente observar manchas aceitosas de apariencia anular, puntos cloróticos o amarillos, clorosis intervenal, clareamiento de venas y amarillamiento (Figura 14).

Aparece desde el vivero y en estados más avanzados se presenta enanismo, acortamiento de entrenudos y caída prematura de hojas.

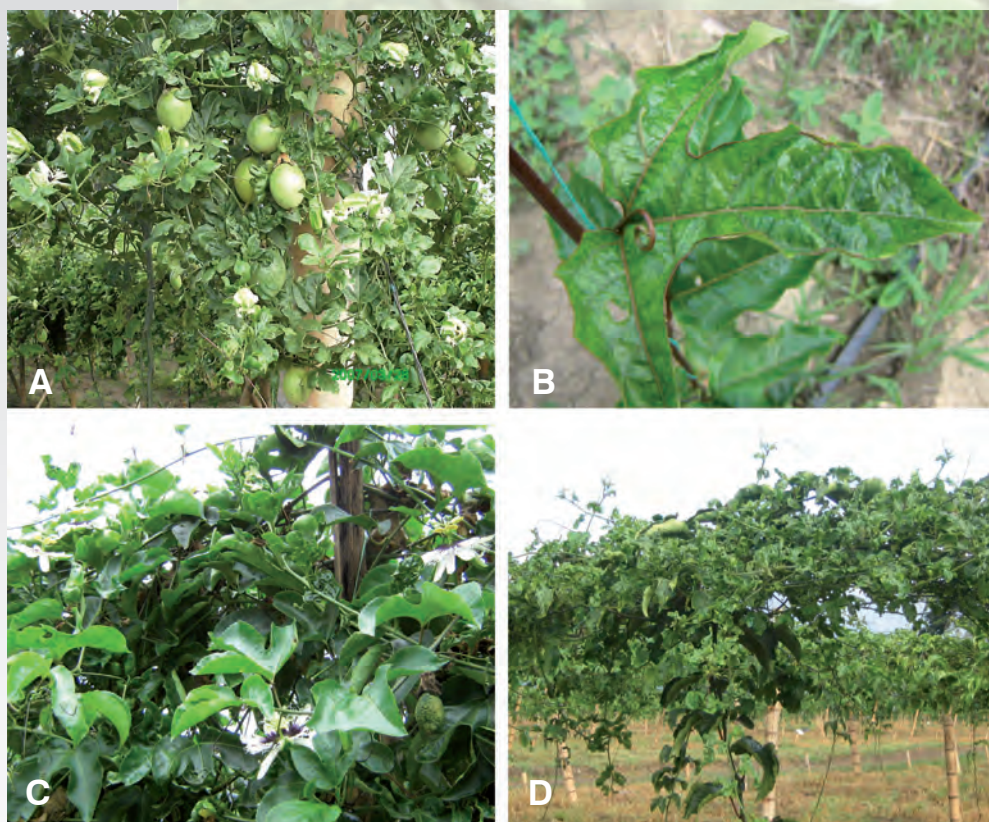


Figura 14. A, B, C y D. Diversas manifestaciones virales en plantas de diferente edad, tanto en hojas como en fruto.

Los síntomas se hacen más fuertes en la etapa de floración y fructificación y con frecuencia hay caída de botones florales y frutos pequeños. En el caso del *Potyvirus* se presenta un endurecimiento de los frutos.

Entre las especies de pasifloras susceptibles al *Potyvirus* y por lo tanto hospederas posibles, se encuentra *Passiflora ligularis* granadilla, *P. quadrangularis*, badea; *P. foetida*, *Passiflora* sp. chulupa, *P. cerulata*, *P. caerulea*, *P. adenopoda* en las cuales se observan síntomas similares a los descritos previamente (Varón de A., 2004).

Además, se presentan síntomas de mosaico en soya (*Glycine max*) y en frijol (*Phaseolus vulgaris*). No hay prueba de que se presente transmisión por semilla (Chávez *et al.*, 1999).

Pudrición de cuello y raíces o secadera. Es una de las principales enfermedades que afectan el cultivo del maracuyá cuyo agente causal ha sido identificado como *Fusarium* sp. (Figura 15).

Sin embargo, en diferentes estudios realizados por el ICA, se ha determinado que son varios los microorganismos que pueden estar asociados al marchitamiento y muerte prematura de plantas,



Figura 15. El daño por hongos del suelo puede llevar a la muerte de la planta de manera rápida. El ataque se presenta en parches a través del cultivo.



destacándose *Rhizoctonia sp.*, *Pythium sp.*, *Fusarium* y *Phytophthora sp.* Este problema se ha denominado secadera y es uno de los limitantes más importantes del maracuyá en Colombia (Varón de A., 2004).

Se presenta decoloración rojiza de la raíz principal, y posteriormente mueren las raíces laterales; amarillamiento de las hojas nuevas y luego marchitamiento general de la planta.

Control. Evitar siembras en suelos pesados, regular el exceso de humedad y construir drenajes adecuados.

Hacer aplicaciones preventivas con productos cúpricos a la base de la planta.

Utilizar el hongo *Trichoderma* y *Phacelomyces* en el vivero.

Aunque en condiciones de campo es difícil determinar cual de los microorganismos está presente, algunos síntomas pueden ayudar a la identificación del problema. Externamente, los síntomas se manifiestan por el amarillamiento gradual de las hojas bajas, las plantas comienzan a marchitarse y finalmente mueren.

En general el daño comienza por el cuello de la planta y se debe a daños mecánicos o heridas por insectos. En Suráfrica se ha reportado que el maracuyá amarillo es más tolerante que el rojo a pudrición del tallo por *Phytophthora nicotianae* y de la raíz (*P. cinnamomi*) (Grech et al., 1991).

En el caso de *Fusarium* los síntomas en estado de plántula no son evidentes, generalmente se asocian a pocas raíces, coloración rojiza del cuello bajo la corteza y amarillamiento suave y enanismo de las plantas. En la época de floración y fructificación la planta comienza a manifestar síntomas de marchitamiento, secamiento y muerte prematura. Se conoce como pudrición seca o secadera y ataca también a la granadilla de manera devastadora. En el Valle del Cauca se han reportado pérdidas totales en cultivo comerciales como consecuencia del ataque del hongo (Sánchez et al., 2005).

Xanthomonas spp. Esta bacteria se ha reportado como el problema fitosanitario más importante en zonas productoras del



departamento de Caldas (Botero *et al.*, 1997). En Brasil, es la principal limitante para la expansión del cultivo. Induce inicialmente manchas acuosas con formación de un halo clorótico y lesión parda en el centro. A medida que la lesión avanza las manchas se hacen más grandes llegando a abarcar parte de la lámina foliar. Por último, las hojas se secan y caen prematuramente. En condiciones de alta humedad puede haber defoliación y muerte de ramas. Las plantas de vivero son altamente susceptibles. No parece transmitirse por semilla. Es favorecida por el tiempo seco (Varón de A., 2004).

Rhizoctonia. Es más común en plantas de vivero; se manifiesta por constricción de cuello, con una lesión rojiza o parda seguida de caída de las hojas bajas, raíces necrosadas, decoloradas y finalmente muerte de la planta.

Cuando hay ataque por *Pythium* y *Phytophthora* las plantas se marchitan y mueren rápidamente y en la base del tallo se presentan lesiones hidróticas y hay pudrición de raíces y cuello.

La mayor fuente de inóculo de estos patógenos lo constituyen el suelo contaminado y los residuos de cosecha. La diseminación ocurre a través de las plantas de vivero, herramientas de trabajo contaminadas con suelo infestado y por el hombre cuando lleva material enfermo a otras zonas.

Control. Tratar las semillas con Trichogen WP (Trichoderma). Usar suelos de semillero solarizados. Erradicar plántulas del semillero con síntomas anormales.

