



TAMARILLO (*Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendt.)

Origen y distribución geográfica actual del cultivo

Es nativo de la región andina de América del sur, pero es cultivado como un frutal menor en diversos países como Nueva Zelanda (Lewis y Considine, 1999a), España e Italia (Prohens *et al.*, 2004). En la región de Coquimbo es común encontrarlo en jardines de casas, donde utilizan sus frutos para preparar salsas para el consumo doméstico. En esta zona el fruto de *Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendt. es conocido como “tomate chino”.

Clasificación taxonómica

El tamarillo o tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendt.) pertenece a la familia de las Solanáceas. Es una especie perenne y suculenta, de hoja persistente. Su nombre equivalente es *Solanum betaceum* (Cav.) (Prohens *et al.*, 2004).

- Variedades

El tamarillo ha sido descrito en tres cepas o strains de acuerdo al color de piel y pulpa de sus frutos: amarillo, rojo (piel roja y pulpa amarilla-naranja) y púrpura (piel roja-púrpura y pulpa suavemente anaranjada; (Boyes y Strubi, 1997).

Las variedades de tamarillo del tipo rojo son las más conocidas y comercializadas. Tienen piel roja-anaranjada y pulpa amarilla-anaranjada cuando están maduros y su peso aproximado es de 80 grs. Dentro de las variedades más conocidas se pueden mencionar Nex Black, Oratia Red, Rothamer y Ruby Red (Portela, 1999).

Los tamarillos del tipo amarillo son las más usadas en agroindustria. Los frutos maduros tienen piel amarilla intenso, son de forma oval y pesan 70 grs aproximadamente. Tienen buen sabor (más suaves que los frutos rojos), menor contenido de antocianinas, lo que permite evitar la reacción con envases de metal que origina indeseables tonalidades azulinas. Las variedades amarillas más destacadas son Goldmine, Inca Gold, Solid Gold, Yellow y Ecuadorian Orange (Portela, 1999).

Los tamarillos morados tienen la piel roja-morada y la pulpa ligeramente anaranjada. El peso de sus frutos puede llegar a los 90 grs.

La obtención de nuevas variedades debe apuntar a aumentar el rendimiento (especialmente a través del aumento de la cuaja), la tolerancia a bajas temperaturas y la adaptación de la forma y hábito de crecimiento del árbol a la mecanización de la producción. Para mejorar la calidad de la fruta se debería aumentar el tamaño y contenido de azúcar y a disminuir la acidez y el número de semillas, como se hizo con el tomate común (Portela, 1999).

En España están enfocados en la búsqueda de material con buena tolerancia a la radiación solar de veranos de climas mediterráneos. Un objetivo adicional de mejoramiento es la selección de variedades tempranas, ya sea obteniendo periodos de maduración más cortos o logrando que los

frutos puedan ser madurados en postcosecha con ethephon, esto para evitar que los árboles estén cargados con fruta por un largo periodo de tiempo (Prohens et al., 2004).

Descripción morfológica

- Descripción planta

El tamarillo es un pequeño árbol (1-5 m de altura) de corto período de vida (5-12 años). Tiene un sistema radical poco profundo con raíces superficiales y un único tronco que ramifica a una altura de 1.5-2 m (Prohens et al., 2004).

El crecimiento vegetativo sigue un patrón modular, donde cada unidad que se repite consiste en un brote de cuatro nudos, u hojas, terminado en una inflorescencia racimosa. Las dos yemas axilares más cercanas a la inflorescencia subsiguiente crecen y forman brotes continuos. Este patrón se repite en cada nuevo brote (Clark y Richardson, 2002). Las hojas del tamarillo son grandes (20-40 cm de largo y 20-35 cm de ancho), persistentes, simples, alternas, pubescentes en la cara abaxial y con un olor fuerte y desagradable.

Las inflorescencias son racimos de 10-50 flores que cuelgan de ramas cerca de brotes jóvenes y que producen entre 1 a 5 frutos (Prohens et al., 2004). La flor es pentámera, radialmente simétrica, estilada y hermafrodita y con un diámetro de 24 mm cuando los pétalos están completamente abiertos. Los pétalos son relativamente largos y carnosos y varían en color de blanco a rosa pálido y de blanco a manchas púrpuras (Lewis y Considine, 1999a). Las inflorescencias se ubican en la madera del año.

- Biología floral

La floración es en primavera, mientras que la maduración de frutos se da a comienzos de otoño (Prohens et al., 2004), presentándose inflorescencias con flores abiertas hasta Mayo (Lewis y Considine, 1999b). El periodo extendido de floración se debe al hábito de crecimiento indeterminado de esta especie y al patrón de floración dentro de la inflorescencia, que puede tener flores abiertas por más de 60 días (Lewis y Considine, 1999b).

