

# Cultivo del lulo (*Solanum quitoense* lam.)

- <sup>1</sup> Jorge A. Bernal E.
- <sup>2</sup> Oscar Cordoba G.
- <sup>3</sup> German Franco
- <sup>4</sup> Mauricio Londoño B.
- <sup>5</sup> Jorge E. Rodríguez O.
- <sup>6</sup> Norman Guevara M.

## Introducción

El lulo (*Solanum quitoense* Lam.) es una de las frutas exóticas más apetecidas en los mercados nacionales así como en los internacionales, debido a que el color verde y el sabor agri dulce de la pulpa la hacen atractiva en comparación con otras frutas.

Esta especie es también conocida con los nombres de Naranjilla en el Ecuador, Morella de Quito y Naranjilla de Quito en el Perú y lulo en Colombia.

## Origen y Distribución

El lulo es un frutal originario de los bosques húmedos de la región sub-tropical, en las vertientes oriental y occidental de la cordillera de los Andes, a 1.200 y 2.000 m.s.n.m. en las regiones pertenecientes a los países de Ecuador, Colombia y Perú.

Esta especie se ha difundido a lo largo del continente americano, desde Chile hasta México, cultivándose en países como Perú, Ecuador, Colombia, Panamá, Costa Rica y Guatemala. Algunos países de la zona templada se han interesado por su cultivo, pero su adaptación a las condiciones ambientales es deficiente presentado esterilidad en el polen.

En Colombia, el lulo prospera especialmente en la zona comprendida entre Cali e Ipiales, con condiciones óptimas que se extienden hasta el paralelo de Medellín. Se encuentran cultivos en los departamentos de Risaralda, Caldas, Quindío, Valle del Cauca, Nariño, Antioquia, Cundinamarca, Tolima y los Santanderes.

---

<sup>1</sup> I.A. MSc. Investigador Asociado. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Centro de Investigación "La Selva", Regional 4, Apartado Aéreo 100, Rionegro (Ant.), Colombia.

<sup>2</sup> I.A. Convenio Universidad Nacional - Corpoica, A.A. 100, Rionegro (Ant), Colombia.

<sup>3</sup> I.A. Investigador Adjunto. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Creced Caldas, Regional 9, Apartado Aéreo 1287, Manizales (Caldas), Colombia.

<sup>4</sup> Administrador de Empresas Agropecuarias, Corpoica, Auxiliar de Técnico, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, , Centro de Investigación "La Selva", Regional 4, Apartado Aéreo 100, Rionegro (Ant), Colombia.

<sup>5,6</sup> Auxiliares de técnico Corpoica. Regional 9. A.A. 1287 Manizales

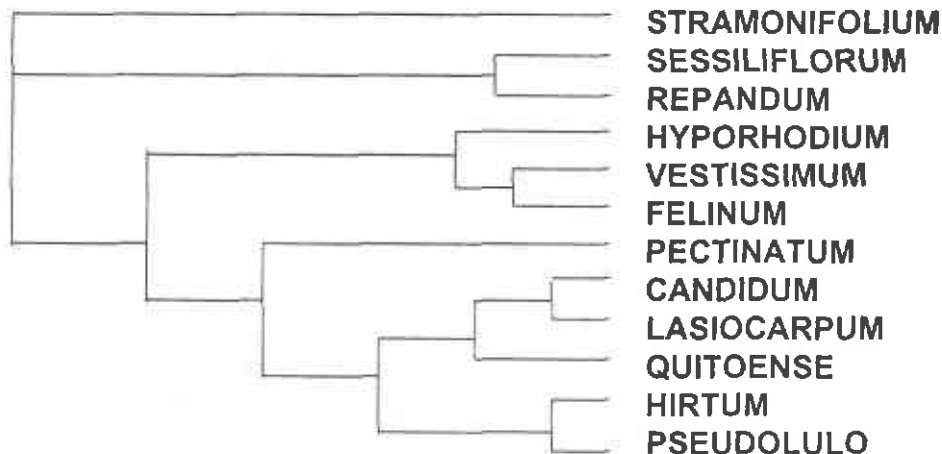
# Taxonomía

Reino	: Vegetal
Subreino	: Spermatophyta.
División	: Angiosperma.
Subdivisión	: Dicotiledónea.
Clase	: Simpetala.
Subclase	: Pentacíclica.
Orden	: Tubiflorales.
Género	: <b><i>Solanum</i></b>
Especie	: <b><i>Solanum quitoense</i></b> Lam.
Variedades	: <b><i>quitoense</i></b> (Schultes y Cuatrecasas), tallos sin espinas. : <b><i>septentrionale</i></b> (Schultes y Cuatrecasas), tallos con espinas.

## Especies relacionadas a la naranjilla

La naranjilla o lulo, *Solanum quitoense* Lam., es una de las doce especies que constituyen la sección *Lasiocarpa* de *Solanum* (Figura 1). Se encuentran numerosos problemas en la producción de esta fruta, y el mejoramiento genético de esta planta es de alta prioridad.

**FIGURA 1.** Relaciones filogenéticas probables entre las especies de la Sección *Lasiocarpa*. Las relaciones fueron estimadas mediante el análisis cladístico de caracteres morfológicos (Whalen et al., 1981) y análisis genético de datos de isoenzimas (Whalen y Caruso, 1980).



La variación genética en *S. quitoense* parece ser mínima, aunque se conocen formas con y sin espinas, y en la forma sin espinas hay dos tipos en Ecuador, la dulce y la agria. Una inspección electroforética de 13 accesiones de *S. quitoense* de Colombia y Ecuador no reveló variación en los genes codificadores de las proteínas enzimáticas (Whalen, Caruso, 1983). Con tan poca variabilidad genética disponible en *S. quitoense*, los programas de hibridación tendientes a mejorar la "naranjilla" seguramente necesitarán incluir grupos de genes de otras especies. Por consiguiente, es crítico que todas las especies de la sección

*Lasiocarpa* sean mantenidas en bancos de germoplasma y por lo tanto deben ser probadas por características deseables; por ejemplo: resistencia a enfermedades y plagas.