Empleo de patrones resistentes. *P. caerulea* y *P. alata*. (Grech *et al.*, 1991 y Pinheiro *et al.*, 2004).

Nematodos. Los de mayor frecuencia en el cultivo de maracuyá son *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus sp.* Su importancia radica principalmente en el daño que inducen en las plantas de vivero, las cuales presentan menor sistema radical, menor desarrollo foliar y clorosis del mismo. En ocasiones y en presencia de inóculo se asocian con hongos del suelo especialmente *Rhizoctonia sp.* (Varón de A., 2004). Papamija y colaboradores (2002) encontraron en el norte del Valle plantas con secadera, donde las especies de nemátodos mencionadas estaban asociadas con *Fusarium*; además, encontraron



que el problema era mayor en fincas manejadas convencionalmente.

En general los nematodos incrementan los daños de *Fusarium*, *Phytophthora* y *Verticillium* (Embrapa, 1999).

Se ha encontrado que el ataque de *Rhizoctonia* sp. es más severo y la mortalidad de plántulas es mayor cuando *R. reniformis* está presente (Varón de A., 2004).

Existen varias enfermedades fungosas o bacteriales que afectan el follaje y los frutos, su incidencia en el campo depende del tipo de siembra; las condiciones ambientales que favorezcan la infección y establecimiento del patógeno, y del patógeno presente.

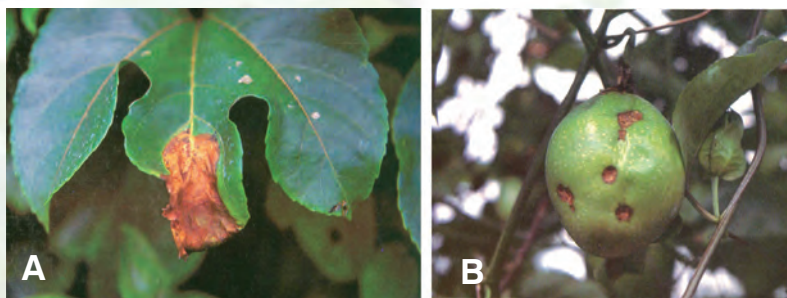
Varios microorganismos fungosos como *Alternaria* sp, *Phoma* sp., *Colletotrichum* sp., *Phyllosticta* sp. y bacterias como *Xanthomonas campestris* pv *passiflorae* y *Agrobacterium tumefaciens* (Reyes, 2004 y Ramírez H.A., 2007).

***Colletotrichum*, *Alternaria*, *Phoma* y *Phyllosticta*.** Afectan todos los órganos de la planta induciendo síntomas conocidos como antracnosis. En hojas pueden inducir manchas foliares de forma y tamaño variable, con apariencia aceitosa en los bordes y en forma de anillos concéntricos del centro de la lesión hacia afuera. En el centro de estas lesiones se desarrollan las estructuras reproductivas del hongo, lo que permite mediante observaciones al microscopio y comparación con la revisión de literatura determinar el agente causal primario, requisito indispensable para un buen uso de funguicidas (Varón de A., 2004).

Mancha parda (*Alternaria passiflorae*). Daños al follaje y frutos, afectando el ciclo productivo. En las hojas se presentan manchas de color pardo rojizo, y en condiciones muy húmedas presentan márgenes acuosas. Cuando la infección progresa, las lesiones se agrandan y forman anillos concéntricos muy característicos. Los frutos presentan áreas necróticas de color pardo rojizo (Figura 16).

En los tallos y pecíolos las lesiones son alargadas y se desarrollan también abundantes cuerpos fructíferos de los patógenos sobre ellas, formando chancros hendidos y necróticos. Cuando hay infecciones severas de estos hongos puede haber secamiento de ramas y muerte descendente.





Fuente: Cenicafé

Figura 16. Manifestaciones de la macha de alternaria en hojas y frutos. Al contrario de la roña las áreas necróticas del fruto por alternaria son deprimidas.

En los frutos las lesiones son variables, se inician por manchas aceitosas seguidas de lesiones hendidas y chancros de color pardo a negro con crecimiento del hongo.

La infección de estos hongos es favorecida por alta humedad relativa y poca aireación, es más frecuente durante los períodos de lluvia.

Control. Buscar la mayor aireación posible del cultivo. Podas sanitarias. Uso de fungicidas cúpricos (Reyes C., 2004; Ramírez H.A., 2007).

Cladosporium sp. La enfermedad se conoce como roña o costra. Los síntomas se manifiestan en frutos de diferentes edades por lesiones verrugosas de color pardo claro las cuales demeritan la calidad de la fruta pero no afecta su parte interna. Deterioro de la apariencia externa del fruto, afectando su valor comercial.

Presencia de lesiones ulcerosas de tamaño variable, de color pardo en frutos de diferente grado de desarrollo (Figura 17).

Control. Aplicaciones periódicas de productos a base de cobre (Reyes, C. 2004; Ramírez H.A., 2007).

Agrobacterium tumefaciens. Induce agallas en la base de los tallos afectados, cuarteadura y desprendimiento de la corteza y cambios de color del tejido. La bacteria puede inducir taponamiento de haces vasculares y necrosis de tejido.



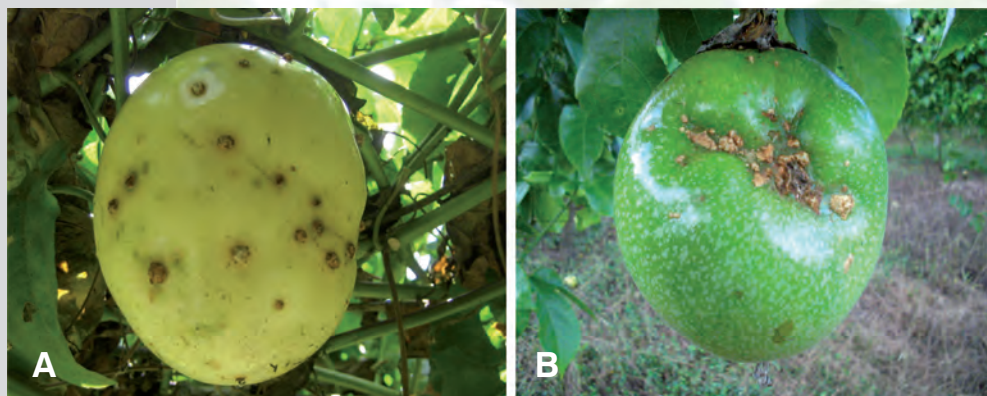


Figura 17. Frutos en distintos grados de madurez afectados con roña.

Para el control se recomiendan Agrimicin 100, Agri-step 500; también Kocide (Botero *et al.*, 1997; Varón de A., 2004).

Durante las labores de poda y mantenimiento del cultivo es necesario desinfectar las herramientas con límpido o patojito. En general las prácticas culturales de riego y fertilización son indispensables para mantener plantas vigorosas, capaces de soportar infecciones severas de los virus.

Para disminuir la presencia de hongos o bacterias en el follaje y reducir posibles fuentes de inóculo, se recomienda la orientación de las siembras de oriente a occidente que permita la entrada de los rayos solares y la aireación en el cultivo con podas y eliminación de tejidos afectados (hojas, tallos y frutos).

En presencia de enfermedades foliares, conviene consultar los técnicos a fin de lograr un buen diagnóstico y por ende buen uso de los componentes químicos.

Manejo de plagas

Dados los requerimientos de la industria y el mercado fresco el manejo integrado de plagas es un requisito indispensable, más si se tienen en cuenta los costos de los químicos utilizados.

Hoy en día la demanda de los mercados externos e incluso internos exige productos con niveles de contaminación mínimos,



especialmente de pesticidas. Esto implica cambios a sistemas de manejo más amigables con el medio ambiente con base en la aplicación de buenas prácticas de manejo denominados también agricultura limpia, ecológica, amigable o natural.

