

El cultivo de la mora en el Ecuador

Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Fruticultura



EL CULTIVO DE LA MORA EN ECUADOR

2016



PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN

El Ecuador, posee una gran diversidad de ecosistemas y recursos fitogenéticos que deben ser aprovechados de manera sostenible para contribuir a la seguridad alimentaria de la población y al cambio de matriz productiva. Para ello, es importante el apoyo permanente a la investigación agrícola que es la base para la innovación y desarrollo de nuevas tecnologías que mejoren la producción y productividad, no solo de materias primas, sino de productos agroindustriales y otros con valor agregado, que permiten satisfacer la demanda de los mercados nacional e internacional.

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth), originaria de la región andina, es un frutal que ha sido cultivado tradicionalmente por los ecuatorianos, principalmente pequeños y medianos productores de la sierra, y ha contribuido de manera importante en la generación de recursos económicos y mejoramiento del nivel de vida de los mismos, debido a la creciente demanda y rentabilidad del cultivo.

Para mantener la competitividad y el mejoramiento continuo del cultivo de mora, es necesario dar respuesta y soluciones a los diferentes limitantes que el productor enfrenta en el día a día, ya sean estos de índole varietal, sanitario, nutricional o comercial; por ello, es importante contar con un plan de investigación amplio, que involucre diversas áreas y líneas de investigación y sea ejecutado por equipos interdisciplinarios e interinstitucionales, cuyos resultados sean puestos a disposición de los técnicos de transferencia de tecnología, y éstos a su vez los difundan a productores y estudiantes a través de cursos de capacitación y publicaciones.

Conscientes de la necesidad que para emprender cualquier proceso de capacitación, se requiere de un documento que reúna la información de los resultados de la investigación y experiencias en el manejo de este frutal, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias- (INIAP), a través del Programa Nacional de Fruticultura y los Departamentos de Suelos y Aguas, Nutrición y Calidad, Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina, pone a disposición de los diferentes actores de la cadena de producción de la mora, el libro **“El cultivo de la mora en Ecuador”**, mismo que consta de 8 capítulos que abarcan información referente a su origen, taxonomía, variedades y clones, comportamiento fisiológico, multiplicación, plantación, prácticas de manejo relacionadas con la poda, sistemas de conducción, riego y nutrición, control de plagas, y poscosecha y comercialización.

Estamos seguros que este libro contribuirá de manera importante a ampliar el conocimiento sobre este frutal y será un aporte para los profesionales ligados al sector frutícola, además de fuente de consulta permanente, para quienes tienen establecidos huertos de mora, y aquellos que desean iniciar nuevos emprendimientos en este rubro rentable.



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El Ecuador, es un país mega diverso y lugar de origen de varias especies frutícolas, lo cual es una ventaja comparativa importante, que debe ser aprovechada y fortalecida para mejorar la competitividad dentro de un contexto global de la economía, apertura de mercados e integración actuales. Para ello, es importante la diversificación y priorización de rubros que tengan una alta demanda nacional e internacional y contribuyan a la generación de empleo, recursos económicos a los productores e ingresos de divisas al país.

Los frutales andinos, como la mora de Castilla, son una alternativa de producción interesante, ya que se verifica a nivel mundial el incremento permanente de la demanda de frutas por los múltiples beneficios a la salud humana por sus aportes de vitaminas, minerales, antioxidantes, entre otros.

En el país se reportan alrededor de 5 000 ha de mora, que involucran de manera directa a cerca de 15 000 pequeños y medianos productores de la sierra, los cuales obtienen rendimientos promedio de 5 t ha⁻¹ año⁻¹ producto de un nivel tecnológico bajo, que debe ser mejorado a través de programas integrales que involucren el desarrollo tecnológico, infraestructura de riego, fortalecimiento de los sistemas de transferencia de tecnología, facilidades de crédito, organización y apoyo a productores y agroindustriales para la comercialización.

Investigaciones desarrolladas por el Programa de Fruticultura del INIAP, y huertos de productores de mora con cierto nivel tecnológico han permitido determinar la factibilidad de incrementar y obtener rendimientos entre 8 a 10 t ha⁻¹ que representaría un aumento de los volúmenes de producción del 60 al 100 %. Para ello, es importante la incorporación de nuevas variedades como la INIAP-Andimora-2013, mejorar el manejo de la nutrición y riego del cultivo, así como el manejo integrado de plagas y sistemas de conducción y poda adecuados.

La fruta de mora producida en el país es comercializada preferentemente en el mercado local, aunque existe mucho interés por exportarla en fresco y procesada con valor agregado a países demandantes como: Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Alemania, Francia, Austria, Italia, Holanda, Bélgica, y Japón, por lo que la firma de acuerdos comerciales debidamente negociados, facilitarán la apertura de estos potenciales mercados.

La producción de mora, tanto para el mercado nacional como internacional, requiere la implementación de prácticas acordes al manejo racional de los recursos naturales, la inocuidad de los productos frescos y procesados que garanticen su calidad, y que a la vez permitan que el cultivo sea económicamente rentable para los productores y posibilite la incorporación de las nuevas tecnologías generadas para la producción integrada del cultivo.

La elaboración de un documento que recopile los resultados de las investigaciones generadas por el INIAP, las experiencias de productores nacionales e información escrita por la comunidad científica adaptada a nuestra realidad, se constituye en un aporte importante para que sirva de apoyo y guía para el mejoramiento continuo del cultivo de mora, que dará como resultado el incremento de la producción, productividad y calidad de la fruta.