Las flores abren en una secuencia acropétala en intervalos de 2 a 3 días, por lo que pueden estar al mismo tiempo presentes en un racimo frutos, flores y yemas florales. Es usual que la yema floral apical de cada racimo caiga antes de abrir, especialmente si hay un fruto cuajado dentro del racimo. Las yemas florales inmaduras presentes en inflorescencias formadas tarde en la temporada también caen, y en algunas ocasiones sólo una o dos flores por racimo se desarrollan completamente (Lewis y Considine, 1999a).

Las flores generalmente abren antes de mediodía y los pétalos se cierran alrededor de estilo y anteras por la tarde. Cada flor se abre nuevamente a la mañana siguiente y esta dinámica continúa por otros 2-3 días antes de que se cierre definitivamente. Hay que destacar que la madurez de los órganos sexuales masculinos y femeninos coincide en el tiempo (singamia; Lewis y Considine, 1999^a

- Crecimiento y desarrollo del fruto

El crecimiento del fruto sigue una curva simple sigmoidea, mostrando un incremento de peso fresco y de volumen rápido y lineal entre la 6^o y 16^o semanas después de antesis; después de este período el crecimiento cesa. Sin embargo, el peso seco del fruto continúa incrementándose hasta llegar a un máximo en la 20^o semana después de antesis. Los tamarillos se consideran comercialmente maduros entre la 21^o y 24^o semanas después de antesis (Portela, 1999).

Descripción de los frutos, valor nutritivo y propiedades nutricionales de estos

Los frutos son elípticos, ovalados o redondos, de 4-10 cm de largo, 3-5 cm de diámetro y pedúnculo largo. Tiene una corteza de piel amarilla, anaranjada o roja, que ocasionalmente se puede cubrir de rayas púrpuras y un mesocarpio característicamente ácido. Los frutos contienen muchas semillas (entre 120 y 150 semillas por fruto), un poco más grandes que las de tomate, circulares y planas. El fruto del tamarillo tiene un alto contenido de ácido ascórbico (más de 60 mg/100g) y es rico en pectinas (Prohens *et al.*, 2004). Además, es una excelente fuente de vitamina A, B6 y E (Boyes y Strubi, 1997).

Los frutos del tamarillo contienen vitamina A (caroteno 150 UI/100g), vitamina B6 y C (25 mg/100 g), vitamina E, hierro, calcio, fósforo y altos niveles de proteína, pectina y fibra. Es un fruto rico en carotenoides y polifenoles, con una alta actividad antioxidante (CUC, 2009).

La composición nutricional correspondiente a 100 g de porción comestible se detalla a continuación:

Composición Nutricional del Tamarillo	
Componentes	Contenido de 100g de parte comestible
Acidez	1.93-1.60%
° Brix	11.60-10.50%
Calorías	30
pH	3.17-3.90
Humedad	86.03-87.07%
Carbohidratos	7g
Ceniza	0.60g
Fibra	1.1g
Proteína	2.0g
Calcio	9mg
Caroteno	1000 IU
Fósforo	41mg
Hierro	0.90mg
Niacina	1.07mg
Rivoflavina	0.03mg
Tiamina	0.10mg
Vitamina C	25mg
Vitamina E	2010mg

Fuente: Caribbean Fruit, CORPEI

Requerimientos del cultivo

- Clima

En las regiones andinas el tamarillo es cultivado en sectores con altitud de 1.000-2.800 msnm. Es un frutal adaptado a climas de temperatura moderada (promedio anual entre 15 y 25 °C). En la región andina se recomiendan climas de temperatura promedio de entre 17 y 19°C (Osorio, 1992, Prohens *et al.*, 2004). Es sensible a heladas severas, por lo que presenta algunos problemas de adaptación en regiones de clima mediterráneo (Prohens *et al.*, 2004). A -2 °C hay muerte de ramas pequeñas y

hojas maduras. Durante el primer año las plantas son especialmente sensibles a las bajas temperaturas. Por otra parte, el cultivo del tamarillo en zonas tropicales no da buenos resultados, ya que se requiere de noches frías y si esta condición no está habrá muy poca cuaja.

El tamarillo es originario de zonas nubladas, por lo que la exposición directa a altos niveles de radiación puede afectar su desarrollo (Prohens et al., 2004).