En el manejo de plagas debe enfatizarse el empleo de opciones ecológicas que reduzcan la contaminación ambiental y aseguren la salud de los consumidores. Se hace énfasis, entonces, en el uso de prácticas culturales que incluyen (Cárdenas, 2005):

- Podas sanitarias.
- Aumentar las poblaciones de controladores biológicos de las principales plagas.
- Eliminación de plantas muy afectadas.
- Recoger todos los frutos y flores y en general las estructuras caídas diariamente.
- Bajas densidades de siembra, rotación de cultivos, cultivos asociados, manejo de malezas y de la humedad (riego por aspersión).
- Empleo de medios físicos: luz, sonido y barreras físicas como cultivos trampa, películas adherentes, empleo de mallas alrededor del cultivo para evitar el ingreso de insectos, trampas de color.

Una vez que se han agotado las medidas culturales, su combinación con el control químico puede ser una alternativa importante; para ello deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- No deben utilizarse productos de niveles toxicológicos I y II.
- Rotar los productos para evitar la aparición de resistencias.
- Dependiendo de las plagas se recomiendan los siguientes productos: Malathion, Lorsban, Karate, Dipel y Evisect (Cárdenas, 2005).

Mosca sonsa o del ovario. *Dasiops inedulis*. Se le llama así por su poca capacidad de vuelo. Es una de las plagas que afecta en mayor grado la producción de maracuyá. La hembra deposita sus



huevos en la base de los botones florales, ocasionando la caída y en casos severos afecta considerablemente la producción. Las larvas destruyen estructuras reproductivas ocasionando su caída en un porcentaje significativo.

Se han encontrado ataques hasta de 65% en cultivos del Valle del Cauca, según Agredo, 2003 de 40 a 50%. Se recomienda muestreos periódicos en botones entre 1 y 3 cm (Ambrecht y colaboradores, 1991).

Como control se recomienda recoger los botones caídos al suelo y sumergirlos en agua o enterrarlos a una profundidad mayor de 0,4 m. Inspecciones periódicas al lote. Recoger botones caídos y sumergirlos en solución insecticida (Ramírez H., 2007).

Existen enemigos naturales pertenecientes al género *Opius* (*Himenópteros*). En sitios especialmente donde no se aplica insecticidas (Ambrecht y colaboradores, 1991).

Malathion, Fention, Dipterex y otros de bajo impacto con la fauna benéfica como el Trebon (Agredo, 2003).

Lo importante es hacer aplicaciones espaciadas que permitan romper el ciclo de la plaga, el cual se observa en la Figura 18.



Fuente Agredo, 2006

Figura 18. Ciclo de vida *D. inedulis*.



El manejo es básicamente químico; sin embargo, mantener el cultivo bien nutrido y con buena humedad permite mayor tolerancia en la planta. Para reducir poblaciones se puede recurrir a productos como azufre, Abacmetina, Propargite (Figura 19).

Uso de trampas Mc phail con proteína hidrolizada, además ayuda al monitoreo de la población permitiendo hacer el control de adultos antes que se incrementa el daño en botones.

Ácaros. *Brevipalpus phoenicis* (rojo) y *Tetranychus* sp. Son plagas de importancia económica en maracuyá; se presentan en cultivos en producción. Este complejo de ácaros se ubica en el envés de hojas maduras produciendo amarillamiento y posterior defoliación de la planta. La presencia de la plaga se ve favorecida por altas temperaturas y épocas secas (Agredo, 2003). El ciclo se presenta en la Figura 20.

Como control se debe evitar la falta de agua al cultivo. En caso de ser necesario su control químico. En su control químico se puede utilizar acaricidas de baja toxicidad (Ramírez H., 2007).

Trips. *Deidatotrips borungae*. Se localizan sobre las yemas terminales y causa deformación de las hojas y sellamiento de los cogollos. Son transmisores de virus. Afecta el desarrollo de la planta

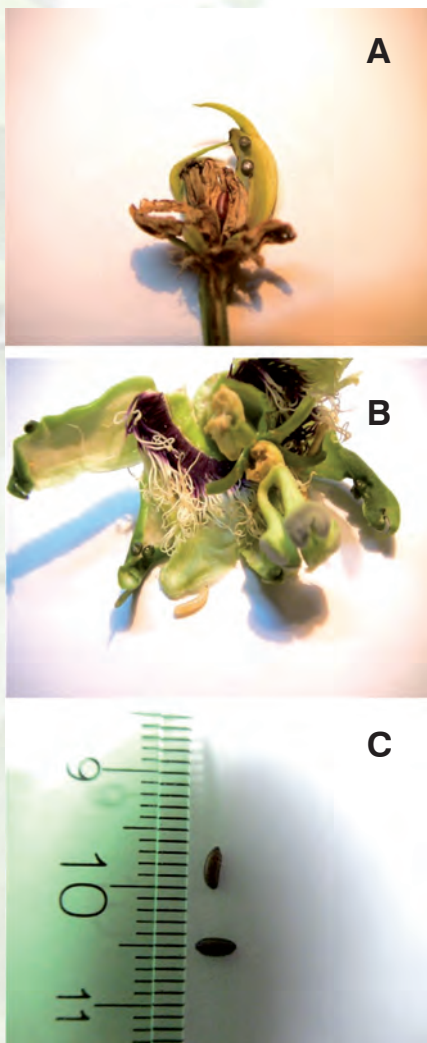
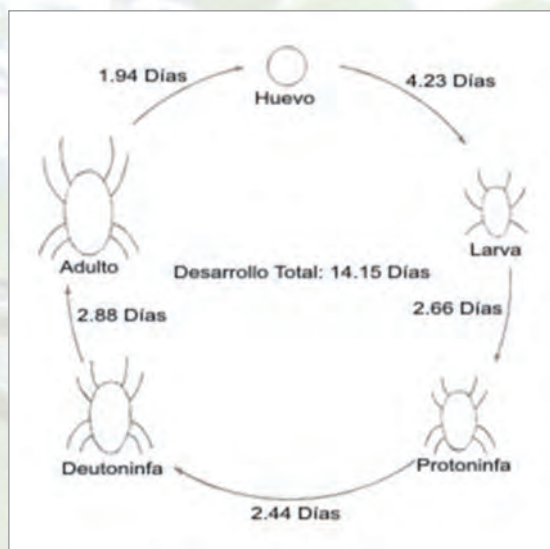


Figura 19. A, B y C. pueden observarse adultos *Dasiops*, daño en la flor y tamaño de las pupas respectivamente.





Fuente Agredo, 2006

Figura 20. Ciclo de vida de *Tetranychus mexicanus*.

impidiendo el crecimiento y la formación de nuevas estructuras florales (Figura 21). Es una plaga de importancia económica.

Afidos. *Aphis gossipii*, *Myzus persicae*. Es una plaga que se ubica en los terminales, causando encrespamiento de las hojas jóvenes, su daño directo es de poca importancia, pero es vector



Figura 21. Daño de Trips en el follaje.

de enfermedades virales en maracuyá, problema de gran importancia económica (Agredo, 2003).

Chinche patón. *Leptoglossus sp.* Chinche Tanto como las ninfas como los adultos afectan el pedúnculo de los frutos, las hojas, el follaje y los botones florales (Figura 22). El daño se conoce por los pequeños puntos oscuros donde el insecto introdujo el estilete y pueden caerse posteriormente. Los frutos afectados generalmente se caen pequeños.

Control. Inspección periódica al lote. Recoger frutos caídos afectados y eliminarlos (Ramírez H., 2007). Se recomienda control manual.

Escamas. *Cesoplasteo sp.* Inducen el secamiento de las ramas, tallos y hojas.

Cuando se tome la decisión de controlar químicamente a los insectos, se debe considerar siempre que se deben hacer las aspersiones evitando al máximo afectar las poblaciones de insectos polinizadores; esto se logra haciendo las fumigaciones en horas de la mañana y utilizando productos de baja residualidad y considerando los periodos de floración (Ramírez, 2007).