MÉTODOS DE PROPAGACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE MORA

CAPÍTULO 4

MÉTODOS DE PROPAGACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE MORA

Pablo Viteri¹, Aníbal Martínez², Rosendo Jácome², Germán Ayala², Mercy Villares², William Viera¹, Andrea Sotomayor¹, Manuel Posso¹, Milton Hinojosa¹

La multiplicación de plantas es una de las actividades más importantes en el cultivo de mora, y en general en los cultivos, ya que la obtención de plantas de calidad, aseguran gran parte del éxito de una plantación, por lo que se debe conocer a mayor profundidad los diferentes métodos de multiplicación de plantas. En el país se emplean principalmente métodos vegetativos, mientras que la reproducción por semilla es poco utilizada, aunque este método puede proporcionar más plantas que la reproducción vegetativa y puede ser un método apropiado para prevenir enfermedades por las características particulares que tienen las semillas de mora; además, de contribuir a la conservación de la especie.

En el Ecuador, Jácome (2010) realiza una encuesta acerca de las preferencias de propagación en cada una de las provincias se registran de la siguiente forma: en Tungurahua el 100 % de plantas son multiplicadas por “acodo de yema terminal”; en Bolívar la multiplicación por “semilla” alcanza un 96,90 %, mientras que en Cotopaxi se destaca la multiplicación por “estaca” con el 93,30 %. La procedencia de las plantas tanto en Bolívar como en Cotopaxi es del huerto propio con 81,30 % y 93,30 % respectivamente; y en Tungurahua prefieren plantas provenientes de viveros particulares con 68,60 %.

4.1 PROPAGACIÓN DEL CULTIVO DE MORA

4.1.1 Propagación sexual o por semilla

La propagación por semilla, ha sido poco utilizada por los agricultores y viveristas en particular. Dentro de las razones más importantes, está la necesidad de semilla con tratamientos pregerminativos, como la escarificación mecánica o química para eliminar la latencia; además, se considera que el proceso de germinación es lento y poco efectivo. Otra razón, se considera que la multiplicación por semilla, da lugar a un gran número de plantas heterogéneas producto de la segregación.

1 Investigadores INIAP - Programa Nacional de Fruticultura - Granja Experimental Tumbaco.

2 Investigadores INIAP - Programa Nacional de Fruticultura - Granja Experimental Pillaro.

4.1.1.1 Apomixis en semillas de mora

La mayoría de las moras estudiadas son diploides ($2n=14$) y auto incompatibles, aunque hay poliploides auto compatibles. Los procesos de colonización de nuevos ambientes han generado moras apomícticas y la hibridación entre moras apomícticas diploides ha generado moras poliploides ($2n=28, 35, 42, 56, 86$), como es el caso de la mora de Castilla que es un tetraploide ($2n=28$) (Delgado *et al.*, 2010).

La apomixis, es una forma de multiplicación asexual en la que se producen embriones genéticamente idénticos a la planta madre sin que intervengan los procesos de meiosis y fecundación. Este modo de reproducción aparece naturalmente en muchas especies de plantas como: frutilla, manzana, cítricos, mango, yuca y numerosas gramíneas forrajeras, habiendo sido descrita en más de 400 especies de plantas (Pessino *et al.*, 2008; Cubero 2003). Este tipo de plantas no reducen a la mitad el contenido de cromosomas durante la formación de las células reproductivas (gametos), tampoco llevan a cabo la fecundación, salvo para generar en algunos casos el endosperma de las semillas. Los embriones se originan a partir de células maternas, pero lo hacen siempre dentro de los confines del óvulo. Se forma así una semilla verdadera y perfecta, que contiene adentro un individuo idéntico a la planta materna (Pessino *et al.*, 2008).

Durante la reproducción sexual una célula del óvulo (célula madre de la megáspora) inicia un proceso de reducción meiótica que concluye con la formación de cuatro megasporas haploides. En la mayoría de las angiospermas sólo una de las megasporas es funcional (las demás degeneran) y se divide por mitosis para formar un saco embrionario octanucleado integrado por una célula huevo, dos sinérgidas, dos núcleos polares y tres antípodas (Pessino *et al.*, 2008).

De acuerdo con el origen de la célula que genera el saco embrionario y el embrión, la apomixis gametofítica puede ser clasificada como:

Diplosporia cuando el saco embrionario se origina a partir de la célula madre de la megáspora misma, ya sea por mitosis o luego de una falla en la meiosis.

Aposporia cuando el saco embrionario se origina directamente por mitosis a partir de una célula somática, usualmente una célula de la nucela. Los sacos embrionarios, sean éstos apospóricos o diplospóricos, contienen un gameto femenino $2n$, la ovocélula, a partir de la cual se desarrolla directamente el embrión por partenogénesis sin que exista fecundación. Mientras en el proceso sexual la reducción meiótica se complementa con la fecundación que restaura el nivel de ploidía $2n$, en la apomixis gametofítica la ausencia de reducción se complementa con la partenogénesis (Asker y Jerling 1992; citado por Marmolejo, 2010; Ortiz *et al.*, 2004).

Estudios realizados en Colombia para determinar la presencia de apomixis y el comportamiento reproductivo de ocho ecotipos de mora de Castilla pertenecientes a la colección de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, mediante evaluaciones del clareo de sacos embrionarios, estimación de la viabilidad del polen y variabilidad de medios hermanos mediante análisis moleculares (marcadores RAMs), determinaron que, ocho ecotipos son apomícticos facultativos, es decir que generan al menos una parte de su progenie por medios sexuales y otra de forma asexual (Marmolejo, 2010).

La semilla sexual tiene un origen alotetraploide con alta homeología cromosómica que permite la formación de bivalentes, mientras que el tipo de apomixis observado en todos los ecotipos fue la aposporia, en la cual el saco embrionario se forma a partir de la nucela. Además,

se determinó, en seis ecotipos, la presencia de sacos múltiples o facultativos, característicos de las moras apomícticas. La tinción de los granos de polen con carmín acético permitió estimar la viabilidad promedio de los ocho ecotipos en 88,50 % (Marmolejo, 2010).