- Suelos

El tamarillo requiere de suelos francos a franco-arenosos, con buen drenaje y un alto contenido de materia orgánica (Sudzuki y Defilippi, 1996). Por el contrario, el crecimiento y desarrollo de los árboles se ve seriamente perjudicado si se cultiva en suelos arcillosos y saturados (Prohens et al., 2004).

Ya que la maduración de los frutos toma varias semanas, estando durante ese periodo la planta fuertemente cargada con fruta, sumado a que las ramas son muy frágiles y se quiebran fácilmente, el cultivo del tamarillo puede verse muy afectado en zonas ventosas (Prohens et al., 2004).. Además, el sistema radical superficial acrecienta los problemas por viento.

Propagación y plantación

- Propagación

El tamarillo se puede propagar por semilla, por estacas o injertos. La reproducción por semillas da origen a plantas más vigorosas, con raíces más resistentes a condiciones adversas, de entrenudos largos (Osorio, 1992). Se deben extraer las semillas de los frutos seleccionados, luego se lavan, desinfectan y se dejan secando en condiciones de sombra, Posteriormente se siembran en almácigos y la germinación se logra a los 15-25 días. A los 2 meses se tienen plantas listas, con 20 cm de altura aproximadamente.

En Chile el tamarillo no se cultiva como frutal propiamente tal, y sólo existe como árbol frutal en casas particulares o pequeños huertos. En estos casos, la propagación se hace enterrando frutos sobremaduros, de cuyas semillas se producirán las nuevas plantas. También hay plantines alrededor del árbol que provienen de semillas de frutos que cayeron al suelo y no fueron colectados.

La reproducción por estacas implica utilizar madera de 1 o 2 años, con un diámetro mínimo de 1,5 cm y un largo de 45-75 cm. Las estacas deben tener por lo menos 3-4 yemas. Se señala que la brotación comenzaría a las 3-4 semanas de enterradas las estacas. Las plantas obtenidas de estacas son más pequeñas, arbustivas, de entrenudos cortos, ramificadas desde la base, lo que constituye una ventaja si se planta en zonas ventosas.

También es posible obtener plantas mediante la micropropagación, lo que permite contar con un gran número de plantas (Contreras y Almeida, 2003).

- Plantación

Para suelos fértiles se recomienda utilizar marcos de plantación de 2,5 x 4m ó 3 x 5m (Sudzuki y Defilippi, 1996). En las regiones andinas de Colombia se recomienda usar una densidad de 625 plantas/há con un marco de plantación de 4x4 m (Osorio, 1992). En zonas donde hay mucho viento se recomienda utilizar altas densidades.

Se llevan a terreno plantas con una altura de 15- 30 cm. La plantación se debe hacer en Marzo, Abril o en primavera después de haber pasado los peligros de las heladas (Sudzuki y Defilippi, 1996).

El hoyo de plantación debe ser de 50x50 cm o 60x60 cm. Además, debe fertilizarse con una mezcla de NPK y guano bien descompuesto, y debe considerarse una desinfección ya que la planta es susceptible a la antracnosis y los nemátodos (Sudzuki y Defilippi, 1996).

En zonas donde haya mucho viento y alta radiación, deben considerarse técnicas que permitan un mejor desarrollo del cultivo, como cortinas cortaviento o mallas de sombra. Si las condiciones son demasiado adversas, habrá que descartar la plantación (Prohens et al., 2004).

Manejo de cultivo

- Riego

Las necesidades hídricas del tamarillo oscilan entre los 600 a 800 mm anuales/ha, destacando que es un frutal que no tolera sequías prolongadas (CUC, 2009).

- Poda

La poda de formación consiste en despuntar la planta cuando tiene una altura de 30- 40 cm, seleccionando luego 3 a 4 brotes que serán las futuras ramas madres. La poda de mantención consiste en eliminar las ramas secas, las ramas que ya produjeron y las ramas mal ubicadas (interior de la copa). También se deben eliminar los sierpes (Osorio, 1992).

La poda se realiza en primavera, tan pronto como el peligro de heladas ha pasado. Las podas tempranas de primavera dan por resultado una maduración temprana de los frutos (lo mismo sucede si las plantas no se podan). En cambio, podas realizadas en el mes de Noviembre retrasarán la maduración de los frutos (Sudzuki y Defilippi, 1996).

- Nutrición mineral

Las recomendaciones de fertilización para producción de tamarillo en Nueva Zelanda sugieren dividir las aplicaciones de N en poda (Septiembre), Noviembre y Febrero (un tercio del total en cada época) y las aplicaciones de K en Septiembre y Diciembre. Las tasas de fertilización de nutrientes usualmente recomendadas son 170 kg de N, 45 Kg de P, 160 kg de K, 30 kg de Mg y 65 kg de Ca por hectárea para producir 16 ton/há de fruta (Clark y Richardson, 2002).