Figura 22. El chinche patón puede transmitir virus y causar lesiones tóxicas tanto a los frutos como a las hojas.



Gusanos desfoliadores. Se presentan dos especies *Dione juno* y *Agraulis vanillae*. Pueden atacar los botones florales. Ataques gregarios muy localizados; comen y esqueletizan brotes y hojas jóvenes.

Su control se puede hacer manualmente durante las deschuponadas, pues son fáciles de detectar. Si es necesario hacer control químico se puede utilizar un producto para lepidópteros como inhibidores de quitina, *Bacillus turingiensis* o piretroides (Figura 23).

Se consideran de poca importancia económica.



Figura 23. Larva de *Dione* sp. atacando hojas nuevas.

Crisomélidos. Conocidos comunmente como cucarroncitos, afectan cultivos que se encuentran enmalezados. Ataque al follaje de plantas tiernas, causando defoliación severa si no se controla.

Para su control se debe hacer un buen manejo de malezas, e inspección permanente en viveros o plántulas recién transplantadas. Se puede recurrir a productos como el Carbaril (Sevin 80) e insecticidas de baja toxicidad (Agredo, 2003).

Son de poca importancia económica.

Manejo de malezas o arvenses

Su control depende del grado de daño que pueden ocasionar. Las malezas o más adecuadamente las arvenses pueden favorecer la



retención de humedad, al disminuir las pérdidas por evaporación, evitar la compactación del suelo, mantener fauna benéfica y disminuir la erosión. También pueden hacer competencia por recursos nutrientes agua y suelos, ser hospederos de plagas y enfermedades, y dificultar las prácticas culturales. Además, hay un aspecto más estético que el productor debe valorar desde el punto de vista de los costos y de las ventajas y desventajas.

En este sentido, un control solo de malezas dañinas que el productor debería conocer es el punto de partida. Además evitar la floración de las malezas.

Antes del transplante y durante el desarrollo del cultivo se recomienda mantener las malezas a ras del suelo para evitar el establecimiento y multiplicación de insectos vectores de los virus que afectan al maracuyá. Debido al carácter superficial de las raíces, no deben eliminarse las malezas con remoción mecánica del suelo. Se recomienda combinar el control químico (glifosatos), manual y guadaña en el plato (Agredo, 2003).

Cosecha y poscosecha

Las diferentes actividades de cosecha y poscosecha son importantes porque se relacionan directamente con la calidad.

Si se analiza el cultivo a partir de un ciclo de 20 meses, el proceso de cosecha ocupa 14 de ellos durante los cuales se producen tres cosechas grandes, cada una de dos meses en diciembre y enero y junio y julio con períodos de reposo durante las lluvias, de cuatro entre ellos. La cosecha de la mitad ocupa 50% del volumen y las otras dos 25% cada una (Sena, 1999).

Como concepto la calidad interna y externa, de acuerdo con Ramírez F. (2004), se relaciona con los siguientes componentes:

- Apariencia
- Limpieza
- Color (grado de madurez)
- Sabor
- Aroma
- Gusto
- Textura/consistencia
- Sanidad e inocuidad
- Homogeneidad



Además pueden agregarse los de firmeza o consistencia de la fruta, peso o densidad (llenado del fruto), uniformidad de los frutos en tamaño y color de la corteza, forma del fruto (ovalado), relación sólidos/acidez, relación jugo/semillas, contenido nutricional y color de la pulpa.

Para el caso de los frutos de maracuyá los criterios son (Ramírez F., 2004):

- Forma ovalada
- Frutos enteros y sanos
- Libres de quemaduras de sol
- Libres de humedad externa anormal
- Exentos de olores o sabores anormales
- Aspecto fresco y consistencia firme
- Estar limpio, libre de materiales extraños (tierra, polvo, agroquímicos, y cuerpos extraños)
- Presentar pedúnculo cuyo corte debe estar a la altura del primer nudo (2 – 3 cm) o punto de abscisión.
- Grado de madurez tal que permita llegar en condiciones satisfactorias a su destino.
- Los residuos de plaguicidas deben ser inferiores a los límites establecidos en el Codex Alimentarius o los exigidos por el país de destino.

Se dice que el fruto del maracuyá “no se coge sino que se recoge”, pues en la mayoría de variedades actuales el fruto se desprende una vez llega a su madurez fisiológica. De todas formas es más conveniente recoger el fruto de la planta una vez esté maduro (amarillo) que del suelo, pues una vez que cae comienza la senescencia con sus aspectos de disminución de peso, acidez y azúcares totales.

El cambio de coloración del fruto se puede emplear como índice de madurez de la cosecha, pues su variación se correlaciona con un cambio en la composición química interna del fruto (Aristizabal y colaboradores, 1994) citados por Ramírez, 2003.

No debe olvidarse que el maracuyá es un fruto climatérico, es decir, a una fruta luego de cosechada intensifica su respiración, con cambios rápidos en coloración, incremento de azúcares y senescencia. En este caso los indicadores de madurez son los siguientes: cambio de color, pues está correlacionado con los cambios en composición química (Ramírez F., 2004) (Figura 24).

De acuerdo con el Sena, sf, la lectura del proceso se da de la siguiente forma:



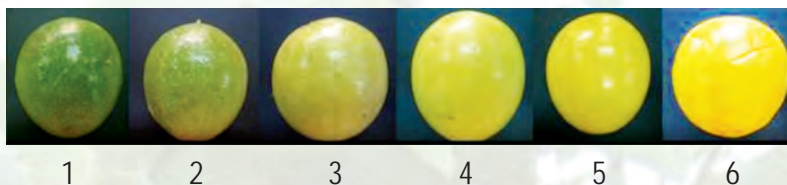


Figura 24. Cambio de color del fruto durante el proceso de maduración.

- 0. verde oscuro
- 1. verde oscuro con un leve amarillamiento
- 2. verde con amarillo
- 3. Amarillo más intenso y algo de verde
- 4. Amarillo
- 5. Amarillo total
- 6. Amarillo intenso

El color se correlaciona con la curva Brix/acidez titulable (porcentaje de ácido cítrico), donde 0 = 2,2, hasta 6 = 4,3 aproximadamente (Sena, sf, 1999).

De acuerdo con lo anterior, para el mercado fresco se debe cosechar en los estados 3 - 4 y para la agroindustria en 5 - 6.

Se menciona que aunque existen normas para la clasificación de los frutos reglamentadas por el Icontec, (Norma 1267 de 1972) no se aplican y en general los mercados frescos y para industria tienen sus propios criterios (Ramírez, 2004).

Para la industria y exportación se tienen en cuenta las siguientes características:

Tabla 5. Normas de calidad para el comercio internacional de jugo simple y concentrado de maracuyá.

Característica	Jugo simple	Jugo concentrado
Grados Brix	15 +/- 1	50°
pH (15 C)	2.75	2.45
Densidad	1.06	1.23
Acidez	3.7 – 4.0 %	12.5 – 13.8 %
Acido Ascórbico	38.0	111.0
Sólidos en Suspensión	32 – 45 %	--

Fuentes: Rives C. IICA, 1993



Para la cosecha se cortan o doblan los pecíolos con una longitud de 1 – 2 cm, los cuales se destinan más al mercado fresco (Ramírez F., 2004). Para la industria pueden recogerse del suelo, pero solo los recién caídos. Dependiendo de la carga de frutos las cosechas pueden ser Esto significa realizar cosechas diarias o día de por medio.

Empaque

Se utilizan guacales de madera de 12 kg - 14 de capacidad (tomateros), de dimensiones variables. Costales de fibra de 40 kg, baratos pero no recomendables desde ningún punto de vista (Figura 25).



Figura 25. Tipos de empaques usados en maracuyá: A) Costal de fibra. B) Plástico.