Las especies de la sección *Lasiocarpa* pueden ser distinguidas de otros miembros espinosos de *Solanum* por una combinación de varios caracteres. Las hojas son usualmente grandes, con bordes repandos. Las inflorescencias no son ramificadas y se presentan en los entrenudos. Las flores son esteliformes con corolas profundamente lobuladas. Las frutas son bayas pubescentes, con cuatro lóculos (raramente seis o más) y comestibles, y a menudo son grandes.

- ***Solanum candidum* Lindl. (*S. tequilense* Fern.).**

Se encuentra desde México hasta Panamá, rara vez en Colombia; más común en el Oriente del Ecuador y Perú. Las formas Suramericanas son plantas de tierras bajas, pero aquellas de Centro América se pueden encontrar hasta alturas de 1.500 m.s.n.m. En toda su área, las especies ocurren en muchos tipos de hábitat. Las frutas de las plantas Suramericanas son pulposas y más deseables que las de origen Centro Americano más secas. Los pelos persistentes de la fruta limitan la utilidad de esta especie. *Solanum candidum*, es el pariente más cercano filogenéticamente de *Solanum quitoense*, y aunque es difícil cruzar las dos especies, *S. candidum* puede poseer características de ecología o de resistencia que serían deseables para incorporar en la "naranjilla".

- ***Solanum felinum* Whalen.**

Endémica en la Cordillera minúscula Costanera de Venezuela. Este es un arbusto espinoso que se encuentra en los bosques de nubes y pre - montanos, por debajo de la vegetación. Esta especie está estrechamente relacionada a la especie *S. vestissimum*, que es mucho más común.

- ***Solanum hirtum* Vahl.**

Es una maleza ampliamente distribuida desde México hasta el norte de Colombia y Venezuela. Aunque las frutas de esta especie son agradables, son pequeñas y persistentes, cubiertas con pelos. Las características genéticas que hacen a *S. hirtum* una maleza exitosa, pueden ser de valor para incorporarlas a *S. quitoense* para conseguir vigor y amplitud ecológica. Es de particular importancia la aparente presencia de resistencia a nemátodos en algunas líneas de *S. hirtum*. Esta especie se cruza fácilmente con *S. quitoense*, cuando se usa como el progenitor materno.

- ***Solanum hyporhodium* A. Br. G. Bouche.**

Se encuentra en las cordilleras costaneras de Venezuela y Trinidad. Como *S. felinum*, este arbusto del piso de los bosques de nubes está relacionado con *S. vestissimum*. Las bayas son grandes, casi glabras en la madurez y tienen sabor dulce. Con poco mejoramiento, éste podría ser un cultivo frutal muy importante a elevaciones medianas. No se conoce nada de las propiedades de resistencia a enfermedades y plagas de *S. hyporhodium*.

- ***Solanum lasiocarpum* Dum (*S. feraz* Whalen and Balley).**

Originario de India, Indochina e Indias Orientales. Esta especie es muy relacionada a *S. candidum* con la cual se cruza fácilmente.

- ***Solanum pectinatum* Dun. (*S. hirsutissimum* Stand).**

Se le encuentra en el Oriente y Sur de Colombia, Ecuador y Norte del Perú, principalmente por debajo de los 1.000 m.s.n.m. También se reporta en Costa Rica y Panamá. Esta especie se ubica aparte de la otras en la sección *Lasiocarpa* debido a la cobertura de pelos largos y simples. Muchos atributos hacen a *S. pectinatum* una especie promisoría para la agricultura. Las frutas son grandes y glabras en la madurez y tienen un sabor muy agradable. Esta especie podría ser ampliamente cultivada a bajas elevaciones en los trópicos donde *S. quitoense* no es exitosa.

- ***Solanum pseudolulo* Heiser.**

Endémica en Colombia, entre los 500 - 2.000 m.s.n.m., en las Cordilleras Oriental y Central. Las frutas son de tamaño mediano y glabras cuando maduran, pero el sabor usualmente es más bien insípido. La especie es exitosa en muchas combinaciones de cruces cuando se usa como el progenitor femenino, y puede ser útil como un puente genético entre otras especies de la sección *Lasiocarpa*.

- ***Solanum quitoense* Lam.**

Naranjilla o lulo. Cultivada a elevaciones medias en Colombia, Ecuador y Perú, y más recientemente en Centroamérica. Un importante cultivo frutal.

- ***Solanum repandum* Forst.**

Originario de la Polynesia. Esta especie es cuestionablemente distinta de la especie del Amazonas *S. sessiliflorum*. Parece haber perdido popularidad como un cultivo frutal en Polynesia y ahora es encontrada muy raramente. Este material vivo debiera ser encontrado y conservado bajo cultivo. El fruto es grande y glabro cuando maduro. Presumiblemente, el sabor es similar al de *S. sessiliflorum*.

- ***Solanum sessiliflorum* Dun. (*S. topiro* Dun)**

Cocona. Cubiu. Se le encuentra en el Oriente y Sur de Colombia, Ecuador y en Perú hacia el Oriente en la hoya Amazónica, principalmente bajo cultivo. Es una planta frutal popular en las tierras bajas. El sabor no es tan bueno como el de la "naranjilla", y la fruta se usa más a menudo en salsas que en jugos. Hay mucha variación en tamaño y forma de la fruta. La mayoría de las plantas carecen de espinas, pero una forma espinosa con frutos relativamente pequeños se encuentra en el Sur de Colombia y Norte del Ecuador (*S. sessiliflorum*, var. *georgicum*).

- ***Solanum stramonifolium* Jacq.**

Es una maleza de tierras bajas en toda la hoya Amazónica. Las frutas son pequeñas pero a menudo agradables y consumidas comúnmente por los indios en Colombia y Ecuador. En la parte occidental del área de origen, las plantas de esta especie usualmente carecen de espinas (*S. stramonifolium* var. *inermis*).