En cuatro cebadores RAMs se estimó la variabilidad genética en cinco progenies de medios hermanos de los ocho ecotipos. En todos se registró variabilidad genética y hubo plántulas que presentaron el mismo patrón. Estas pueden provenir de apomixis. De acuerdo al tipo de apomixis observado, la sexualidad, la alta viabilidad polínica, la variabilidad genética y la importancia del polen para la formación de infrutescencias y semillas, se puede decir que los ocho ecotipos de mora de Castilla se reproducen principalmente por la vía sexual y por aposporía pseudogámica, un proceso característico de las moras apomícticas, donde la viabilidad del grano de polen es indispensable para activar la apomixis ya que es necesario que un gameto masculino se fusione con el o los núcleos polares de la célula central del saco embrionario para formar el endospermo (Marmolejo, 2010).

Según Marmolejo (2010), en el caso de la mora de Castilla que posee apomixis facultativa, las progenies segregan como clases maternas ($2n + 0$) y no maternas o aberrantes. Hay tres tipos diferentes de individuos aberrantes que pueden encontrarse en la progenie de una planta apomíctica (Ortiz *et al.*, 2004):

- 1) híbridos BIII ($2n + n$) que resultan de la fecundación de una ovocélula no reducida.
- 2) híbridos BII ($n + n$) que resultan de la fecundación de una ovocélula reducida.
- 3) haploides ($n + 0$) generados por partenogénesis a partir de una ovocélula.

Estos complejos integrados por individuos sexuales y apomícticos de distinto nivel de ploidía se conocen como complejos agámicos y se consideran estructuras reproductivas complejas y evolucionadas, donde la sexualidad permite la generación de nuevos genotipos y la apomixis la propagación clonal muy eficiente de las combinaciones genéticas superiores (Ortiz *et al.*, 2004). De acuerdo a los resultados presentados por Marmolejo (2010), la mora de Castilla reproducida por semilla puede generar plantas segregantes y clonales, por lo que habría un porcentaje de heterogeneidad de las plantas obtenidas por este medio.

4.1.1.2 Latencia de las semillas de mora

Las semillas de las especies de mora exhiben latencia exógena y endógena, que influyen negativamente en el proceso de germinación. La primera se debe a la impermeabilidad de la testa, que impide la absorción del agua y, la segunda, a embriones quiescentes que precisan de aplicación de hormonas, como el ácido giberélico (AG), para estimular su crecimiento y emergencia, y contrarrestar el efecto de sustancias inhibitoras, principalmente del ácido abscísico (ABA) (Díaz, 2011).

En relación a la latencia de la semilla de mora, la investigación realizada por Díaz (2011) confirma la presencia de latencia exógena en la semilla, causada por una testa impermeable que impide el ingreso de agua y posiblemente el intercambio gaseoso, lo que se verificó por la no imbibición por parte de semillas sumergidas en agua durante 24 horas. La aplicación de hipoclorito comercial al 5,25 % por 16 horas, como tratamiento de escarificación, permitió absorción del agua y germinación de las semillas, lo cual comprobó la ruptura de la latencia exógena en el lote de semilla empleado, y que la semilla era germinable, con un porcentaje

menor de semillas aún latentes. También se encontró que la aplicación adicional de AG3 en dosis de 1 000 a 2 000 ppm a semillas escarificadas previamente, incrementó la germinación del cv. 'San Antonio', con relación a la que solo recibió escarificación. Esto comprueba la presencia adicional de latencia endógena, de tipo fisiológico, en las semillas de mora (Díaz, 2011).

Para la ruptura de la latencia, las semillas obtenidas de los frutos son sometidas a tratamientos de escarificación y/o estratificación. La **escarificación** de la semilla es una técnica que se lleva a cabo con el fin de acortar el tiempo de germinación y consiste en realizar una leve ruptura de la pared exterior de la semilla (testa) para permitir que el endospermo entre en contacto con el aire y el agua, para ello se emplean métodos mecánicos (uso de dos láminas de papel lija No 320 durante 1 a 10 minutos) o químicos con diversos ácidos (inmersión de semillas en: hipoclorito de sodio (NaClO) al 2,5 %, ácido nítrico (HNO₃) al 10 % y 20 %; ácido clorhídrico 4M (HCl), ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 98 %, peróxido de hidrógeno (H₂O₂) al 5 y 10 %, ácido acético (CH₃COOH) al 5 % con efectos variables (Díaz, 2011; Wohlermann, 1989).

En caso de latencia profunda algunas especies necesitan de procesos de **estratificación** en frío o en caliente, para su remoción y cuando es leve, puede eliminarse a través de la aplicación de giberelinas (Baskin, 2003). Cabe indicar que la estratificación fría necesita de 1 a 5 °C, entre 4 y 12 semanas, la estratificación cálida necesita 20 a 25 °C así mismo entre 4 a 12 semanas (Díaz, 2011).

De los resultados presentados por Díaz (2011) se observa que la respuesta de otras variedades a los tratamientos para la ruptura de dormancia son variables, lo que corrobora lo señalado por Zasada y Tappeiner (2003) y Suzuki (1993) que mencionan en diferentes años que, a pesar de las investigaciones realizadas para mejorar la uniformidad de germinación, los resultados son altamente variables dentro y entre especies, sin encontrar un método eficiente.