El deterioro del producto es acelerado por los daños mecánicos y la contaminación.

Bolsas plásticas de polipropileno de 20 kg: mejoran la presentación y la protección de la fruta en comparación con los costales de fibra, pero son inconvenientes por la escasa protección mecánica y por la acumulación de humedad aunque se usa también bolsa perforada de 10 kg, con mejores ventajas. Para la venta al detal se pueden ofrecer los frutos en bolsas plásticas perforadas de 1 a 3 kg.

Cajas de cartón: son adecuadas y reusables pero teniendo precaución con la humedad. Son costosas.

Cajas de madera: son de tamaños variables, utilizadas para tomate y otras frutas con capacidades entre 12 y 15 kilos; no son muy





recomendables porque el tipo de madera y los clavos pueden ocasionar heridas en la cáscara y magulladuras por las condiciones de presión con que son empacadas las frutas (Figura 26).

Figura 26. Empaque en cajas tomateras.

Canastillas plásticas con capacidad de 14 kg. Cajas de cartón. Es el empaque más recomendable. Son resistentes, además pueden ser reutilizadas varias veces, hasta por 6 años (Ramírez F., 2004), y permiten proteger y apreciar el producto. Las canastillas implican ge-



neralmente la selección del producto, y su diseño evita que el producto de arriba aplaste al del fondo (CCI, 2007). Son muy costosas y se pierden con frecuencia (Figura 27).

Figura 27. El empleo de canastillas es el más recomendable.

Cuando se trata de grandes volúmenes como en el caso de la agroindustria, se utiliza el transporte a granel en camiones o tractomulas. No es muy recomendable pero hay ahorro en empaque.

Clasificación

Maracuyá tipo industrial

Las industrias procesadoras utilizan los siguientes parámetros para la obtención de frutos de maracuyá amarillo, *Passiflora edulis* var flavicarpa de acuerdo con su cualidades químicas.



1. ° Brix	12. - 15
2. pH	2.8 - 3.5
3. Acidez	4.0 - 5.5
4. Ratio	3.1 - 5.0

En cuanto a las cualidades físicas son las siguientes:

- En lo posible tener un tamaño uniforme.
- Debe presentarse entero, con el aspecto típico de la variedad.
- Debe estar fresco.
- Limpia sin ningún residuo
- Sin indicios de humedad exterior.
- Sin frutos quebrados
- Con pedúnculo, cuyo corte debe estar a la altura del primer nudo (2 - 3 cm)
- Libre de hongos.
- Sin daños mecánicos
- Sin frutos en descomposición.
- Libre de insectos.

Fuente: Frexco S.A. 2008

Las pérdidas poscosecha son variables dependiendo del empaque utilizado, las distancias al sitio de comercialización (transporte), el grado de la selección de la fruta, el trato dado durante la carga y descarga y el manejo del cultivo hasta la cosecha. La CCI ha estudiado las pérdidas en varios sitios (Tabla 6) y encontró que varían de 2% a 10%, cifra relativamente alta considerando que el fruto presenta condiciones físicas y estructurales favorables para la manipulación, el transporte y el empaque.

Tabla 6. Costos de comercialización del Maracuyá en tres ciudades de Colombia.

	Bogotá	Cali	Montería
Finca	66.7	78.6	71.4
Transporte	3.6	3.6	2.3
Empaque	0.6	1.6	1.4
Carga y descarga	0.5	0.7	0.7
Selección y clasificación	n. a.	1.8	n. a.
Almacenamiento	2.9	4.5	0.5
Pérdidas	6.0	2.0	10.0

Fuente: CCI, 2007.



El deterioro del producto es acelerado por los daños mecánicos y la contaminación. Pérdida de brillo y firmeza de la corteza del fruto.

Para el almacenamiento se recomienda el empleo de cuarto frío a temperaturas entre 5°C y 8°C (Ramírez F., 2004).

Dadas las características del fruto y especialmente de la pulpa y a que parte de la cosecha ha sido retirada del suelo, la limpieza se convierte en un factor de importancia. Se usa para ello toallas y si es necesario agua de buena calidad y posteriormente se retira la humedad y se colocan las frutas en canastillas en sitios ventilados.

Pueden usarse productos desinfectantes como el hipoclorito de sodio o calcio, en 1/1000 (Ramírez F., 2004).

Almacenamiento

En condiciones de medio ambiente, el maracuyá puede almacenarse hasta por una semana en sitios ventilados y en canastillas plásticas limpias apiladas adecuadamente. Para períodos más largos, hasta por un mes, se recomienda almacenamiento refrigerado a 5°C – 7°C en condiciones de 85% – 90% de humedad relativa (Gallo, 1997).

Para una revisión más profunda de los temas relacionados con cosecha y procesos posteriores se recomienda estudiar el excelente capítulo de Francisco Ramírez: Cosecha y alistamiento del maracuyá para la comercialización en “Taller teórico práctico sobre manejo y cultivo del maracuyá” del Cenif, 2004.

Comercialización

Para el mercado fresco la CCI (2007) analizó los procesos y costos de comercialización desde los sitios de producción (Valle, Huila y Córdoba) a Bogotá, Cali y Montería (Tabla 6).

En Bogotá, la forma de comercialización comienza con el productor, quien le vende al acopiador en el municipio de origen, quien a su vez le vende al mayorista en la central; éste asume el costo del transporte y la carga y descarga y vende a los minoristas o al consumidor final.



El producto se puede almacenar y para ello se usan bolsas de polipropileno de 9 kg cada una (CCI, 2007).

En general, los costos tienen un peso similar en las tres ciudades, aunque los estudios indican diferencias en procesos de comercialización en cuanto a selección del producto, empaques, tiempos de almacenamiento y pérdidas (CCI, 2007a).

Mercadeo

De acuerdo con García N, R. (2004) el mercado agroindustrial es el principal determinante del comportamiento de los mercados del maracuyá en Colombia.

Esta situación permite que los mercados mayoristas de Medellín y Barraquilla determinen lo que ocurre en Cali y Bogotá por ser centros agroindustriales, donde las transacciones se hacen de manera directa agroindustria – productor. Este comportamiento tiene lógica en la medida que a mayor volumen transado en mercados mayoristas el producto tiene más peso en la determinación de los precios en aquellos mercados mayoristas que sufren el efecto “sustracción” de las demandas agroindustriales satisfechas directamente por los productores.

Asimismo, el comportamiento del mercado estará más determinado por el precio internacional que por el juego de la oferta y la demanda de los centros mayoristas del país.

Según el autor mencionado, el futuro del maracuyá está en el mercado agroindustrial, lo cual introduce un alto nivel de incertidumbre, ya que los productores deben asumir un precio ya fijado sobre el cual no tienen mayor control. La situación del precio del maracuyá sigue ciclos de fases de dos años de precios en alza seguidos de otros dos con tendencia a la baja (García N, R. 2004).

Recurso genético y mejoramiento

El cultivo del maracuyá aunque importante no avanza en proporción con las demandas del mercado interno y de exportación. De



acuerdo con el MADR, 2004 y 2006, el área ha disminuido en los últimos años y el rendimiento promedio de 20 ton/ha en el 2002 a 17.6 ton/ha en el 2007; se atribuye a problemas de enfermedades, plagas y condiciones climáticas adversas. La condición sanitaria influye en todo el proceso productivo del cultivo: caída de estructuras florales, botones, frutos, defoliación, crecimiento de la planta, lesiones y deformación en fruto y secamiento de la planta.