- ***Solanum vestissimum* Dun.**

Esta especie se encuentra desde la cordillera central de Colombia al oriente, hasta la cordillera de la costa de Venezuela. Las plantas son arbustos grandes o pequeños árboles en el piso del bosque de nubes de 1.500 a 2.200 m.s.n.m. Las frutas son grandes y tienen un buen sabor, pero están cubiertas con tricomas cortos y rígidos. Las formas de *S. quitoense* que son tolerantes a altas elevaciones podrían ser derivadas de cruces con *S. vestissimum*.

## Domesticación del lulo

Zeven y de West, citados por Lobo (1991), señalan que en los hábitats desarrollados por el hombre se encuentran dos tipos de organismos: malezas y especies domesticadas, reservando el nombre de silvestres para aquellas especies que se desarrollan en hábitats poco alterados. Una maleza es aquella que crece en forma espontánea y persistente en ecosistemas que son comúnmente utilizados. En este contexto el lulo que se encuentra en forma natural, corresponde a la categoría de maleza. Las plantas domesticadas son aquellas que están adaptadas estrictamente a hábitats y permanentemente utilizadas en la agricultura.

Según la dinámica evolutiva puntualizada por Polunin y Purseglove, citados por Lobo (1991), las especies domesticadas se extienden por ambientes diversos y ámbitos geográficos más amplios, pierden la latencia de la semilla, pueden haber perdido el mecanismo de dispersión de las semillas, pueden perder defensas tales como espinas y se eliminan vellocidades que recubren el fruto. En el anterior sentido el lulo es una planta en una etapa de domesticación, debido a que esta especie presenta características como latencia en la semilla, espinas en tallos y hojas, tricomas en los frutos y un alto número de semillas ; que las llevan a esta consideración

Según Lobo (1991), para la domesticación y posterior desarrollo del lulo como cultivo se puede aplicar dos modelos generales. El primero, corresponde al patrón tradicional de selección dentro de la especie a cultivar, el segundo esquema se lograría a través de la introgresión genética con especies relacionadas, el cual corresponde a un modelo de mejoramiento genético o evolutivo, entendiéndose éste como la incorporación de germoplasma de formas primitivas o de especies relacionadas a materiales, eliminando durante el proceso características indeseables o deletéreas presentes en los progenitores dominantes.

## Patrón tradicional de domesticación

A partir del hábitat desarrollado por el cultivo, donde crece en forma espontánea debajo de la sombra de los árboles, exhibiendo hojas de gran tamaño dispuestas en planos horizontales, fotosíntesis reducida en relación al área foliar y alta población de micorrizas, se han adoptado dos estrategias:

**Per se:** Cultivos a plena exposición solar, desarrollando un paquete agronómico eficiente que corrija el desbalance que se presenta hacia la parte reproductiva ya que hay una alta formación de frutos y que requieren de una gran cantidad de nutrientes, lo cual conlleva a un debilitamiento de las plantas, con un subsiguiente ataque de patógenos. Esto se logra:

- Determinando los ecosistemas donde alcanza su mejor desarrollo.
- Seleccionando plantas con resistencia a problemas fitosanitarios.
- Seleccionando plantas vigorosas.
- Determinando los manejos integrados de los diferentes problemas fitosanitarios.
- Establecimiento de cultivos con distancias óptimas de siembra.

**Sistemas agroforestales:** Como esquema alterno se tiene la siembra bajo sombrío, considerando en este contexto el estudio de los siguientes factores:

- Sistema de sombrío a utilizar. (Porcentaje de sombrío, especies forestales asociadas).
- Equilibrio ecológico.
- Paquete tecnológico del sistema a usar.

## Introgresión genética

### Hibridación interespecífica.

Los programas de mejoramiento genético, en busca de solucionar los diversos problemas que afectan el lulo, requieren del aporte de especies afines, con el fin de transmitir características de rusticidad y resistencia a plagas y enfermedades en la especie cultivada. En el caso del lulo, Whalen et al citados por Zuluaga (1994), en estudios de la taxonomía de esta especie y de especies relacionadas de la sección *Lasiocarpa*, presumen que el lulo se puede hibridar con: *S. candidum* (*S. tequillense* Fern), *S. pectinatum* Dum, (*S. hirsutissimum* Stand), *S. pseudolulo* Heiser, *S. sessiliforme* Dun, (*S. Topiro* Dun), *S. stramonifolium* Jacq, *S. vesstisimum* Dun, *S. hirtum* Valh, *S. quitoense* y *S. hiporhodium*.

Los trabajos de mejoramiento genético en lulo son escasos y se reconocen los híbridos de Heisser y las hibridaciones realizadas por Lobo y Navarro en el C.I. La Selva en Rionegro, Antioquia.

El mejoramiento genético en Colombia nació de la necesidad de buscar una solución al

problema de nemátodos, causantes de la formación de agallas de la raíz de lulo.

En trabajos realizados en el C.I. La Selva, se estudió la resistencia a nemátodos de las especies con afinidad genética al lulo del género *Solanum*, encontrando que el *S. hirtum* o lulo de perro, la cual es una maleza ampliamente distribuida en Colombia, exhibía resistencia al nemátodo formador de los nudos radiculares (*Meloidogyne* sp.), el cual utilizado como progenitor femenino se cruzaba fácilmente con *Solanum quitoense*.

La F<sub>1</sub> obtenida del cruce entre *S. hirtum* y *S. quitoense* Var. septentrionale, fué un híbrido con las siguientes características.

- Plantas espinosas.
- Frutos pequeños de pulpa amarilla e insípida.
- Hojas más pequeñas.
- Velloso en el fruto.

Para eliminar las espinas se realizó un retrocruzamiento con *S. quitoense* Var. quitoense, sin espinas, procedente del Ecuador. El híbrido resultante presentó las siguientes características:

- Plantas sin espinas.
- Frutos más grandes que los de la F<sub>1</sub>, pero de menor tamaño que *S. quitoense*.
- Resistencia a nemátodos.
- Plantas adaptadas a libre exposición.
- Frutos con pulpa de color verde.
- Frutos de buen sabor y excelente aroma.
- Presencia de tricomas en el fruto.

