

Manejo Tecnológico del Cultivo de Mora



Asohofrucol

Asociación Hortífrutícola de Colombia
Administradora del Fondo Nacional
de Fomento Hortífrutícola



FONDO NACIONAL DE
FOMENTO HORTÍFRUTÍCOLA



Manejo Tecnológico del Cultivo de Moras



UDEC
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA



Convenio No. 57 entre el SENA y Asohofrucol

CULTIVO TECNOLÓGICO DE MORA

Asohofrucol

ÁLVARO ERNESTO PALACIOS PELÁEZ
Gerente

Equipo Técnico:

Directora del Proyecto:
Martha Lucía Orozco Agudelo

Coordinadora:
Katherine Peñuela Romero

Autores:
Jesús Zuleta Ospina
Ingeniero Agrónomo
Magíster en Ciencias Agrarias

Jairo Ríos López
Ingeniero Agrónomo
Especialista en Mecanización Agrícola
Doctor en Ciencias Agrícolas

Hernán Darío Vásquez
Ingeniero Agrónomo
Especialista Internacional en Fruticultura
Magíster en Ciencias Agrarias en Fitomejoramiento

Edición y revisión
Nelcy Ramos Delgado

Auxiliar Administrativa
Nancy Castaño P.

Fotografías:
Asohofrucol
Carlos Alberto Gómez

Impresión:
Carlos Alberto Gómez
Dinámica Corporativa y Organizacional

SENA

ALFONSO PRADA GIL
Director General

JUAN MANUEL VALDÉS BARCHA
*Director del Sistema Nacional
para el Trabajo*

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
– Dirección General Calle 57 No. 8-69,
Bogotá D.C.
PBX (57 1) 5461500
Línea gratuita de atención al ciudadano
Bogotá 5925555
Resto del país 018000 910270

Asohofrucol
Cra 10 No. 19 – 45 Piso 9
Teléfonos: (57 – 1) 2810411 -0113 – 0116
E – mail: contactenos@asohofrucol.com.co
Twitter @Asohofrucol
Facebook.com/Asohofrucol
YOUTUBE AsohofrucolFNFH
Bogotá D.C.

*Agradecimientos a la Universidad
Nacional de Colombia, sede Palmira
por su importante apoyo.*

Primera edición: mayo de 2016

Derechos Reservados
Prohibida su reproducción total o parcial sin
Autorización de Asohofrucol - SENA



Índice

PRESENTACIÓN	6
1. RESUMEN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS E EL DIPLOMADO DE MORA	7
1.1. Introducción	7
1.2. Chequeo ambiental	7
1.2.1. <i>Demanda ambiental del cultivo de mora</i>	8
1.2.2. <i>Genética</i>	8
1.2.3. <i>Requerimientos hídricos del cultivo de mora</i>	9
1.2.4. <i>Tiempo de riego</i>	11
1.2.5. <i>Manejo del agua en épocas críticas</i>	11
1.2.6. <i>Conductividad eléctrica (CE)</i>	11
1.4. Podas y toturado	19
1.4.1. <i>Podas</i>	19
1.4.2. <i>Tutorado</i>	24
1.5. Manejo integrado de enfermedades	26
1.5.1. <i>Manejo integrado de enfermedades en el cultivo de mora, basado en un protocolo de inocuidad.</i>	26
1.5.2. <i>Manejo integrado de plagas en el cultivo de mora, basado en un protocolo de inocuidad.</i>	30
2. MANEJO DE POSCOSECHA Y TRANSFORMACIÓN PRIMARIA EN LA MORA	36
2.1. Introducción	36
2.2. Poscosecha	37
2.3. Precosecha	37
2.4. Cosecha	38
2.5. Madurez	38
2.6. Poscosecha	39
2.7. Etapas del proceso de poscosecha	39
2.7.1. <i>Manipulación</i>	39
2.7.2. <i>Selección</i>	40
2.7.3. <i>Clasificación</i>	40
2.7.4. <i>Empaque y embalaje</i>	40
2.7.5. <i>Transporte</i>	40
2.7.6. <i>Almacenamiento</i>	40
2.8. Microorganismos que afectan la fruta en poscosecha	41
2.9. Transformación primaria	41
2.9.1. <i>Pre-enfriamiento</i>	41
2.9.2. <i>Enfriamiento</i>	41
2.9.3. <i>Congelación</i>	41
2.9.4. <i>Elaboración de pulpas</i>	41
2.9.5. <i>Ultracongelación</i>	41
3. MÓDULO: REPRODUCCIÓN Y MULTIPLICACIÓN DE LA MORA	42
3.1. Conocimientos fundamentales que se debe tener en cuenta en la reproducción y propagación de las plantas	43
3.1.1. <i>Primeros organismos unicelulares</i>	43
3.2. Ciclos biológicos en la reproducción de plantas	43
3.2.1. <i>En el ciclo sexual</i>	43
3.2.2. <i>En el ciclo asexual</i>	44