El maracuyá es una planta frutífera que comienza a producir en el primer año de sembrado y tiene un período de vida corto, los mayores rendimientos se obtienen en el segundo año y disminuye y termina en el tercero. En Colombia se cultivan dos especies, *Passiflora edulis* var *flavicarpa* Degener que se caracteriza por frutos amarillos y se cultiva en zonas bajas y tiene resistencia a patógenos del suelo y presenta variabilidad en caracteres de importancia económica (Gratappaglia et al, 1991). *Passiflora* var *edulis* Sims, produce frutos morados y crece en zonas templadas. Los frutos poseen alto contenido de jugo y alto grado de acidez (Texeira, 1994); presenta resistencia a virus (Gálvez, 2005). Ambas especies son de polinización cruzada y necesitan de insectos para aumentar el cuajado de los frutos (Chacón, 1991). Diversos autores han diseñado métodos artificiales de polinización como guantes de franela para mejorar el prendimiento de frutos (Grisi, 1973). La empresa Grajales utilizó este método en las plantaciones para incrementar los rendimientos.

No siendo el maracuyá nativo de Colombia y el proveniente del Brasil, de origen comercial (no silvestre) y de introducción relativamente reciente, se espera que la variabilidad sea relativamente baja. Se sabe que ambas especies *P. edulis* var. *Flavicarpa* y *edulis* Sims llegaron simultáneamente a Colombia y se cultivaron conjuntamente durante varios años y en diversos sitios, por lo que debe haber ocurrido hibridación entre ambas y, por ende generado ciertos niveles de variación. A principios de 1990 se encontraban materiales en el Valle con un porcentaje variable de híbridos con tendencia de 3% a 8% a *P. edulis* Sims (Cirad, 1992).

Además de las introducciones de 1963 por parte del ICA, a principios de la década de 1990 el ICA, Cirad y Grajales introdujeron materiales de Australia, Brasil, Perú, Guyana Francesa, África del Sur y Francia, las que pueden haber contribuido a ampliar dicha base genética (Cirad, 1992).

Se ha encontrado también que *P. edulis* posee altos niveles de heterozigocidad y polimorfismo, al menos para caracteres de rendi-



miento, lo cual se debe a su condición de planta autoincompatible (Carneiro et al., 2002). En estudios de caracterización, Medina y Lobo (2000) encontraron que la especie *edulis* fue la que mostró mayor variabilidad en cuanto a los atributos, con cerca de 80% de polimorfismos en diferentes estados.

Colombia es rica en especies de pasifloras que le han dado el título de ser el mayor depositario de especies de Passifloras en el mundo. Albert de Escobar, 1991, considera que la riqueza se debe a la gran diversidad de hábitats y climas que van desde el nivel del mar hasta las nievas perpetuas y desde desiertos a la selva pluvial. También menciona la presencia de las tres cordilleras las cuales generan sitios aislados que permiten la especiación alopátrica de las plantas a través de la deriva genética. Actualmente se cultivan a nivel comercial fuera del maracuyá, la curuba y la granadilla. Existen otras especies con algún grado de utilización siendo superadas ampliamente en preferencia y comercio por el maracuyá pero que pueden ser fuentes importantes de genes para trabajos de mejoramiento.

En estudios de caracterización, Medina y Lobo, 2000, encontraron en la especie *P. edulis* mayor variabilidad en atributos morfológicos y



Figura 28. Guías altamente productivas de buenas características para selección. El peso y el tamaño de la fruta son otras cualidades importantes.

agronómicos con cerca de 80% de polimorfismo. Estos autores encontraron que en Pasifloras las barreras de cruzabilidad no están muy claramente definidas por lo que es posible obtener híbridos entre especies distantes como en efecto lo hicieran. Esto permitiría generar poblaciones y líneas con características útiles para el cultivo. Sin embargo A. de Escobar, 1991 menciona que en el género Pasiflora hay barreras para la hibridación y cita diversas investigaciones donde los cruzamientos resultaron en frutos abortados, semillas estériles o plantas débiles. Carneiro et al (2002), encontró en *P. edulis* altos niveles de heterozigocidad y polimorfismo para características asociadas a rendimiento por la condición de planta auto incompatible. López et al (2002), evaluó el banco de germoplasma de la Federación de Cafeteros con 12 especies y 47 accesiones del género pasiflora y encontraron que 5 especies de variedad flavicarpa presentaron diferencias agronómicas a consecuencia de la incidencia en alternaria.

López et al, 2002, evaluaron el banco de germoplasma de la Federación de Cafeteros con 12 especies y 47 accesiones del género pasiflora y encontraron que 5 colectas de var. flavicarpa presentaron diferencias agronómicas y en incidencia de alternaria. Así mismo encontraron que frente a las 12 especies evaluadas, var. flavicarpa presentó valores entre 65.5% de cuajamiento y 32% (el más bajo), frente al 75 % de *P. maliformis*.

Restrepo, 2000, hace un interesante análisis de las posibilidades que existen para un mejoramiento de Passifloras, especialmente del género Tacsonia, por la facilidad de formar híbridos interespecíficos entre especies promisorias. Según Medina y Lobo, 1991, en Passiflora las barreras de cruzabilidad no están muy claramente definidas por lo que es posible obtener híbridos entre especies distantes. Esto permitiría generar poblaciones y líneas con características útiles para el cultivo. El maracuyá es un cultivo alógamo por excelencia, las flores presentan protandria y presentan en menor extensión incompatibilidad homomórfica de carácter esporofítico. (Texeira, 1994). Las flores presentan diferencias en curvatura de los pistilos de los cuales depende en gran medida la polinización. El conocimiento de este fenómeno tiene gran incidencia en el amarre de los frutos (Oliveira y Ferreira, 1991). La incompatibilidad es un factor a tener en cuenta cuando se usa propagación vegetativa. Es necesario intercalar clones compatibles entre sí y que coincidan en la floración. (Horst, 1994).

En cuanto a procesos de selección es el Brasil donde más trabajos se han hecho por producir variedades porque han puesto en práctica



diferentes métodos de mejoramiento que les ha permitido generar híbridos de excelente calidad y rendimiento. En el momento se usan en Colombia especialmente en el Valle del Cauca. Diversos métodos se han utilizado siendo la selección masal el más utilizado. (Oliveira y Ferreira, 1991), reportan que selecciones derivadas de selección masal con control de la polinización de los progenitores seleccionados que fueron superiores a aquellas seleccionadas con base solamente en el parental materno. Estos autores reportan que hibridaciones entre maracuyá amarillo y rojo que produjeron F1s altamente productivas con rendimientos superiores al padre más rendidor, fenómeno que había sido observado por Knight en 1963. El método de selección masal desarrollado por CIRAD, 1992, permitió obtener en pocos ciclos de selección material vegetal de alta productividad, superior a las 40 ton/ha. El CIRAD planteó en el Valle del Cauca, desde los 90 un interesante esquema de mejoramiento con base en rendimiento, calidad de jugo y tolerancia a las enfermedades *Fusarium*, *Phytophthora* y virosis donde se incluía selección de patrones e injertación. (CIRAD, 1992). Este procedimiento ha probado ser útil y dadas las numerosas especies colombianas podría ser una solución al problema de pudrición de tallo y raíz o "secadera". Más tarde el Centro Frutícola Andino CENIF, en colaboración con el CIRAD de Francia retomó los procesos de selección con una metodología de seguimiento de plantas individualarles, con base en producción y calidad ($^{\circ}$ Brix mayor de 15), pero las selecciones (poblaciones), desaparecieron posteriormente debido a los problemas de sanidad.

La utilización de propagación vegetativa especialmente a partir del cultivo de tejidos es una técnica útil ya que permite clonar híbridos (y clones superiores) especialmente cuando son autoincompatibles (Grattapaglia *et al.*, 1991). Caicedo *et al.*, (2006), generaron selecciones locales a partir de cruzamientos naturales entre materiales comerciales de *P. edulis* Sims y *P. edulis* flavicarpa. Algunas observaciones mostraron diferencias en rendimiento que van de 20 a las 60 ton/ha y calidad de fruta como sólidos solubles (de 8% a 16%) y acidez (pH) de 3.0 a 4.1.