- Polinización

La planta de tamarillo puede ser polinizada con su mismo polen (autopolinización) o con polen de otra planta (polinización cruzada). En un estudio realizado en Nueva Zelanda afirma que no hay diferencias en la magnitud de la cuaja frutal entre plantas auto-polinizadas y con polinización cruzada (Lewis y Considine, 1999a).

El viento y las abejas favorecen la polinización. Los abejorros también pueden ayudar a la polinización del tamarillo (*Bombus terrestris* o *B. hortorum*) (Lewis y Considine, 1999a).

Plagas y enfermedades

- Plagas

Dentro de las especies fitófagas citadas para países productores, la literatura destaca a *Leptoglossus zonatus*, hemíptero que además de atacar frutos y producir su momificación es el transmisor de la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) (Osorio, 1992). En Chile esta presente como plaga secundaria de manzanos y carozos *Leptoglossus chilensis* (Chinche pardo de los frutales), sin tener antecedentes de su comportamiento en tamarillo. También es citado para su zona de origen el género *Margarodes spp* (Osorio, 1992), estando presente en el país *Margarodes vitis*. Según Sudzuki y Defilippi (1996) en Chile la principal plaga es el pulgón.

El tamarillo se ve muy afectado por la presencia de nemátodos en el suelo (Sudzuki y Defilippi, 1996). Los siguientes nemátodos han sido asociados al tamarillo: *Xiphinema americanum*, *Meloidogyne sp.* y *Pratylenchus sp.* (Knight, 2001).

- Enfermedades

Entre las enfermedades más importantes citadas para países productores se encuentran la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) y la Marchitez Bacterial (*Pseudomonas solanacearum*). Otros géneros menos importantes son *Alternaria* sp., *Botrytis* sp., *Oidium* sp., *Cercospora* sp. y *Phoma* sp (Osorio, 1992). Sudzuki y Defilippi (1996) citan para Chile a los agentes patógenos *Pseudomonas syringae* (mancha bacterial), *Sclerotinia sclerotiorum* y *Phytophthora cryptogea* (pudrición de la raíz).

En Colombia *Colletotrichum gloeosporioides* causa pérdidas superiores al 50% en tomate de árbol, manzano y mora. Se ha reportado a este hongo como el agente causal de la enfermedad; su manejo se basa fundamentalmente en la aplicación de fungicidas, con resultados poco satisfactorios, lo que motivó la realización de estudios de la verdadera etiología de la enfermedad. La caracterización morfológica del hongo se complementó mediante pruebas moleculares usando oligonucleótidos específicos, dando como resultado que *C. acutatum* es el agente causal de la enfermedad, permitiendo además diferenciar a *C. gloeosporioides* de *C. acutatum* (Saldarriaga-Cardona et al., 2008).

Cosecha (manejo de cosecha y producciones obtenidas)

La planta de tamarillo alcanza su madurez productiva a los tres años de plantación, y tiene una vida comercial útil de aproximadamente 7-8 años (Clark y Richardson, 2002).

Los rendimientos promedios en Colombia fluctúan entre 40 y 50 ton/há/año (Osorio, 1992). Puede dar altos rendimientos en climas mediterráneos, superiores a 20-30 kg por planta, aún presentando problemas de adaptación a este tipo de clima (Prohens et al., 2004). Una plantación de alto rendimiento de tamarillo en N. Zelanda puede producir 15 ton/há (Clark y Richardson, 2002).

Un estudio en N. Zelanda indica que un 12% del total de flores por planta logra cuajar, pero sólo un 3% de las flores desarrolladas llega a convertirse en un fruto maduro. Una alta abscisión de flores y frutos es una característica de esta especie. Una excesiva producción de flores puede servir para compensar la pérdida de fruta como el resultado de enfermedades o condiciones ambientales (Lewis y Considine, 1999b). El nivel de abscisión impacta sobre la viabilidad comercial del cultivo (Prohens et al., 2004).

Como consecuencia del hábito de crecimiento indeterminado, no toda la fruta de un árbol madura al mismo tiempo y es necesario realizar múltiples cosechas (Portela, 1999). Por su floración extendida el periodo de cosecha se prolonga por 10 o más semanas, en otoño e invierno (Sudzuki y Defilippi, 1996). Los tamarillos se cosechan a mano, partiendo el pedicelo en la zona de abscisión que se forma a 3,5-5 cm de la base del fruto (Portela, 1999).