Índice

3.3. Diferencias comparativas entre los dos tipos de reproducción	44
3.3.1. Reproducción sexual	44
3.3.2. Reproducción asexual	44
3.3. Diferencias comparativas entre los dos tipos de reproducción	44
3.3.1. Reproducción sexual	44
3.3.2. Reproducción asexual	44
3.4. Las tres grandes áreas del conocimiento	45
3.4.1. El conocimiento científico de la propagación	45
3.4.2. Origen y distribución de las células meristemáticas en las plantas	46
3.4.3. Reproducción clonal	46
3.4.4. Embrionía nucelar	47
3.4.5. Las quimeras	47
3.4.6. La propagación vegetativa inducida por medio de estacas	48
3.4.7. Selección del material para la multiplicación vegetativa en mora	49
4. MANEJO VEGETAL EN EL CULTIVO DE MORA	53
4.1. El agua y sus funciones en la planta	54
4.1.1. <i>Constituyente</i>	54
4.1.2. <i>Solvente</i>	55
4.1.3. <i>Reactante</i>	55
4.1.4. <i>Mantenimiento de la turgencia</i>	55
4.2. Acidez intercambiable	55
4.2.1. Criterios generales para considerar el aluminio como problema	57
4.3. Enmiendas orgánicas de suelo	58
4.3.1. Importancia de la materia orgánica	58
4.4. Funciones de los nutrientes	60
4.4.1. Funciones del silicio en la protección de las plantas	61
4.4.2. Herramientas para la toma de decisiones	63
Índice de tablas, gráficos y figuras	69



Presentación:

Este material fue diseñado en el marco del Convenio No. 57 entre el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y la Asociación Hortifrutícola de Colombia – ASOHOFRUCOL-, quien es también ejecutor de la iniciativa dentro del “Programa de Formación Continua Especializada”. Para el desarrollo de este Diplomado se contó con la participación y apoyo de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira a quien damos agradecimientos por su esfuerzo y compromiso con la formación de los profesionales del sector agropecuario.

El objetivo principal del proyecto es fortalecer, actualizar y profundizar conocimientos y competencias laborales de asistentes técnicos del nivel táctico de ASOHOFRUCOL en la línea productiva de la mora, a través de procesos de formación continua especializada, enfocados a proporcionar herramientas tecnológicas y de desempeño práctico en el cultivo, necesarios para intervenir efectivamente en las regiones identificadas por su vocación productiva a nivel nacional y en los mercados que se vislumbran para el cultivo de mora en el mercado interno y externo.

El propósito de este cuadernillo es ser útil como material de formación, para transferir conocimientos y herramientas tecnológicas necesarias, en cada uno de los componentes productivos del cultivo mora a los Asistentes Técnicos. Así como, formar y fomentar talento humano competente en la línea productiva de mora y empoderar a los asistentes técnicos de nuevas tecnologías con una visión técnica y empresarial de la actividad agrícola.