En la medida que el cultivo se ha extendido a distintas zonas del país, se han generado selecciones locales a partir de los cruzamiento naturales entre materiales comerciales de *P. edulis* Sims y *P. edulis* Flavicarpa. Es posible que se haya generado alguna variabilidad para rasgos de interés comercial. Algunas observaciones en el C. I. Palmira muestran, por ejemplo, diferencias en rendimiento entre diversas poblaciones seleccionadas que van de las 20 a las 60 ton /ha y para caracteres de calidad de fruta como



sólidos solubles (de 8 a 16%) y acidez (pH) de 3,0 a 4,1. (Caicedo *et al.*, 2005).

Afortunadamente se dispone de bancos de germoplasma como el de Corpoica en el Centro de Investigación la Selva y en el del Centro de Excelencia en Passifloras en el Huila, para profundizar en el conocimiento y mejoramiento de las especies de pasifloras y generar las ventajas comparativas que se requieren para continuar en los mercados externos e internos.

Se recomienda la lectura y análisis del excelente Manual “Maracujá germoplasma e melhoramento genético” Edo. F.G. Baleiro, C. N.T. Junqueira, M.F. Braga. EMBRAPA, Planaltina DF, 2005, 674 p.

Las características a mejorar en una planta y población de maracujá dependen del uso y condiciones de cultivo que se necesiten. Estas condiciones varían en el tiempo y en las áreas a cultivar. En el caso del maracujá en Colombia las necesidades son básicamente las de la industria en cuanto cerca del 80% del volumen de la producción en fresco se usa para procesamiento. En estas condiciones el consumo del mercado fresco se supedita al de la industria en cuanto el producto requerido es el jugo y mezclas de los mismos.

Para las actuales necesidades de la agroindustria y del mercado fresco del país se debería mejorar por las siguientes características:

- Peso del fruto mayor que 120 g. A mayor peso más jugo.
- Forma y tamaño del fruto, alargado y grande.
- Tipo de flor: plantas con anteras y estigmas al mismo nivel luego del inicio de la etapa de polinización
- Prolificidad de flores que amarren frutos. Es decir que tengan flores estructuralmente deseables que permitan procesos de polinización eficientes.
- Plantas con baja o nula autoincompatibilidad.
- Coloración del fruto: amarillo intenso.
- Color del jugo: amarillo intenso.
- Porcentaje de jugo mayor que 40% del peso del fruto.
- Sólidos solubles mayor que 16 hasta 20%
- Acidez titulable mayor que 3.5. Relativamente alta.
- Aroma intenso propio de la especie (aconfitado).
- Sanidad: plantas tolerantes o resistentes a las virosis y marchitez o secadera (*Fusarium*).
- Longevidad de la planta.
- Semillas de germinación uniforme y precoces.



Costos de producción

MARACUYÁ

(*Passiflora edulis* Sims)

Costos de Instalación Espaldera Mantel / Hectárea

ACTIVIDADES	PATRON		PARTICIP
	UNIDAD	CANTIDAD	MANO DE O HOMBRE
Labores			
Distribución Postes	H - M	2,0	100,0
Hoyada	Jornal	11,0	100,0
Clavada de postes	Jornal	5,0	100,0
Tendida y grapada de alambre	Jornal	6,0	100,0
Instalación templetes	Jornal	3,0	100,0
Subtotal		27,0	
Insumos			
Postes gr uestos de guadua	Unidad	470,0	
Tacos delgados de guadua	Unidad	630,0	
Alambre Liso calibre 10	kg	90,0	
Alambre Liso calibre 12	kg	320,0	
Alambre Liso calibre 14	kg	190,0	
Grapas	kg	9,0	
Subtotal			
Total Costos de Producción			

33 surcos de 100 metros cada uno.

Total plantas por hectárea: 1.111 Distancia siembra: 3 m entre hileras y 3 m entre plantas





CIPACIÓN		PRECIO / UNIDAD	VALOR TOTAL	OBSERVACIONES
DE OBRA %				
	MUJER			
				De 3 m. De 2,2 m. Dos tendidos: Superior e inferior De 1 Pulgada x 12
		35.000,0	70.000,0	
		14.000,0	154.000,0	
		14.000,0	70.000,0	
		14.000,0	84.000,0	
		14.0 00,0	42.000,0	
			420.000,0	
		1.800,0	846.000,0	
		550,0	346.500,0	
		2.900,0	261.000,0	
		3.000,0	960.000,0	
		3.100,0	589.000,0	
		3.500,0	31.500,0	
			3.034.000	
			3.454.000	

MARACUYA (*Passiflora edulis* Sims)

Costos de Instalación y Sostenimiento para 24 meses / Hectárea

ACTIVIDADES	PATRÓN		PARTICIPACIÓN
	UNIDAD	CANTIDAD	MANO DE OBRA
Labores			
Preparación Terreno	H - M	5	100
Siembra	Jornal	10	70
Resiembra	Jornal	1	100
Riego x 18	Jornal	27	100
Deschuponado y Poda	Jornal	30	100
Plateo	Jornal	6	100
Control químico de malezas x 24	Jornal	12	100
Control plagas y enfermedades x 24	Jornal	24	100
Fertilización x 12	Jornal	12	100
Polinización manual	Jornal	12	
Recolección	t	40	10
Subtotal			
Insumos			
Plántulas	Unidad	1.200	
Insecticida	kg	1,20	
Insecticida	l	3	
Insecticida	l	2	
Fungicida	kg	10	
Fungicida	l	2	
Fungicida orgánico	kg	1	
Fertilizante orgánico x 6	t	3	
Fertilizantes químicos x 6	Bulto	18	
Hilaza	Cono	1	
Subtotal			
Otros costos			
Transporte	t	40	
Intereses sobre capital	%	0,12	
Impuestos	%	0,0125	
Subtotal			
Total Costos Sostenimiento			
Costo estructura Mantel			
Total Costos de Producción			
Producción	t	40	
Ingreso Neto			

Costo de producción por kilo: 339,69

Distancia Siembra: 3.0 m entre hileras planta

Preparado por: I.A. Jaime Enrique





CIPACIÓN DE OBRA %		PRECIO1 UNIDAD	VALOR TOTAL	OBSERVACIONES
	MUJER			
		61.000	305.000	Maquinaria Contrato 2 x Mes 2 x Mes 1 x Mes 2 x Mes
30,0		15.000	150.000	
		15.000	15.000	
		15.000	405.000	
		15.000	450.000	
		15.000	90.000	
		15.000	180.000	
		15.000	360.000	
		15.000	180.000	
100,0		15.000	180.000	
90,0		40.000	1.600.000	
			3.915.000	
		290	348.000	Incluye resiembra Evisect Piretroide Malathión - Lorsban Oxicloruro de Cobre Mertec Trichoderma M-O compostada Según análisis de suelos De 3.000 m.
		190.000	228.000	
		75.000	225.000	
		25.000	50.000	
		6.500	65.000	
		100.000	200.000	
		180.000	180.000	
		190.000	570.000	
		48.000	864.000	
		9.500	9.500	
			2.739.500	
		45.000	1.800.000	
		11.908.500	1.429.020	
		20.000.000	250.000	
			3.479.020	
			10.133.520	
			3.454.000	
			13.587.520	
		500.000	20.000.000	
			6.412.480	47,19%