De esta introgresión genética, se seleccionaron tres materiales híbridos 585024 H.O.F + G, P32005 H.F.G. y 585024 H.O., los cuales se están evaluando para confirmar su bondad, comparados con la especie comercial cultivada.

## Botánica

**Raíz:** El lulo presenta una raíz pivotante principal que le sirve de anclaje acompañada de un sistema radical fibroso y superficial, el cual penetra hasta 50 cm de profundidad con un gran desarrollo de raíces laterales.

**Tallo:** El tallo es semileñoso, robusto, cilíndrico y velloso, con o sin espinas. Crece erecto y a veces ramificado desde el suelo; presenta de 4 a 6 ramificaciones laterales que sirven de sostén de toda la parte aérea; una planta puede crecer hasta 3 metros de altura.

Las ramas son fibrosas y resistentes, con diámetros hasta de 5 cm; su distribución es radial, lo cual impide claramente un tallo principal. Cuando las ramas son jóvenes, éstas son verdes y suculentas, tornándose café y leñosas a medida que maduran.

**Hojas:** Las hojas son grandes (25 - 30 cm de longitud y hasta 35 cm de ancho), de color verde oscuro por el haz y verde claro por el envés, adheridas a las ramas por un pecíolo pubescente y succulento de 15 cm de longitud aproximadamente.

Son palmeadas y alternas, de forma oblonga - ovalada, con nervaduras pronunciadas en el envés y de color violáceo, bordes ondulados, limbo delgado y cubierto de vellosidades, dándole la apariencia de un finísimo terciopelo.

El haz de las hojas presenta tomento estrellado, de color morado y en ciertas variedades las nervaduras exhiben espinas agudas en el haz y en el envés.

**Flores:** Las flores pentámera y perfecta, los sépalos son pubescentes y morados en la parte externa, los pétalos blancos en el haz y morados en el envés; el ovario es supero, bilocular, pubescente y de color amarillo; el estigma es verde con filamento amarillo y de menor tamaño en relación con las anteras, las cuales son amarillas y presentan dehiscencia apical.

Las flores se encuentran formando una inflorescencia cima escorpioide tipo deprenio, adheridas a las axilas por un corto pedúnculo; el número promedio de flores por inflorescencia es de 5 a 10 y el porcentaje de cuajamiento es de 16%.

En una misma inflorescencia se pueden encontrar tres tipos de flores; de pistilo largo, medio y corto; siendo únicamente fértiles las flores con pistilo largo.

**Frutos:** Los frutos se clasifican botánicamente como una baya, son globosos, de 4 a 8 cm de diámetro y con un peso aproximado de 80 - 100 g, cubiertos de tricomas de color amarillo o rojo los cuales se pierden o desprenden a medida que éstos maduran.

La corteza es lisa y resistente, de color amarillo intenso, amarillo rojizo o naranja en la madurez; la pulpa es verdosa, dividida casi simétricamente en 4 lóculos, de sabor agrídulce, con un pH de 3,6 - 4 y con numerosas semillas.

Estudios realizados en el Ecuador indican que la pulpa representa 90 % del peso total del fruto, la cáscara 4,3 -5 y la semilla 5,2%.

La planta de lulo fructifica sin interrupción, observándose en una misma planta botones florales, flores y frutos en diferentes estados de desarrollo.

**Semillas:** Las semillas son lisas, redondas y en forma de lenteja; presentan un color amarillo claro o blanquecino, son ricas en aceites y tienen un diámetro aproximado de 3 mm.

Según Gattoni (1961), se encuentran entre 1.000 y 2.000 semillas en una baya de lulo, con un peso en estado seco de 3,5 g. Lobo en un trabajo realizado en el Oriente Antioqueño, encontró un promedio de 997 semillas por fruto, con un peso en estado seco de 2.2 g, además encontró correlación entre el peso de la semilla y el peso de fruto, indicando la necesidad de una eficiente polinización para obtener frutos de buen tamaño.

La germinación de la semilla del lulo se reduce significativamente por debajo de los 17 °C y por encima de los 30 °C, siendo el rango óptimo de germinación entre los 21 y 26 °C.

Valencia y García (1977) y Lobo (1995), bajo condiciones de Medellín a 1.500 m.s.n.m. y 21 °C encontraron un porcentaje de germinación entre 50 % y 53%, en un lapso de 30 días.

En las localidades de Rionegro a 2.120 m.s.n.m. y con 17,5 °C de temperatura media, y en Bello con una temperatura media de 21,7 °C y a 1.450 m.s.n.m., Lobo encontró un porcentaje de germinación de 27 % en Rionegro y 67 % en Bello.

Lobo (1995), indica que en trabajos realizados en el Centro Experimental Tulio Ospina en Bello (Ant.), la semilla de lulo disminuye el porcentaje de germinación cuando se almacena a 7°C en nevera y a 15.°C en cuarto frío durante los primeros 60 días ; en adelante y hasta los 150 días, aumenta los porcentaje con respecto al inicial ( 0 días ). Lo anterior según este autor podría señalar latencia, la cual se rompe posteriormente por la baja temperatura.

Por otro lado la semilla almacenada al medio ambiente, en condiciones de laboratorio (20°C), pierde gradualmente su poder germinativo pasando de 53 % recién extraídas a 8,4 % a los 150 días de almacenamiento (Girard y Lobo, 1988).

El mejor almacenamiento de la semilla de lulo se logra en nevera a 7 ° C de temperatura utilizando empaque de aluminio, conservando la humedad ; si se disminuye este contenido el mejor sitio es el congelador y empacado en bolsas de aluminio.

## Composición Química

Contenido en 100 g de parte comestible.