1. RESUMEN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN EL DIPLOMADO DE MORA

Por: **Jesús Zuleta Ospina.**
Ingeniero Agrónomo
M.Sc en Ciencias Agrarias

1.1. INTRODUCCIÓN

Las temáticas orientadas en el marco del Diplomado de Manejo Integrado del Cultivo de la Mora con facilitadores técnicos de Asohofrucol de los departamentos de Antioquia, Santander, Norte de Santander, Boyacá, Cundinamarca, Nariño, Valle del Cauca, Risaralda y Caldas, y dando respuesta al objetivo de contribuir al desarrollo y transferencia de nuevos conocimientos, además de formar asistentes técnicos en competencias laborales en la línea productiva de mora, a través de procesos de formación especializada, enfocados a proporcionar herramientas tecnológicas y de desempeño práctico en el cultivo, necesarios para intervenir efectivamente en las principales regiones con vocación productiva y en los mercados internos y externos que están directamente relacionados con factores determinantes para su buen desarrollo y productividad, los cuales veremos a lo largo de este capítulo en sus diferentes aspectos.

1.2. CHEQUEO AMBIENTAL

Esta temática ha estado orientada hacia la identificación de la oferta ambiental en cada una de las zonas de trabajo de los diferentes facilitadores de Asohofrucol y su relación con la demanda ambiental o requerimientos del cultivo de mora. Se ha propiciado que tanto los elementos del clima, como las características físicas, químicas y biológicas del suelo, sean analizados y tenidos en cuenta al momento de iniciar nuevos establecimientos del cultivo de mora. Se ha hecho énfasis especialmente en los elementos climáticos precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar, altura sobre el nivel del mar y vientos y su distribución a lo largo de cada ciclo productivo, estos elementos junto con las características físicas, químicas y biológicas del suelo, permiten la realización del diseño espacial del cultivo y ajustar el nivel tecnológico que se requiere para asegurar éxito en el desarrollo del sistema productivo.



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

1.2.1. Demanda ambiental del cultivo de mora

Los requerimientos agroecológicos para el cultivo de mora son:

Franja entre los 1.800 y 2.800 msnm, humedad relativa entre el 70% y 80%, suelos francos ricos en materia orgánica del 10% al 15%, temperatura entre los 13°C y 19°C, precipitación entre los 1.500 y 2.500 mm / año, con buena distribución, no resiste vientos fuertes, requiere entre 1.200 y 1.600 horas luz año, estructura blocosa y/o granular, pH 5,8 a 6,8, profundidad efectiva de 60 cm.

En términos generales la oferta ambiental, está dada por las condiciones climáticas y características físico químicas y biológicas del suelo.

La producción agrícola es un componente muy importante en la producción agrícola, pues esta está en función de la calidad de la semilla (genética) las condiciones edafoclimáticas de la zona y el plan de manejo (MIC).

Producción agrícola = genética + oferta ambiental + manejo



Materiales élite de mora

1.2.2. Genética

La identificación de características que debe tener una planta como material élite, se debe hacer entre los actores de la cadena, el grupo debe estar conformado como mínimo, por productores, transformadores y comercializadores, cada uno de los integrantes de la cadena tiene intereses diferentes en cuanto a la calidad de la planta, los criterios identificados según *CIAT, 2010*, se muestran en la tabla 1.

También se ha avanzado en el cálculo del balance hídrico, herramienta indispensable para la implementación de sistemas de riego y en aplicación de la metodología de García y López, modificada por Jaramillo, 2005. Hoy en el eje cafetero se cuenta con el requerimiento hídrico para el cultivo de mora, el cual se ajusta para cada una de las etapas de desarrollo, la recomendación es implementar sistemas de riego por goteo, con goteros autocompensados y antidrenantes, con la finalidad de hacer uso eficiente y ahorro del agua, recurso que en ciertas épocas del año es escaso y cada vez tiende a ser más importante debido a la variabilidad climática como consecuencia del cambio climático.