En los viveros del Programa de Fruticultura del INIAP, se realiza la multiplicación de plantas de mora por semilla con fines de investigación para la obtención de segregantes, y la generación de nuevos clones, y el conocimiento de la capacidad apomíctica de la mora de Castilla para la venta en pequeña escala, para ello, se sigue el siguiente procedimiento (Martínez *et al.*, 2007):

- Cosecha de frutos completamente maduros en las plantas madres seleccionadas por calidad y sanidad.
- Maceración de los frutos y fermentación de los mismos en recipientes de vidrio con agua y azúcar por 2 a 3 días.
- Extracción de las semillas mediante la eliminación de la pulpa, a través de lavados con detergente en un tamiz.
- Secado bajo sombra, y desinfección de la semilla con un fungicida compuesto de carboxin mas captan (Vitavax).
- Siembra de las semillas en un sustrato desinfectado a vapor a chorro continuo y a poca profundidad.
- Las plántulas se encuentran listas para el trasplante en cuatro meses, con tasas de germinación superiores al 60 % (Figura 4.1).



Figura 4.1. Plántulas de mora provenientes de semillas.

Foto: Andrea Sotomayor

4.1.2 Propagación asexual o vegetativa

Las plantas pueden multiplicarse a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas). En teoría, cualquier parte de una planta puede dar origen a otra de iguales características, según sean las condiciones de crecimiento (luz, temperatura, nutrientes, sanidad). Esto se debe a que muchas de las células de los tejidos vegetales conservan la potencialidad de multiplicarse, de diferenciarse y dar origen a diversas estructuras como tallos y raíces (Corpoica, 2004, Hartmann y Kester, 1998).

Los métodos de propagación vegetativa son los más empleados para la producción de plantas de mora, por considerarlos más económicos, rápidos y seguros, aunque los métodos tradicionales tienen bajas tasas de multiplicación, los métodos modernos de técnicas *in vitro*, permiten incrementar las tasas de multiplicación y calidad de las plantas.

Los principales métodos de propagación asexual de la mora son: acodo de punta, acodo rastrero o serpenteado, chupones, estacas, estacas de raíz, y cultivo de tejidos, mismos que para que sean exitosos y proporcionen plantas de calidad, deben partir de una selección rigurosa de plantas madre de calidad, en lo sanitario y productivo, así como del estado fisiológico adecuado de las ramas a emplearse (Figuras 4.2 y 4.3) (Martínez *et al.*, 2007; Lucero, 1988).



Figura 4.2. Selección de plantas madre.

Foto: Paúl Mejía



Figura 4.3. Ramas para la obtención de estacas.

Foto: Aníbal Martínez

4.1.2.1 Acodo de punta

Es un sistema de acodamiento, utilizado en moras rastreras o semi erectas, ya que las raíces de éstas generalmente no desarrollan yemas adventicias. Para ello, se arquean ramas macho, cuyas puntas se introducen en fundas con sustrato desinfectado a una profundidad entre 7 a 10 cm y se cubren de suelo; después de 30 o 40 días, a partir del tejido meristemático, se generan las raíces y nuevos brotes, momento en el cual se debe cortar la nueva planta entre 30 y 50 cm desde la base para separarla de la planta madre. Este sistema es el más empleado por los viveristas del país (Martínez *et al.*, 2007; Bejarano, 1992).

4.1.2.2 Acodo rastrero o serpenteado

Se emplean ramas de una longitud de 1,50 a 2,50 m, mismas que se pueden ubicar sobre la superficie del terreno sin necesidad de desprenderla de la planta madre, se entierra en tramos de 25 cm y se sostiene con estacas; finalmente se tapa con tierra para facilitar la producción de las raíces. Después de 30 a 40 días estos acodos se separan de la planta madre y se mantienen por 15 a 30 días más para que se encuentren listos para el trasplante a su sitio definitivo. Con este método se pueden obtener de tres a cinco plantas por rama. Una alternativa a este método, es el empleo de fundas plásticas con sustrato desinfectado, en lugar de hacerlo directamente en el suelo, de esta forma se reducen las posibilidades de infecciones de hongos o nematodos (Franco y Giraldo, 2002).

4.1.2.3 Propagación por chupones

Se pueden aprovechar los chupones o ramas primarias enraizadas, que emergen en exceso a lo largo de las calles en plantaciones establecidas. Este método es sencillo, y resulta más efectivo o exitoso mientras más joven sea el material, el cual deberá pasarse a macetas, bolsas o directamente al campo inmediatamente después de extraído del campo (Calderón, 2009).

4.1.2.4 Estacas

La propagación por estacas consiste en cortar varetas entre 15 a 30 cm de largo, de tallos vigorosos, lignificados, con suficientes reservas para permitir que las estacas emitan sus raíces y puedan alimentarse, y de buenas condiciones sanitarias (Guerrón y Espinoza, 2013). El diámetro de los tallos debe ser de 1 cm y cada estaca debe tener tres a cuatro yemas. En la parte superior de la estaca se realiza un corte en diagonal y uno recto en el área basal retirándoles medio centímetro de corteza ((Westwood, 1990, citado por Guerrón y Espinoza, 2013). Con el fin de tener un buen enraizamiento es necesario aplicar fitohormonas en la parte inferior de las estacas, y parafina en la parte superior para reducir la deshidratación y el ingreso de patógenos.

En cuanto al uso de hormonas, Guerrón y Espinosa (2013) recomiendan la inmersión de la base de las estacas en ácido indolbutírico (IBA) en dosis de 1 500 ppm durante 10 segundos, lo cual corrobora resultados de otras investigaciones de enraizamiento en diferentes especies de *Rubus* en que se recomienda la aplicación de IBA en dosis de 1 000 a 3 000 ppm con un 100 % de plantas enraizadas (Castro y Gaviria, 1995).

La siembra de las estacas tratadas se realiza directamente en fundas, vasos o en platabandas (Figuras 4.4 y 4.5) que tengan un sustrato liviano, retenga humedad, sin saturación de agua y

permita la aireación. El apareamiento de las primeras raíces se inicia aproximadamente a los 25 días después de realizado el estaquero, alcanzando un buen sistema radical a los dos meses (Figura 4.6), en que estarían listas para el trasplante a campo.