Calorías	23
Agua	92.5
Proteínas (g)	0.6
Grasas (g)	0.1
Carbohidratos (g)	5.7
Fibra (g)	0.3
Calcio (mg)	8
Fósforo (mg)	12
Hierro (mg)	0.6
Vitamina A (UI)	600
Tiamina (mg)	0.04
Riboflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	1.5
Ácido ascórbico (mg)	25

# Ecología

## Clima

La temperatura óptima a la cual se desarrolla el lulo es de 20 °C, pero se obtienen resultados satisfactorios en el rango de los 15 a 22 °C. El lulo no soporta temperaturas inferiores a los 12 °C ni superiores a los 24 °C, se debe tener en cuenta que esta especie no tolera heladas así sean de baja intensidad.

Se pueden considerar dos pisos térmicos adecuados para su cultivo, uno entre los 1.600 y los 2.000 m.s.n.m. apropiado para la variedad *quitoense* y el otro entre los 2.000 y 2.400 m.s.n.m. especial para la variedad *septentrionale*.

La precipitación puede oscilar entre los 1.500 y los 3.000 mm anuales, siendo la óptima de 2.500 mm, con buena distribución. Un período de tres semanas de sequía puede ocasionar caída de frutos.

El lulo es una planta de día corto lo que hace que se desarrolle mejor en sitios sombreados (sotobosque o bosque primario), o en zonas con alta nubosidad; el lulo crece bien en sitios húmedos, cercanos a corrientes de agua pero no encharcados con una humedad relativa del 80 %.

En el C.I. La Selva (Rionegro, Antioquia), localizado a 2.120 m.s.n.m. con una precipitación de 1.800 mm y humedad relativa del 78 %, ubicado en una zona de vida bosque húmedo montano bajo, se realizó un experimento con el fin de determinar el porcentaje de sombrero necesario para el óptimo desarrollo de una planta de lulo; en este trabajo se llegó a la conclusión de que los mejores resultados se obtienen en plantas bajo un sombrero entre el 25% y 50%.

Las zonas de vida donde mejor se comporta el cultivo son el bosque húmedo premontano y el bosque húmedo montano bajo, teniendo siempre un buen manejo agronómico

## Suelos

El lulo prefiere los suelos ricos en materia orgánica, con pH que oscile entre 5,2 a 5,8, de textura franca, profundos y con buen drenaje.

# Propagación

## Propagación Sexual

Valencia y García (1977) y Lobo (1995), ensayaron varios métodos para la extracción de semilla de lulo, llegando a la conclusión de que el mejor sistema es el de la fermentación de la pulpa, la cual consiste en colocar ésta en recipientes de vidrio por un lapso de 48 horas, después de este tiempo se lavan y se secan las semillas a la sombra en papel absorbente.

La semilla se obtiene de frutos de buen tamaño, maduros, libres de plagas y enfermedades que procedan de plantas vigorosas, sanas y en segundo año de producción.

## **Propagación Asexual**

Consiste en obtener plantas para siembra a partir de trozos de tejido vegetativo, tomados de plantas seleccionadas por características de vigor y sanidad. La propagación asexual puede ser:

- Por estacas
- Por injertos
- Por cultivos de tejidos (meristemos)
- Propagación por estacas

En el caso del lulo, consiste en seleccionar brotes axilares de 25 a 30 cm de longitud y que posean 4 a 5 yemas. Una vez seleccionadas las estacas, se les retiran las hojas con el fin de evitar la transpiración y disminuir pérdidas por deshidratación.

Las estacas se siembran en una cama de arena previamente tratada y se les debe suministrar riego frecuentemente. Los brotes nuevos se observan entre los 20 y 30 días, hasta su prendimiento; a los 15 días luego de observar hojas verdaderas, las estacas se transplantan a bolsas donde permanecen por 30 días, tiempo después del cual se transplantan al sitio definitivo de siembra.

### **• Propagación por injertos.**

Especies como *S. torvum*, *S. umbellatum* y *S. marginatum*, son compatibles con la especie *S. quitoense* y pueden ser usadas como patrones. Tanto *S. torvum* como *S. umbellatum* son patrones que presentan grandes ventajas, dado que ambas tienen resistencia a la marchitez bacteriana causada por *pseudomonas solanacearum* y a los nemátodos causantes de la formación de agallas de la raíz (*Meloidogyne* spp.)

En el ICA, Regional 4, se realizó un ensayo de injertación de lulo en los patrones *S. torvum* (friega platos) y *S. umbellatum* (Chucho hediondo); los tipos de injertos evaluados fueron "T" invertida, púa central y parche. Los resultados indican que el mejor tipo de injerto fue el de púa central con 90% de prendimiento en los dos patrones.

### **• Cultivo de tejido: (Meristemos):**

Esta técnica consiste en aislar una parte de la planta de lulo (meristemos) para cultivarlas en un medio preestablecido y bajo condiciones asépticas.

El cultivo de meristemos en lulo es una técnica alternativa que ha mostrado importantes ventajas en comparación con los sistemas tradicionales de propagación, permitiendo una producción clonal rápida con un gran número de plántulas en un corto período de tiempo, bajo condiciones controladas, en espacio pequeño y con poca mano de obra; además, esta técnica permite un mayor control sobre la sanidad del material, facilita el transporte del

material *in vitro* y la multiplicación acelerada de plantas con características deseables.

### • **Semillero**

Debido al tamaño pequeño de la semilla de lulo y lo delicada que es la plántula en sus primeros estados de desarrollo, se recomienda sembrar las semillas en semilleros con el fin de brindarles las mejores condiciones y cuidados que nos aseguren plantas sanas y vigorosas.

El medio más adecuado para la germinación está compuesto por una mezcla de dos partes de suelo de textura media, una parte de materia orgánica bien descompuesta y una parte de arena para mejorar el drenaje. Este medio se debe desinfectar para evitar cualquier problema fitosanitario que afecte la germinación.

Los semilleros se deben ubicar en sitios planos, con buen drenaje, cerca de fuentes de agua que permitan el riego; se deben proteger contra la acción del viento y los animales.

Normalmente se utilizan semilleros de 20 cm de alto, 1,20 m de ancho y el largo necesario.