Tabla 1. Criterios de selección de materiales élite de mora mediante investigación participativa.

CRITERIO	CATEGORÍA	RAZÓN
Producción	Mayor de 25 toneladas	Incidencia sobre los costos unitarios.
Grados Brix	7.5 – 8.0	Procesamiento agroindustrial.
Perecibilidad	Baja	Vida útil del producto.
Tamaño del fruto	Grande	Requerimiento para mercado fresco.
Rendimiento de la pulpa	Mayor del 60%	Procesamiento agroindustrial.
Emisión de ramas basales	Alto	Mantenimiento de la producción a través del tiempo.
Resistencia y/o tolerancia a enfermedades (mildew, moho gris y antracnosis)	Buena	Incide sobre los rendimientos y costos de producción.
Tipos de ramas	Productivas	Incide sobre los rendimientos y costos de producción.

Fuente: CIAT, 2010.

La unidad productiva debe tener un punto de agua que cumpla con los requerimientos de inocuidad, para lo cual es necesario tener el análisis físico químico y microbiológico, al menos cada año.

1.2.3. Requerimientos hídricos del cultivo de mora

Según *Ramírez y Raj, 2008*, el coeficiente de cosecha o de cultivo para frutales perennes con crecimiento todo el año K_c es de 0.75 a 0.80.

El requerimiento hídrico del cultivo de la mora, según la metodología de *García y López, modificada por Jaramillo, 2005*, sería:

$ETP \text{ mm/día} = 1.22 * 10n [1 - 0.01 * HR] + 0.2 * T - 1.80$, en donde:

$$n = 7.45 * T / 234.7 + T$$

HR = Humedad relativa

T = Temperatura media

Evapotranspiración potencial (ETP) = 5.16 mm/día

Evapotranspiración corregida (Etc) = $ETP * K_c$, reemplazando Etc = $5,16 * 0,8 = 4,13$

Utilizando un sistema de riego por goteo con eficiencia del 90%, el requerimiento hídrico, sería: $(RH) = 4,128 * 100 / 90 = 4,6 \text{ mm/día} = 4.6 \text{ litros/m}^2/\text{día}$.

Para determinar la cantidad de agua que la planta requiere, se debe tener en cuenta la etapa de desarrollo y el contenido de humedad del suelo

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

El área de riego de la planta está relacionada con el área de distribución del sistema radicular, donde:

$$A = \pi * R^2$$

A = área

$$\pi = 3.1416$$

R = radio de la planta, distancia que hay entre la base del tallo y la gotera de la planta, o hasta donde se desplaza la zona de absorción radicular.

También se puede hacer el cálculo mediante la siguiente fórmula donde;

A: fracción de área sombreada, en m²

D: diámetro de la copa del árbol, en m

Ep: espaciamiento entre plantas, en m

Eh: espaciamiento entre hileras de plantas, en m

$$A = \frac{\pi * D^2}{4 * Ep * Eh}$$

Tabla 2. Coeficiente de desarrollo Kc para el cultivo de la mora en tres etapas de desarrollo.

Kc inicial	Kc mitad	Kc final
0.4	0.85	0.75

Fuente: Allen et al, 1999, citado por Ramírez y Raj, 2008.

1.2.3.1. Riego: la cantidad de agua (riego) que se debe aplicar por planta, está en función del requerimiento hídrico (RH) en mm/día o en litros/m²/día, por el área o bulbo de humedecimiento de la planta de acuerdo con la etapa de desarrollo y la humedad del suelo.

$$\text{Riego} = (\text{RH} * \text{Área}) * \% \text{ humedad del suelo.}$$

Para término de facilitar el cálculo de humedad del suelo, se propone trabajar con la prueba del puño, que consiste en asir un poco de suelo, presionarlo con la palma de la mano y observar lo siguiente:

- ❖ Si al presionar el suelo, salen gotas de agua por las ranuras de los dedos, se dice que el suelo está saturado, por lo cual en vez de aplicar agua, hay que drenarla y aplicar vía foliar productos antiestresantes.
- ❖ Si al presionar el suelo, se alcanza a observar por la ranura de los dedos humedecimiento y al devolver la mano este conserva la forma, se dice que el suelo está a capacidad de campo.
- ❖ Si al presionar el suelo, no se observa por la ranura de los dedos humedad alguna y al devolver la mano, el suelo trata de conservar la forma pero se desmorona, se debe aplicar el 50% del requerimiento hídrico.
- ❖ Si al presionar el suelo, no se observa por la ranura de los dedos humedad alguna y al devolver la mano, el suelo no conserva forma alguna, sino que se desmorona, se debe aplicar el 100% del requerimiento hídrico.



1.2.4. Tiempo de riego

cantidad de horas o minutos que el sistema de riego debe estar funcionando para suministrar el agua requerida por la planta de acuerdo con la etapa de desarrollo del cultivo y a las condiciones de humedad del suelo.

$TR = (LR/Q) * 60$, donde:

TR: tiempo de riego, en minutos.

LR: lámina de riego por planta, en litros.

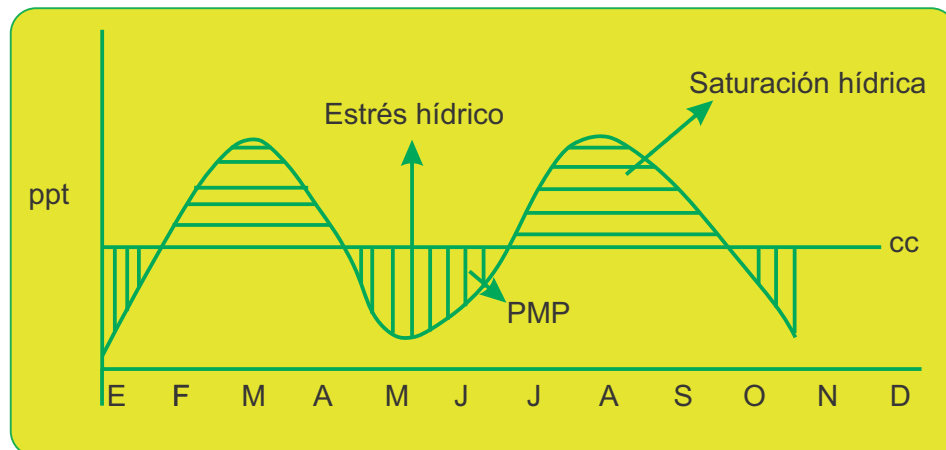
Q: caudal medio del emisor (goteros), en litros por hora.

1.2.5. Manejo del agua en épocas críticas

Tabla 3. Manejo del agua en épocas secas y épocas húmedas

Uso de hidroretenedores y bioestimulantes para épocas secas		Uso de activadores fotosintéticos para épocas húmedas	
Productos	Dosis/caneca de 200 l	Productos	Dosis/caneca de 200 l
Biosol New (Kg)	1,6	Agrispon, Stimulagro, Siapton, Stimplex, Messenger.	200 cc
Nitrato de potasio (Kg)	1,6	Fertilizantes a base de fosfitos (Nutri Phite, Agrifos, Foscrop, Acua Phite, Cera Quin)	400 cc
Terra Sorb, Stimplex, Aminoagro (l)	0,5		

Gráfico 1. Distribución del agua a través del tiempo



1.2.6. Conductividad eléctrica (CE)

Una de las variables poco estudiadas y que no se tiene en cuenta es la conductividad eléctrica (CE), la cual afecta severamente el desarrollo y rendimiento del cultivo. Para el facilitador técnico de Asohofrucol es indispensable contar con los equipos necesarios para mejorar el concepto de asistencia técnica o acompañamiento técnico, que le facilite el trabajo de campo y que pueda generar recomendaciones precisas, que incrementen la calidad del servicio en aspectos tecnológicos.