irique Cárdenas

Bibliografía

- Albert de Escobar, L. 1991. La sistemática y evolución de las passifloras. pp 51 – 54. En: Memorias, Primer Simposio Internacional de Passifloras. U Nacional, ICA, IPGRI, Palmira, Colombia.
- Caicedo A., J. Cárdenas y J. Jaramillo. 2006. Evaluación de doce selecciones de maracuyá amarillo en condiciones del Valle del Cauca. (En preparación).
- Cárdenas J. 2006. Mejoramiento en el manejo del cultivo, producción y comercialización del maracuyá en la zona geográfica de los Llanos Orientales. Productora de Jugos. Departamento de fomento agrícola. Material impreso. 40 p.
- Carneiro M. S., L.E. A. Camargo, A. S. G. Coelho, R. Venkovsky, R. P. Leite, N. M: C. Stenzel, and M. L. C. Vieira. 2002. RAPD – based genetic linkage map of yellow passion fruit (*P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) Genome, 45: 679 - 678
- CIRAD. 1992. Informe técnico sobre la programación de passifloras, papaya y cítricos. Investigación y capacitación. Embajada de Francia, ICA, FNCC, CEFA y Empresas Grajales. Bogotá, 23 p.
- Chacón C. 1991. El cultivo del maracuyá *P. edulis* var. *Flavicarpa* Deg. En Colombia. pp: 147 – 152 En: Memorias Primer Simposio Internacional de Passifloras. IBPGR, FAO, UN, ICA. Palmira, V. del Cauca.
- Chávez B., F. Varón de A. F. morales, M. Castaño J. Arroyave y G. Gálvez. 1999. Reconocimiento, transmisión y hospedadas de patógenos virales del maracuyá (*P. edulis* Sims) en Colombia. Fitopatología Colombiana, 2 Número 1. 24 – 29 p.
- EMBRAPA, 1999. O cultivo do maracujá. Coordinadora A. de Lima. Circular técnica número 35. 129 p.
- Grattapaglia, D.; L. S. Caldas; J. R. Da Silva; M. A. Machado. 1991. propagacao vegetativa do maracujá. En: El cultivo do maracujá en Brasil. Jaboticabal, FGUNEP, Brasil, 247 p
- Grech N. M. and F. H. Rijkenberg. 1991. Laboratory and field evaluation of the performance of *P. caerulea* as a rootstock tolerant to certain fungal root pathogens. J. Hort. Sci. 66 (6) 725 – 729
- Grisi J. C. 1973. Metodo de polinizacao artificial do maracujazeiro, *Passiflora edulis*. En Anais do II congresso de fruticultura: Vicoso, M.G. Vol 2 pp: 437 – 440.
- Hort, B. C. 1994. Classificacao botanica do maracujazeiro. En: Maracuja: Producao e mercado. Editor: Abel Reboucas San Jose. Universidade Estadual de Sudest4e da Bahia. Vitoria da Conquista. Bahia, Brasil. 225 p



- Knight R. J. and F. H. Winter. 1963. Effects of selfing and crossing in the yellow passion fruit. Proc. Fla. State Hort. Soc. 76: 345 – 347.
- Knight, R. J. 1992. Characters needed for commercially successful Passion fruit. Proc. Fla. Stat. Hort. Soc. 105:280 – 282.
- Lopes R., M. T. G. Lopes, M. S. Carneiro, F. de P. Matta, L. E. A Camargo, and M. L. C. Vieira. 2006 Linkage and mapping of resistance genes to *Xanthomonas axonopodis* pv. *Passiflorae* in Yellow Passion fruit. Genome 49 no 1 17 – 29
- López A., A. G. Acosta, F. Maglodyen. 2002. Evaluación de germoplasma de pasifloras en la zona cafetera. Avances técnicos CENICAFE. 301. 11p
- Matsumoto S. N. y A. R. Sao José. 1991. Fatores que afetam a frutificação de maracujazeiro amarelo. pp:109 – 23. En : Sao José A. R. et al, A cultura do maracujá no Brasil. Jaboticabal, UNESP - Funep, S. P. Brasil.
- Medina C., M. Lobo. 2000. Caracterización morfológica y química de passifloras andinas como apoyo al desarrollo de estas especies. Pp: 13 – 18. En: Memorias, 3er Seminario de frutales de clima frío moderado. C. D. T. F. Asohofrucol. Manizales.
- Milleti, L. M., M. D. Soares, L. C. Bernacci, I. R. da Silva. Melhoramiento genético do maracujá; Passado e Futuro. Eds. Faleiro, F. G., Junqueira, N. T. V., Braga M. F. In: Maracujá melhoramiento genético. Planaltina. D. F. EMBRAPA, 2005. pp: 55 – 78.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2004. Anuario estadístico Frutas y Hortalizas 2001 – 2003. Bogotá D. C.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2006. Anuario de frutas y Hortalizas. 2002 – 2005 y sus calendarios de siembras y cosechas. Bogotá D.C. 297 p.
- Monteiro A. C. B. de, E. N. Higashi, A. N. Goncalves, A. P. M. Rodríguez. 2000. In Vitro Cellular & Developmental Biology 36, 6, 527 – 531.
- Morton, J.1987. Passion fruit *Passiflora edulis*, Sims. In: fruits of warm climates. www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/passin-fruit.html
- Morales F. J. 2002. Partial Characterization of a tymovirus infecting Passion Fruit in Colombia, South America. Phytopathology 150, 292 – 296.
- Morales, F. Muñoz, C.; Castaño, M.; Calvert, L.; Chávez, B.; Varón F. 1997. Identificación parcial de los virus que afectan el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*, Sims), en Colombia. En: Memorias XVII Congreos Ascolfi (Resumen).





- Oliveira J. C., F. C. Ferreira. 1991. Melhoramento genético do maracujazeiro. En: Sao José A. R., Ferreira, F. C. Vaz, R. L. A cultura do maracujá no Brasil. Jaboticabal UNESP – FUNEP, S. P. Brasil.
- Pinheiro de Araújo F., C. A. Santos y N. F. de Melo. 2004. Propagacao vegetativa do maracujá do mato: especie resistente a seca, de potencial economico para agricultura de sequeiro. EMBRAPA, N 61
- Restrepo J. F. 2000. Perspectivas de mejoramiento genético de passifloras. Pp: 37 – 45. Memorias, En: 3er seminario de frutas de clima frío moderado. CDTF, Asohofrucol. Manizales.
- Ruggiero C. 1991. Enxertia do maracujazeiro. Pp: 43 – 59 En: Sao José et al, A cultura do maracuja no Brasil. Jaboticabal, UNESP – FUNEP, Sao Paulo, Brasil.
- Texeira, C. G., 1994. Maracujá. Cultura, materia prima e aspectos economicos. Serie de frutas tropicais, Número 9. ITAL. Brasil. 2da. Edicao 267 p.
- Valencia G. L. y G. A. Silva. 1975. Determinación de compatibilidad genética y descripción de ocho tipos de maracuyá (*P. edulis* Sims y *P. edulis* f. *flavicarpa*. Degener) bajo las condiciones de Palmira. Tesis de grado para Ingeniero agrónomo. U. Nacional de Palmira. 64 p
- Varón de A. F. 2004. Principales enfermedades del maracuyá y pautas sobre su manejo. Pp: 57 – 61. En Curso Taller teórico Práctico sobre el manejo y cultivo del maracuyá. CENIFH.
- Varón de Agudelo, F.; Arroyave, J.; Velazco, A.C. Castaño, M.; Morales, F.; Villaume, C. 1991. Complejo viral afectando plantaciones de maracuyá (*P. edulis*), en el Valle del Cauca. Fruits 47 (2): 321-329. En: Memorias I Simposio de Pasifloras. Palmira, 1991.
- Varón de Agudelo, F. 1993. Hongos asociados con pudrición del cuello y raíces de maracuyá. Ascolfi Informa 19 (4): 30-31.
- Viana, A. P. e G. M. Galvez. Genética cuantitativa aplicada a melhoramiento genético do Maracujazeiro. Eds: Faleiro F. G. Junqueira N. T. V., Braga M. F. In: Maracujá melhoramiento genético Planaltina, D. F. EMBRAPA. 2205, pp: 55 – 78.
- Villaume C. 1991. Principales resultados obtenidos y Programa de Investigación sobre Passifloras en la red internacional del IRFA _ CIRAD. pp 79. En: Memorias Primer Simposio Internacional sobre Passifloras. IPGRI, FAO, U Nacional, ICA, Palmira, Colombia.