Actualmente se han realizado ensayos sembrando dos o tres semillas en bolsas de polietileno, lo cual permite conservar intactas la mayoría de las raíces al momento de ser transplantadas. Con el uso de las bolsas se evita el retraso que sufren las plantas, se puede hacer una mejor selección y se disminuye la resiembra. Las bolsas se colocan, dejando 60 cm de calle para facilitar las labores culturales.

### • **Siembra**

Las semillas se siembran a 1 cm de profundidad en surcos separados 5 a 10 cm y distribuidas uniformemente en el surco. La germinación se inicia a los 10 días y llega al máximo a los 30 días después de la siembra.

Según Gattoni (1961), para una hectárea se necesitan, en promedio, 20 g. (1 onza) de semilla, en un área de 3m<sup>2</sup>.

### • **Raleo**

A los 30 ó 45 días después de la siembra cuando la planta ha alcanzado una altura de 2 ó 3 cm, se realiza un raleo o entresaque de las plantas más débiles y delgadas, dejando en los surcos una planta cada 2 cm.

### • **Transplante**

Una vez las plántulas alcanzan de 8 a 10 cm de altura en el semillero, se deben transplantar a bolsas, cuya tierra se debe tratar previamente, en la misma forma que los semilleros.

El transplante de la bolsa al sitio definitivo de siembra se hace cuando la planta alcanza una

altura de 25 - 30 cm (5 ó 6 hojas), aproximadamente a los 40 ó 60 días después del trasplante en bolsas.

## Establecimiento

### Preparación del terreno

El sistema de preparación del terreno a usar depende del tipo de suelo donde se va a sembrar; en terrenos muy pendientes se hace una limpieza y luego el hoyado. En zonas boscosas se recomienda socolar el bosque, para dejar un sombrío de 25%, lo cual se logra dejando arboles cada 20 a 25 m. En zonas planas y mecanizables un pase de arado y dos de rastrillo son suficientes.

No es recomendable la rotación con otras solanáceas tales como tomate, papa, uchuva, ají, pimentón, tomate de árbol y el mismo lulo, ya que esto aumenta los riesgos de una mayor incidencia de problemas fitosanitarios.

López (1977), afirma que terrenos recién desmontados con buen contenido de materia orgánica y con pendientes moderadas que aseguren un buen drenaje, son óptimos para el cultivo, sin embargo, se genera un desequilibrio ecológico, debido a la alta tasa de descomposición de los residuos vegetales por los microorganismos, liberando grandes cantidades de nutrientes, parte de los cuales son tomados por las plantas y la gran mayoría se pierden por lixiviación, disminuyendo rápidamente la fertilidad del suelo.

Dado que las especies que crecen en los bosques están asociadas a micorrizas; Collazos et al (1994), evaluaron el carácter obligado facultativo de la asociación micorriza lulo, utilizando 9 cepas de micorrizas en dos oxisoles de mediana y baja fertilidad, con niveles de 0, 50 y 100 Kg/ha de fósforo. Estos autores encontraron que el lulo es una especie micotrófica facultativa, quiere decir que en suelos con adecuados niveles de fósforo asimilable su desarrollo depende de la asociación micorrizica.

### Distancias de siembra

Las distancias de siembra óptimas en el cultivo del lulo, no se han definido, por lo cual los datos anotados a continuación se deben tomar como una guía, que asociada a factores como: fertilidad del suelo, pendiente, características físicas del suelo, sistemas de siembra y otros, permitirán definir una distancia apropiada para cada caso.

Lobo et al (1982), anotan que la distancia de siembra más utilizada en Antioquia es de 2 x 1,65 m. y en Valle del Cauca se siembra a 1,60 x 1,20 m.; obteniéndose densidades de 3.000 y 5.000 plantas por hectárea, respectivamente.

Dávila citado por Lobo et al (1982), considera distancias de 2,5 x 3 m. en triángulo con poblaciones de 1,333 plantas por hectárea.

Jiménez (1982), reporta que en la zona Centro Oriental del Ecuador se utilizan densidades que van desde 2.000 hasta 4.000 plantas por hectárea, utilizando distancias de siembra de 2,5 x 2 m., 1,6 x 1,5 m., 2,0 x 1,8 m. y 1,8 x 1,8 m.

Lécaros (1982), considera distancias de siembra de 2,5 x 2,5 y de 2,0 x 2,0, para obtener poblaciones entre 1.600 y 2.500 plantas por hectárea, en la parte Norte del Perú.

Los autores consideran que distancias de 3 x 3 m (1.111 plantas/ha) ó 2 x 3 m (1.666 plantas/ha) son adecuadas para un buen manejo del cultivo.

## **Trazado y Siembra**

Una vez definida y trazada la distancia de siembra, se realiza el hoyado 30 días antes de la siembra, los hoyos deben ser de 40 x 40 x 40 cm (ancho, largo, profundo), los cuales se deben llenar con una mezcla de tierra, materia orgánica y arena en proporción 3:1:1.

## **Manejo del cultivo**

### **• Fertilización**

Al igual que para las distancias de siembra, no existen recomendaciones definidas para la fertilización; ésta depende de las condiciones del suelo de cada sitio y del manejo que se le haya dado anteriormente.

El lulo es muy sensible a las deficiencias de boro y magnesio, la deficiencia de fósforo retrasa la maduración y causa malformación de las semillas.

En la zona cafetera central de Colombia, en suelos con alto contenido de materia orgánica, pobres en fósforo y de textura media, García citado por Lobo et al. (1982), encontró que el lulo responde a aplicaciones de 22 g de úrea, 50 g de super fosfato triple y 21 g de sulfato de potasio/planta, aumentando en 200% la producción de frutos.

López citado por Lobo et al. (1982), señala que en Valle del Sibundoy, en Nariño la aplicación de gallinaza en forma periódica ha ocasionado aumentos constantes en la producción.