Este sistema es más costoso que los anteriores, pero proporciona mayor cantidad de material. La propagación por estacas presenta algunas características como un rápido brotamiento de las yemas, formándose ramitas sin que exista aún el sistema radical, por lo que este crecimiento se detiene pronto. Con el fin de obviar este crecimiento, los cortes del tallo deben hacerse cerca de las yemas (parte superior) y después del trasplante mantener las estacas en lugar cubierto y oscuro para evitar el brote de las yemas.

El éxito del enraizamiento de estacas depende de varios factores relacionados con la minimización del déficit hídrico, manejo de la temperatura, optimización de la fotosíntesis durante el proceso de propagación, utilización de sustratos adecuados y reguladores de crecimiento que favorezcan la iniciación y desarrollo de las raíces (Ruiz y Mesen, 2010).



Figura 4.4. Estaquero de mora en camas.

Foto: Aníbal Martínez



Figura 4.5. Estaquero en fundas.

Foto: Aníbal Martínez



Figura 4.6. Estaca enraizada.

Foto: Aníbal Martínez

4.1.2.5 Estacas de raíz

Este es el método más común, el más sencillo y quizás el más económico; se utiliza en moras erectas como el cultivar Brazos. Las nuevas plantas se originan a partir de yemas adventicias de las raíces. Normalmente se utilizan pequeños pedazos de raíz de 4,00 a 8,00 mm de diámetro y de 4,00 a 6,00 cm de largo. Las raíces se sumergen por 5 a 10 minutos en una solución de Captan (2,00 a 4,00 g l⁻¹) o Benomil (1,00 g l⁻¹) con el fin de eliminar posibles patógenos. El trasplante de las raíces puede hacerse de manera directa al sustrato, como es el caso del vivero de la Granja Experimental Tumbaco del INIAP (Martínez, *et al.*, 2007) o si antes del trasplante las estacas reciben un tratamiento de frío (2 a 5 °C) por al menos dos semanas; las estacas se pueden almacenar en sacos de yute y/o cajas de plástico a temperatura ambiente y en un lugar sombreado durante el mismo periodo, tiempo durante el cual, se desarrollarán brotes etiolados que darán origen a las nuevas plantas. El trasplante de las estacas de raíz puede hacerse a almácigos, fundas y/o macetas; las plantas estarán listas para su establecimiento en campo 10 a 12 semanas después del trasplante (Calderón, 2009).

4.1.2.6 Cultivo de tejidos

En algunos lugares del país, como es el caso del Laboratorio de Cultivo de Tejidos del Departamento de Biotecnología del INIAP-Estación Experimental Santa Catalina, realizan la multiplicación de mora *in vitro* a través de meristemos, lo que garantiza la obtención de plantas libres de algunas enfermedades vasculares tales como: la marchitez descendente y en mayores cantidades que los métodos tradicionales (Figuras 4.7 y 4.8). Recientemente se han establecido en la sierra central plantaciones con este material, y presentan un buen comportamiento con base al crecimiento, rendimiento y calidad de la fruta.



Figura 4.7. Moras obtenidas por cultivo de tejidos.

Foto: Andrea Sotomayor



Figura 4.8. Moras obtenidas mediante técnicas *in vitro* trasplantadas en vaso.

Foto: Andrea Sotomayor

4.1.3 Factores que influyen en la producción de plantas

Para tener altas tasas de multiplicación de plantas es importante considerar el manejo de factores como: el sustrato a emplearse, el material vegetal, las condiciones ambientales y el uso de reguladores de crecimiento, que en su conjunto permitirán obtener plantas de calidad, en mayor cantidad y menor tiempo.

4.1.3.1 Sustrato

Es todo material sólido distinto del suelo, cuyo origen puede ser natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite mantener a las estacas en su lugar durante el periodo de enraizamiento, proporcionar humedad a las estacas, permitir la penetración del aire a la base de la estaca. Para alcanzar sus funciones el sustrato utilizado debe ser: de peso liviano, de buena porosidad, bien drenado pero con buena capacidad de retención de humedad, ligeramente ácido y con buena capacidad de intercambio de cationes capaz de mantener un volumen constante tanto cuando esta húmedo o seco, y estar libre de organismos patógenos (Hartmann y Kester, 1998).

Entre los sustratos más empleados están el mantillo, pomina, vermiculita, perlita, estopa de coco, acículas y aserrín de pino, entre otros. Guerrón y Espinosa (2013) emplearon la mezcla de suelo negro, pomina y compost para el enraizamiento de estacas de mora con resultados positivos (Figura 4.9).



Figura 4.9. Preparación sustrato para enraizamiento tierra negra + pomina + compost 3:1:1.

Foto: Andrea Sotomayor

4.1.3.2 Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales son de gran importancia para aquellos cultivares de difícil enraizamiento y la atención que se preste a ello hace la diferencia entre el éxito y el fracaso de obtener un enraizamiento satisfactorio (Hartman y Kester, 1998). Entre los factores más importantes se debe considerar principalmente la humedad relativa y la temperatura.

4.1.3.2.1 Humedad relativa

El ambiente donde se desarrollan las ramillas debe poseer una humedad saturada de un 99 % para evitar la evapotranspiración y a la vez mantener la turgencia de las células de los tejidos foliares; condiciones que se logran mediante el uso de sistemas de riego de nebulización, dependiendo de las condiciones climáticas de la zona (Hernández, 2003 citados por Guerrón y Espinosa, 2013).

El uso de una cobertura de plástico ajustada para el mantenimiento de la humedad en el interior del propagador, debido a que ésta produce que el aire se sature en horas de la noche, resultando en la condensación del agua de las hojas y el humedecimiento de las mismas (Ruiz y Mesen, 2010).