El tamarillo es un fruto no climatérico, por lo que debe ser cosechado en su estado de madurez para ser consumido inmediatamente (Sudzuki y Defilippi, 1996). Algunos indicadores de madurez de frutos usados son firmeza, peso, ausencia de decoloración, un contenido de azúcar mínimo de 8-10 % y una acidez titulable de 0.25-0.36 % (ácido cítrico). Como principal índice de madurez se utiliza la retención de color, el cual debe ser completamente rojo o amarillo (Mwithiga et al., 2007; Kader, 2005).

Manejo de post-cosecha

Según Portela (1999) las condiciones óptimas de almacenamiento para tamarillos son 3,0-4,5 °C y 90-95 % de humedad relativa. Por debajo de 3,0 °C los frutos sufren daños por frío (pardeamiento de la piel y presencia de pequeñas depresiones en la superficie del fruto), y a temperaturas mayores que 4,5 °C las pérdidas por podredumbres aumentan marcadamente. Esto concuerda con lo

señalado por Espina y Lizana (1991), quienes obtuvieron el mejor comportamiento de fruta en postcosecha en términos de pardeamiento conservando frutos a 7°C y 85 a 90% H.R. por un periodo de hasta 32 días, pero con incipiente infección de la zona pedicelar.

Las pudriciones son la principal causa de pérdidas en postcosecha de tamarillos. Los principales microorganismos responsables son *Colletotrichum acutatum*, *C. gloeosporioides*, *Diaporthe phaseolarum*, *Phoma exigua* y *Phomopsis* sp (Portela, 1999).

La combinación del baño en agua caliente con un baño de 1 minuto en una solución de imazalil (250 mg principio activo·l⁻¹) a 15-20 °C y la aplicación de cera reduce las infecciones pedicelares y la pérdida de peso durante el almacenamiento, permitiendo conservar la fruta hasta 8 semanas a 3,5 °C seguidas de 7 días a 20 °C (Portela, 1999).

Literatura citada

Boyes, S. y P. Strubi. 1997. Organic acid and sugar composition of three New Zealand grown tamarillo varieties (*Solanum betaceum* (Cav.)) New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. Vol. 25:79-83.

Centre for Underutilised Crops (CUC). 2009. Tree tomato (*Cyphomandra betacea*). PAVUC Fact Sheet N°6. Disponible en:
http://www.pavuc.soton.ac.uk/fruits/fruits_factsheets/Factsheet_6_Treetomato_final_3006.pdf

Clak C.J. y A.C. Richardson. 2002. Biomass and mineral nutrient partitioning in a developing tamarillo (*Cyphomandra betacea*). Crop. Scientia Horticulturae N°94: 41-51.

Contreras, I. y J. Almeida. 2003. Micropropagación del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn). Solanaceae silvestre usada en la alimentación. Forest. Venezuela N°47 (2): 9-13.
Engineering N°79: 117-123.

Espina, S. y L. Lizana. 1991. Comportamiento de tamarillo (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtner) en almacenaje refrigerado. Proceeding of the Interamerican Society for Tropical Horticulturae. Vol. 35: 285-290.

Kader, A.A. 2005. Tamarillo, recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. Postharvest Technology Research & Informacion Center.

Knight, K.W.L. 2001. Plant parasitic nematodos associated with six subtropical crops. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. Vol. 29: 267-275.

Lewis D.H. y J.A. Considine. 1999. Pollination and fruit set in the tamarillo (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt). 1. Floral biology. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, Vol. 27: 101-112.

Lewis D.H. y J.A. Considine. 1999. Pollination and fruit set in the tamarillo (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt). 2. Set fruit. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, Vol. 27: 113-123.

Mwithiga, G., M.I. Mukolde, D. Shitalda y P.N. Karanja. 2007. Evaluation of the effect of ripening on the sensory quality and properties of tamarillo (*Cyphomandra betacea*) fruits. Journal of Food

Osorio, G. 1992. Avances en el cultivo del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*). Acta Horticulturae N°310.

Portela, S.I. 1999. Fisiología y manejo de postcosecha del tamarillo (*Cyphomandra betacea*). Avances en Horticultura N°4:01

Prohens, A., A. Rodriguez-Burruezo y F. Nuez. 2004. Breeding Andean solanaceae fruit crops for adaptation to subtropical climates. Acta Hort N° 662.

Saldarriaga-Cardona, A., J. Castaño y R. Arango. 2008. Caracterización del agente causante de la antracnosis en tomate de árbol, manzano y mora. Acad. Colomb. Cienc. N°32 (123): 145-156. Colombia.

Sudzuki, F. y B. Defilippi. 1996. El cultivo del tamarillo. El Campesino Vol. 127 N°12.