Muñoz citado por Zuluaga (1994), recomienda el siguiente plan de fertilización para suelos del Oriente Antioqueño, los cuales en promedio tienen un pH entre 3,5 y 5,8, textura franco-arenosa, contenidos medios de materia orgánica, pobres en nitrógeno y fósforo y medios en potasio:

2 a 4 t/ha de materia orgánica.

40 a 60 kg/ha de urea.

90-135 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

60 - 90 kg./ha de K<sub>2</sub>O.

100 - 200 g/planta de cal dolomítica.

1 - 2 kg/ha de boro.

Meneses y Correa (1994), recomiendan aplicar a la siembra 50 g/planta de 10-30-10 ó 13-26-6 y 1 a 2 kg de materia orgánica por planta a los tres meses después de la siembra, y antes de la floración aplicar 100 gr/planta de un fertilizante compuesto como el 10-30-10 ó el 13-26-6. Esta misma cantidad se debe aplicar cada seis meses, complementando con 25 g de Agrimins. La materia orgánica se debe aplicar en dosis de 2 kg/planta cada año.

El encalamiento es necesario si los suelos poseen un pH por debajo de 5,2 y cuando se presenten altas concentraciones de aluminio intercambiable; debe tenerse en cuenta además la relación Ca : Mg. La dosis general es de 500 g/hoyo de Cal Dolomítica.

Alzate citado por Zuluaga (1994), recomienda devolver al suelo lo que el cultivo ha extraído y así proporcionarle los nutrientes necesarios a la planta.

#### Extracción de nutrientes del lulo (kg/ha)

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S
100	35	100	25	20

#### • Poda

Las podas son necesarias para lograr un buen desarrollo, producción y manejo de problemas fitosanitarios. Existen dos tipos de poda que son de formación y de mantenimiento.

**Poda de formación.** Esta consiste en eliminar todos los brotes basales hasta una altura de 50 cm con relación al suelo, permitiendo una mayor aireación, menor humedad relativa dentro del cultivo y evitando la proliferación de patógenos que afectan distintos órganos de la planta.

**Poda de mantenimiento.** Consiste en retirar las partes secas, enfermas e improductivas y los chupones. En plantaciones bajo sombrío es conveniente podar las yemas apicales, para estimular el desarrollo de ramas laterales. Este tipo de poda se recomienda una vez por año.

#### • Control de malezas

Es necesario mantener el cultivo limpio de malas hierbas principalmente alrededor de la planta para evitar competencia con las mismas, lo que se refleja en una menor producción.

Se recomienda hacer un control integrado de los sistemas mecánico y químico. El mecánico se basa en un ploteo cerca del tallo manualmente o con machete superficialmente para no dañar el sistema radicular; en las calles se usa el control químico acondicionado con el uso de pantalla y boquilla 800, siguiendo las recomendaciones técnicas.

En terrenos inclinados, el control se realiza con un ploteo formando una pequeña terraza

alrededor de cada planta y las calles se mantienen con malezas bajas con el uso de machete o guadaña.

- **Aporque**

Esta práctica se realiza con el fin de favorecer un mejor anclaje a la planta, ya que en producción, por su altura y peso de la cosecha, puede presentar volcamiento, además, se busca estimular la formación de un mayor número de raíces y mejorar el drenaje de la planta. Generalmente esta labor se hace con la desyerba y la fertilización.

- **Tutorado**

En terrenos muy fértiles y de buenas condiciones físicas, las plantas se desarrollan vigorosamente y cuando entran en producción tienden a volcarse o a quebrarse las ramas que soportan los frutos.

Dadas estas condiciones las plantas de lulo deben tutorarse y para tal propósito existen varios métodos como el chiquero, horquetas o sombrilla. Este último es el más recomendado y consiste en amarrar todas las ramas principales de la planta, formando un anillo al rededor de la copa. El material utilizado es tela sintética elástica que permite el acomodamiento de las ramas y evita el estrangulamiento de las mismas. Una vez se ha formado el anillo, se coloca un tutor en el centro de la planta de aproximadamente 2 m de largo, del cual cuelgan aproximadamente 10 tiras del mismo material que se amarran al anillo anteriormente descrito. El amarre completo da la forma de una sombrilla y de ahí se desprende su nombre.

- **Riego**

El lulo se desarrolla óptimamente en condiciones húmedas, en época secas la planta responde a la aplicación de riego.

## **Cosecha**

En condiciones normales una planta de lulo inicia producción entre los 8 y 10 meses después del trasplante y alcanza su máxima producción entre los 2 y 3 años de edad, declinando hacia el cuarto año.

Una planta en plena producción puede producir 9 kg de fruta al año, esto con una densidad de 3.000 planta/ha puede dar rendimientos de 27 toneladas/ha anuales.

Según Meneses y Correa (1992), el rendimiento promedio del lulo es 12 t/ha/año.

La recolección de los frutos es manual y se hace cuando éstos están en estado pintón, lo que equivale a 50% de la superficie de color amarillo. En este estado el fruto resiste el manipuleo que consiste en la limpieza de la vellocidad (la cual se retira frotando los frutos con guantes de cuero), el embalaje y el transporte al mercado.

Otra técnica para retirar la vellosidad del fruto es denominada lavado por aspersión, la cual consiste en colocar los frutos en movimiento, logrando que se froten entre sí, mientras chorros de agua permiten retirar y limpiar los vellos de las superficies de los frutos.

## **Empaque**

El empleo de las cajas tomateras produce pérdidas hasta de 20% del los lulos, en su mayoría los de menor tamaño y los de madurez avanzada. Camacho y Romero (1995), recomiendan el uso de canastillas plásticas de 13 cm de alto, 40 cm de ancho y 60 cm de largo con una capacidad de 10 kg. Este tipo de empaque ha disminuido las pérdidas de 20 a 3%.

Para exportación la fruta debe ir en alvéolos de pulpa prensada o plástico perforado y preferrado en cajas de 3 kg netos.

## **Almacenamiento**

El lulo en estado pintón puede ser almacenado a temperaturas superiores a 7°C y al rededor de 90% de humedad relativa, evitando así la deshidratación y arrugado, y se logra una maduración en ocho días.