4.1.3.2.2 Temperatura

La temperatura está relacionada con el desarrollo y actividad de las raíces y de los brotes, de manera que las bajas temperaturas disminuyen su actividad y las altas limitan la capacidad de absorción (Pedroza y Montes, 2008). El enraizamiento de estacas de la mayoría de las especies se produce en temperaturas diurnas entre 21 a 27 °C, y las temperaturas nocturnas de 15 °C; aunque, ciertas especies enraízan mejor a temperaturas más bajas. Temperaturas elevadas del aire tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de raíces y aumenta la pérdida de agua por las hojas (Hartman y Kester, 1998).

4.1.3.3 Material vegetal

Para la obtención de material para propagación deben seleccionarse plantas de calidad. Para que una planta sea seleccionada como “planta madre”, debe reunir las siguientes condiciones: tener un buen desarrollo, ser una planta altamente productiva (sobre 5 kg ciclo⁻¹), estar libre de enfermedades e insectos plaga, y no tener plantas enfermas a su alrededor (Andujar y Moya, 2009).

Una vez seleccionadas las plantas, deben recibir un manejo especial en lo correspondiente a nutrición, sanidad, y manejo. Por lo general, las plantas de mora que proveen material vegetal deben ser podadas de manera continua y en lo posible no deben producir frutos. Se recomienda que los viveristas establezcan huertos exclusivos para la obtención de material vegetal.

4.1.3.4 Sustancias reguladoras del crecimiento

Los reguladores de crecimiento de las plantas, son compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes que en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican de alguna forma cualquier proceso fisiológico vegetal (Lira, 2007). Para distinguir entre hormonas vegetales y sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas, puede decirse que todas las hormonas regulan el crecimiento; pero no todas las sustancias reguladoras del crecimiento son hormonas (Hartmann y Kester, 1998).

Varias clases de reguladores del crecimiento, como las auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno influyen en la formación de raíces. De ellos, las auxinas son las que ejercen mayor efecto en la formación de raíces en los esquejes (Weaver, 1976; Anchali, 2011 citados por Guerrón y Espinosa, 2013).

4.2 ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN DE MORA

4.2.1 Selección del lote para la plantación

Dentro de los factores más importantes a considerar para establecer un lote de mora están: el abastecimiento permanente de agua de riego, debido a la demanda continua del cultivo para su crecimiento y desarrollo; plantaciones de temporal van a ver afectado su crecimiento y potencial productivo. Según Calderón (2009), en tiempos calurosos o secos, se pueden llegar a requerir diariamente de 22 000 a 28 000 l ha⁻¹. Estas necesidades deberán contemplarse muy cuidadosamente antes de establecer la plantación. Por el contrario, en zonas muy húmedas, los problemas se generan por la alta incidencia de enfermedades y el uso indiscriminado de fungicidas, principalmente.

En cuanto al suelo, la mora es quizá la especie que prospera en una gran diversidad de suelos, desde muy pesados hasta arenosos, siempre y cuando el pH se encuentre entre 5,5 y 6,5 y la conductividad eléctrica no rebase 1 mmhos cm⁻¹. En lotes con alta incidencia de vientos fuertes se debe considerar el establecimiento de barreras rompe vientos, para evitar en las variedades con espinas, daño a los frutos por lastimaduras de éstas (Calderón, 2009).

Después de seleccionar el sitio para la plantación, se debe conformar una muestra de suelo representativa (1 kg), a partir de sub muestras tomadas al azar a una profundidad de 0,5 a 30 cm. El análisis debe ser lo más completo posible para conocer información del tipo de suelo, densidad aparente, pH, porcentaje de materia orgánica, contenido de sales solubles, capacidad

de Intercambio catiónico, entre otros, con el fin de establecer un plan de fertilización y abonadura acorde a las condiciones del suelo y necesidad nutrimental del cultivo. Adicionalmente, se puede tomar otra muestra de suelo para determinar las poblaciones de nematodos y hongos patogénicos y microorganismos benéficos.

4.2.2 Preparación del terreno

Las condiciones de preparación del suelo varían de acuerdo con las características del terreno en que se implementará el cultivo de mora. En suelos planos o con poca pendiente (Figura 4.10 y 4.11), se debe realizar al menos dos pasos de subsolador con el objeto de eliminar la compactación que pueda tener la capa arable y favorecer un buen drenaje. Luego, se deberá hacer uno o dos pases de rastra. En el caso de no tener un subsolador, se realiza un pase de arado, dos de rastra, para posteriormente construir los surcos si el riego es por inundación. Para los pases de arado, es indispensable evitar el uso de arado de disco y de vertedera, ya que deterioran la estructura del suelo, se recomienda en lo posible utilizar arado de cincel.

Durante la preparación del suelo, se pueden implementar las medidas correctivas para mejorar las condiciones de fertilidad del mismo, se sugiere realizar la aplicación de enmiendas, materia orgánica o compost, y elementos poco móviles como fósforo, potasio y calcio, mismos que se pueden incorporar con el arado de cincel. Otra actividad necesaria es la nivelación del suelo, con el propósito de evitar encharcamientos y disminuir los riesgos de erosión.

En terrenos donde la pendiente es bastante pronunciada y las labores mecánicas no son posibles, la preparación del suelo se realiza generalmente de forma manual, considerando la elaboración de curvas de nivel y el mantenimiento de la vegetación de arvenses cortada para evitar los efectos de la erosión eólica e hídrica.



Figura 4.10. Plantación en lote plano.

Foto: Andrea Sotomayor



Figura 4.11. Plantación en lote con pendiente

Foto: Andrea Sotomayor

4.2.3 Distancias de plantación

Al definir la distancia de plantación para establecer el cultivo de mora, es necesario considerar varios factores como: variedad, condiciones ambientales, fertilidad del suelo, pendiente del terreno, sistema de conducción y empleo de maquinaria. Así, tenemos que la mora de Castilla es mucho más vigorosa que las moras "spur" sin semilla, por lo que requiere mayores distancias; en suelos fértiles, terrenos con pendiente, en zonas frías y húmedas se recomienda plantar a mayores distancias para reducir la incidencia de enfermedades.