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

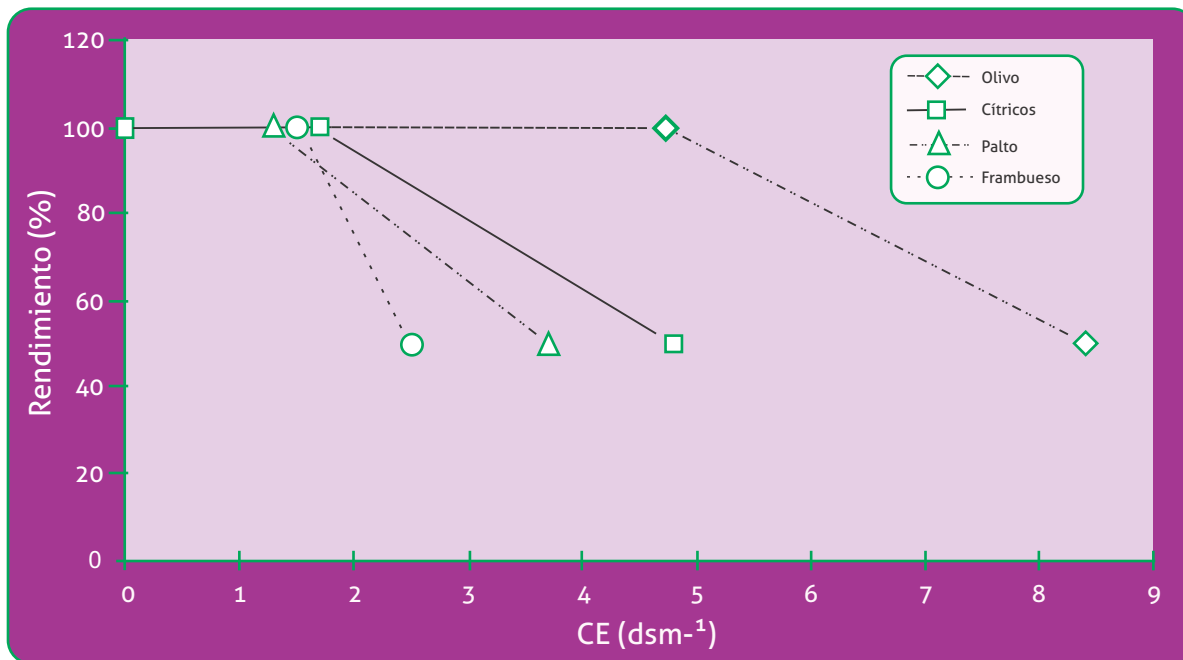


1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

Conociendo que la evapotranspiración remueve solamente agua hacia la atmósfera, dejando sales en el suelo y concentrando la solución remanente, es necesario considerar una fracción de la lámina de riego para lavado de las mismas y alejarlas de la zona de raíces, antes de aplicar nuevamente fertilizantes.

El valor de la conductividad eléctrica (CE) es un indicador de salinidad del suelo, en función al valor del mismo, dependerá la tolerancia de los cultivos a las sales, para el caso de la mora la tolerancia es de 1.5 ds/m, según *Fernández, 2008*.

Gráfico 2. Disminución porcentual de rendimiento frente al aumento en la CE de la disolución del suelo en diferentes especies de frutales.



1.3. MANEJO INTEGRADO DEL SUELO

El suelo es un sistema vivo donde intervienen una serie de relaciones que permiten que las plantas se desarrollen, sirviendo además de sostén físico y nutricional a estas.

Este módulo estuvo relacionado con prácticas de conservación de suelos y técnicas de bioremediación, dado que los productores cultivan frutas, hortalizas, pastos, entre otras, pero no se preocupan por cultivar el suelo, estructura donde se desarrollan actividades económicas especialmente del sector agropecuario.