Gattoni (1961), expone que el lulo se puede almacenar por dos meses a temperaturas entre 7 y 10°C, con una humedad relativa de 70 a 80%.

## **Valor nutritivo y usos**

El lulo se emplea como jugo fresco, en la producción de mermeladas, jugo concentrado congelado, helados, pulpa congelada, jalea, pudines y pasteles.

El lulo es rico en vitamina C y en contenido de hierro, esto le confiere propiedades diuréticas y tonificantes. El jugo actúa como solvente de toxinas presentes en el organismo y facilita la eliminación de ácido úrico en la sangre.

## COSTOS DE PRODUCCION

### Labores de cultivo.

LABORES	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Extracción de semilla	Jornal	1	8.500	8.500
Establecimiento, conservación semillero	Jornal	5	8.500	42.500
Llenado de bolsas	Jornal	3	8.500	25.500
Preparación de bolsas	Jornal	3	8.500	25.500
Transplante a bolsas	Jornal	4	8.500	34.000
Atención a bolsas	Jornal	7	8.500	59.500
Trazada y hoyada	Jornal	10	8.500	85.000
Siembra, resiembra y transplante	Jornal	5	8.500	42.500
Aplicación correctivos	Jornal	5	8.500	42.500
Aplicación fertilizante	Jornal	15	8.500	127.500
Aplicación insecticida	Jornal	15	8.500	127.500
Aplicación fungicida	Jornal	20	8.500	170.000
Plateo	Jornal	10	8.500	85.000
Poda	Jornal	10	8.500	85.000

### Insumos

INSUMOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	NUMERO DE APLICACIONES	V/UNIT	V/TOTAL
<b>Correctivos</b>					
Cal Dolomitica	Bulto	2	2	3.800	15.200
<b>Fertilizantes</b>					
10-30-10	Bulto	7	4	19.000	134.400
Gallinaza	Bulto	130	4	3.700	481.000
Agrimins	Bulto	4	2	23.910	95.640
Bórax (47%)	Bulto	1	2	18.000	18.000
Tottal	Litro	10	5	6.100	61.00
Kelatex boro	Kg.	2	3	6.000	12.000
<b>Plaguicidas</b>					
Dithane M-45	Kg.	10	6	6.200	62.000
Tedi6n	litro	2	4	6.800	13.600
Omite	litro	1	4	12.500	12.500
Malathion	litro	2	4	6.300	12.600
Roxion	litro	1	4	21.000	21.000
Bravo 500	Kg.	4	3	16.930	67.200
Ronilan	Kg.	1	2	52.000	52.00

## Materiales

<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V/UNIT</b>	<b>V/TOTAL</b>
Azadón	Unidad	4	8.000	32.000
Tijera podadora	Unidad	2	8.00	16.000
Guantes	Pares	4	3.500	14.000
Balde plástico	Unidad	4	3.000	12.000
Empacadora	Unidad	1	380.190	380.190

## Bibliografía

- BORGES B., J. 1969. Estudio pomológico de las variedades de naranjilla cultivadas en Ecuador. Universidad Central. Quito. 43 p.
- CAMACHO G. y ROMERO G. 1995. Obtención y conservación de pulpas de mora, guanábana, lulo y mango. Universidad Nacional - SENA. P 83 - 105.
- CARDONA, M. V.; MARULANDA, D.; OCHOA, N. Mermelada de lulo híbrido. Corporación Universitaria Lasallista. Medellín.
- ERAZO S., B. El cultivo del lulo una rica veta difícil de explotar. Federación Nacional de Cafeteros. 13 p.
- GARCIA R., E. H. y GARCIA D., M.A. 1985. Colección y Establecimiento de un Banco de Germoplasma en lulo, *Solanum quitoense* Lam. y las especies relacionadas en el Suroccidente Colombiano. Universidad Nacional Palmira. 100 p.
- GATTONI, L. A. 1961. La naranjilla o lulo. Agricultura Tropical (Colombia). 17 (4). p 218 -224.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS "INIAP". 1982. Memorias de la Conferencia Internacional de Naranjilla. INIAP. Quito - Ecuador. 117 p.
- LOBO A., M. 1994. Investigaciones con semilla de lulo (*Solanum quitoense* Lam.). Mimeografiado. 14 p.
- LOBO A., M. 1991. Perspectivas de siembra del lulo o naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.). Boletín Técnico. Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira. Vol 2. N° 2. P 125 - 130.
- LOBO A., M. et al. 1982. El cultivo del lulo o naranjilla. ICA Informa. 27 (1): 10 - 21.
- LOPEZ A., S. 1980. Plagas y enfermedades de la naranjilla o lulo (*Solanum quitoense* Lam.) y su control. Revista Esso agrícola. N° 2. P 5 - 11.
- MEJIA J. y BETANCUR. 1994. Revisión bibliográfica sobre el cultivo de lulo (*Solanum quitoense*), como alternativa de producción de la finca "La Florida". Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Medellín. 130 p.
- MENESES M., H.A. y CORREA C., J. 1992. El Cultivo del lulo o naranjilla. Secretaria de Agricultura. No. 18. 40 p.
- ROMERO C., R. 1961. El lulo: Una fruta de importancia económica. Agricultura Tropical (Colombia). 17 (4). p 214 - 217.
- WHALEN, M.D. , and E.E. Caruso. 1983. Phylogeny in *Solanum* section *Lasiocarpa*, the lulo relatives: congruence of morphological and molecular data. Systematic Botany (in press).
- WHALEN, M.D., D.E. Costich, and C.B. Heiser. 1981. Taxonomy of *Solanum* section *Lasiocarpa*. Gentes Herbarum. 12: 41 - 129.
- ZULUAGA, R., M.L. 1994. El Cultivo del lulo (*Solanum quitoense* Lam.). Memorias del Curso Regional de Actualización en Frutas Tropicales. pp 197 - 208.
- SANCHEZ, G. 1973. Las plagas del lulo y su control. ICA. Boletín Técnico N° 2. 26 p.