El sistema de conducción a emplearse debe ser considerado para definir la distancia de plantación, así, el sistema en espaldera simple requiere menores distancias entre filas que los de espaldera doble, telégrafo o chiquero. También se debe considerar, previo al establecimiento del cultivo, si se va a emplear un tractor pequeño para mantener el suelo entre las filas o si se lo hará de forma manual y/o química.

En la tabla 4.1 se presenta con varios distanciamientos y densidades de plantación por hectárea, para que sea el productor quien las defina, tomando en cuenta la influencia de los factores indicados bajo sus condiciones particulares (Figura 4.12).

Tabla 4.1. Distancias de plantación de mora.

Tipo	Entre hileras	Entre plantas	N° plantas por hectárea	Observaciones
Rectángulo	3,00 m	2,00 m	1 666	Sitios fríos altos; húmedos
Rectángulo	2,50 m	1,50 m	2 666	Sitios secos
Rectángulo	2,80 m	1,80 m	2 000	Sitios medio húmedos
Cuadrado	2,50 m	2,50 m	2 000	Sistema chiquero

Fuente: Martínez et al., 2007

Según Calderón (2009), en México, en las variedades de poco vigor, se emplean distanciamientos de plantación que oscilan entre 1,80 a 2,40 m entre líneas (hileras) y de 50 a 70 cm entre plantas dentro de las líneas o hileras, lo que resulta en densidades de 6 000 a 11 100 plantas por hectárea (Figura 4.13). En plantaciones ya adultas, después de la producción se eliminan las cañas viejas y se permite el rebrote de las nuevas cañas a razón de entre 5 y 10 cañas por planta.



Figura 4.12. Distancia de plantación 2x3 m.

Foto: Anibal Martínez



Figura 4.13. Distancias de plantación 1,8x0,7 m.

Foto: Calderón, 2009

4.2.4 Trazado y marcación de la plantación

Una vez preparado el suelo y definidas las distancias de plantación, se procede a la delineación del lote y marcación de los sitios donde se realizarán los hoyos. La delineación se realiza con cuerdas, las que son templadas sobre el suelo con la ayuda de estacas y un flexómetro (Figura 4.14), empleando para definir las líneas principales la fórmula del triángulo

de Pitágoras (3 m lado, 4 m lado, 5 m diagonal) para formar los ángulos de 90°. En terrenos inclinados, las líneas se trazan siguiendo las curvas de nivel a fin de que el agua no erosione el suelo. Los lugares donde van las plantas se señalan con estacas o calcimina para su posterior hoyado (Figura 4.15).

Las hileras deben estar orientadas preferentemente en dirección norte - sur; con ello, la distribución de la luz solar será uniforme dentro de las hileras de plantas. Sin embargo, en áreas donde el viento puede representar un cierto riesgo, se sugiere orientar las hileras en dirección paralela a la circulación de las corrientes de aire (Calderón, 2009).



Figura 4.14. Trazado del lote.

Foto: Aníbal Martínez



Figura 4.15. Marcación de sitios para hoyado.

Foto: Aníbal Martínez

4.2.5 Levantamiento de camas

En las zonas de altas precipitaciones, a fin de mantener un buen drenaje y evitar problemas de patógenos de la raíz por posibles problemas de encharcamientos, se sugiere establecer las plantas sobre camas levantadas de 20 a 30 cm sobre la superficie del suelo y de 80 a 100 cm de ancho. Esta actividad es de suma importancia en suelos en los que el manto freático sea muy superficial (Calderón, 2009).

4.2.6 Colocación del sistema de riego

En caso de que el método de riego a utilizar sea por goteo, es conveniente hacer la instalación del sistema antes de la plantación a fin de evitar posibles problemas de sequía en la plantación. En caso de prever regar la plantación por inundación, se lo hará preferentemente por riego individual a través de coronas o por surcos, mismos que deben estar preparados antes del trazado (Calderón, 2009; Martínez *et al.*, 2007).

4.2.7 Hoyado y plantación

Si se realizó una preparación adecuada del suelo y se incorporaron las enmiendas, abonos y fertilizantes requeridos de acuerdo al análisis de suelos, las dimensiones de los hoyos para la plantación pueden ser de 20 cm de largo, ancho y profundidad, caso contrario, se deberán

hacer hoyos de al menos 30 cm, procurando que las paredes y el fondo del hoyo queden sueltos para generar un mejor desarrollo y penetración de raíces (Figura 4.16). En este momento es conveniente aplicar materia orgánica, parte del fósforo, y potasio recomendados por el análisis de suelo. Como aplicación general se puede recomendar la siguiente aplicación por hoyo: 2 a 3 kg de materia orgánica a base de compostaje, humus, bokashi, o abono animal completamente descompuesto, más 100 g de fósforo (18-46-00).



Figura 4.16. Hoyado.

Foto: Aníbal Martínez



Figura 4.17. Plantación.

Foto: Aníbal Martínez



Figura 4.18. Riego inicial.

Foto: Aníbal Martínez

La plantación puede hacerse en cualquier época del año, siempre que haya buena disponibilidad de humedad en el suelo a través del riego. Una buena época de plantación es durante el periodo de lluvias. Las plántulas que proceden de platabandas se extraen a raíz desnuda o con pan de tierra, en este caso es necesario cubrir el pan de tierra con papel periódico húmedo con el propósito que no se rompan las raíces. Si las estacas o acodos se hallan en fundas plásticas, éstos son transportados en las mismas fundas pero se eliminan al momento de colocar la planta en el hoyo al momento del trasplante (Figura 4.17). Luego de la plantación es muy importante el riego inicial para hidratar las plantas (Figura 4.18).

4.3 BIBLIOGRAFÍA

- Andujar, F.; Moya, J. 2009. Propagación vegetativa y selección de plantas madres. Universidad Earth. Costa Rica. *In* La pimienta: Su cultivo y perspectivas en la República Dominicana (en línea). República Dominicana. 138 p. Consultado 20 de jun. 2014. Disponible en: <http://www.idiaf.gov.do/publicaciones/Publications/pimienta.jica.idiaf.dominicana/html/files/assets/basic-html/page1.html>
- Baskin, C. 2003. Breaking physical dormancy in seeds – focussing on the lens. *New Phytologist* 158. p. 227–238.
- Bejarano, W. 1992. Manual de mora (*Rubus glaucus* B.). PROEXANT. Quito, Ecuador. 69 p.
- Calderón, Z. 2009. Manejo del Cultivo del Zarzamora en Producción Forzada. En: Rebollar-Alviter, A y S. Segura (Eds.). Producción de Zarzamora en el Subtrópico Mexicano. Fundación Produce Michoacán-Universidad Autónoma Chapingo. p: 15; 49-50.
- Castro R.; Gaviria, R. 1995. Propagación in vitro de especies del género *Rubus* (en línea). Universidad Católica de Oriente. Fundación de Fomento Agropecuario Buen Pastor,

- Colombia. Consultado jul. 2012. Disponible en: http://books.google.com.ec/books/about/Propagaci%C3%B3n_in_vitro_de_especies_del_g.html?id=xiJ2NAEACAAJ&redir_esc=y
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias). 2004. Propagación asexual de plantas (en línea). Colombia. 56 p. Produmedios. Consultado ago. 2013 Disponible en: <http://corpoica.org.co/Sitioweb/Archivos/Publicaciones// Propagación asexual de plantas.pdf>.
- Cubero, J. 2003. Introducción a la Mejora Vegetal. Córdoba, Argentina. 567 p.
- Delgado, L.; Uribe, M.; Marulanda, M. 2010. Estandarización de la técnica citogenética “squash” para conteo de cromosomas mitóticos en *Rubus glaucus* B. Universidad Tecnológica de Pereira. Scientia et Technica 17 (46): 74.
- Díaz, C. 2011. Categorización de la latencia de semillas de mora (*Rubus glaucus* B.) para el apoyo a programas de mejoramiento y conservación de la especie. Tesis Maestría. Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias. 69 p.
- Franco, G.; Giraldo, M. 2002. El cultivo de la mora. CORPOICA-PRONATTA. Manizales, Colombia. 81 p. ISBN 96720-0-0
- Guerrón, A.; Espinosa, E. 2013. Evaluación de estacas, tipos de auxinas y dosis para el enraizamiento y producción de plantas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.). Tumbaco, Pichincha. Tesis Ing. Agropecuario. Ibarra, Ecuador, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte. 118 p.
- Hartmann, H.; Kester, D. 1998. Propagación de plantas principios y prácticas, 5 reimp. México DF., México, Editorial Continental. 760 p.
- Jácome, R. 2010. Estudio de la línea base de la cadena productiva de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en las provincias de Bolívar, Cotopaxi y Tungurahua. Tesis Ing. Agr. Guaranda, Ecuador, Universidad Estatal de Bolívar, Escuela de Ingeniería Agronómica. 148 p.
- Lira, R. 2007. Fisiología Vegetal. México DF., México, Ed.Latino. 150 p.
- Lucero, M. 1988. Evaluación de tipos de acodos y substratos de enraizamiento en la mora de Castilla *Rubus glaucus*. Tesis Ing.Agr. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. p. 63- 64.
- Marmolejo, D. 2010. Evaluación de Apomixis en germoplasma seleccionado de mora de Castilla *Rubus glaucus* B. Tesis Maestría. Palmira, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 81 p.
- Martínez, A.; Beltrán O.; Velastegui, G.; Ayala, G.; Jácome, R.; Yáñez, W.; Luciano, E. 2007. Manual del cultivo de la mora de Castilla. 1 ed. Convenio INIAP – UTA. Ambato, Ecuador. 16 p.
- Ortiz, J.; Pessino, S.; Quarín, C. 2004. Manipulación de la apomixis y su aplicación en la agricultura. Echenique V. Rubinstein C., Mrogisnki L. (eds.). *Biotecnología y Mejoramiento Vegetal*. Buenos Aires, Argentina, INTA. p. 283-292.

- Pedroza, M.; Montes, M. 2008. El cultivo de *Hypericum* tiene seguidores (en línea). Consultado oct. 2014. Disponible en: <http://www.revista.Udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/300>
- Pessino, S.; Ortiz, P.; Echanique, V.; Gonzales, A.; Seijo, G. 2008. Apomixis: una herramienta poderosa para el mejoramiento. *Agromensajes*, 44:5-8.
- Ruiz, H.; Mesen, F. 2010. Efecto del ácido indolbutírico y tipo de estaquilla en el enraizamiento de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) (en línea). Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. ISSN: 0377-9424. Consultado ago. 2013. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037794242010000200011&lng=en&nrm=iso
- Suzuki, W. 1993. Germination of *Rubus palmatus* var. *coptophyllus* and *R. microphyllus* seeds buried in soil for 7.5 years. Short Communication. *Ecological Research* 8: 107-110.
- Wohlermann, C. 1989. Manual práctico para el cultivo de mora de Castilla. ANDE. Quito, Ecuador. 40 p.
- Zasada, J.; Tappeiner, J. 2003. *Rubus* L. blackberry, raspberry. Rosaceae Rose family. Washington, Estados Unidos, Ed. USDA. 23 p.