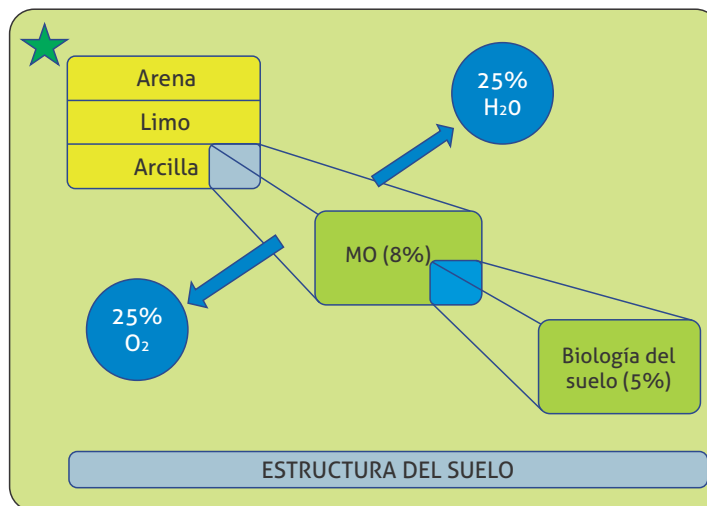


Figura 1. Estructura del suelo.

El suelo es un sistema vivo y está compuesto por los agregados arena, limo y arcilla, su relación porcentual de estos da la textura y la forma como se cohesionan genera la estructura, además debe haber una relación de agua oxígeno, un contenido de materia orgánica y una fracción



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

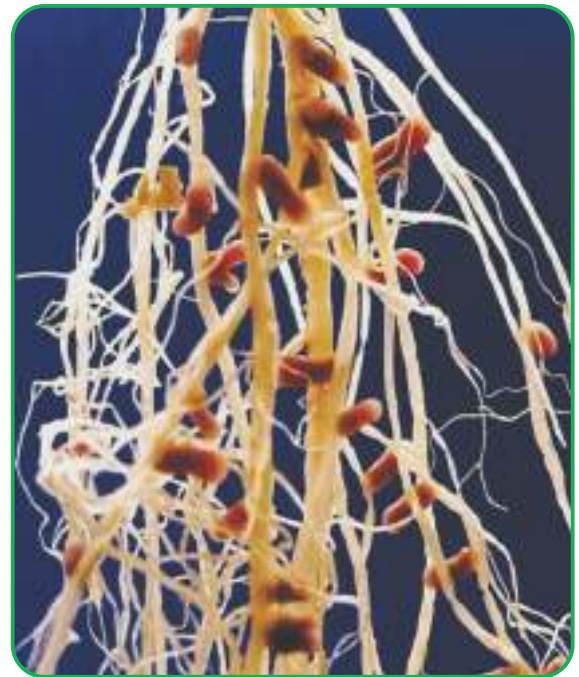
importantes de biología del suelo, que se encarga de realizar intercambio de nutrientes en los diferentes horizontes del suelo, fijación de nitrógeno atmosférico, solubilización de algunos nutrientes y transformar los residuos vegetales y animales producto de la fotosíntesis.

El suelo es un sistema que contiene organismos vivos encargados de ejecutar cambios bioquímicos de importancia fundamental en la génesis y morfología de los suelos.

El suelo actúa como reserva adecuada de elementos nutritivos disponibles para la planta, y debe contener una población microbiana que libere nutrientes que permitan un buen desarrollo vegetal.

Se presentó el informe *IDEAM, 2013*, que habla de la vocación de uso del suelo, donde se dice que el 40% es de vocación forestal, 26% agrícola, 13% ganadería y 13% agroforestal, de ahí

la importancia de evaluar mediante chequeo ambiental las características de las diferentes zonas de trabajo. Por la mala zonificación agroecológica, Colombia hoy presenta un fenómeno de erosión que compromete el 62.06% del territorio nacional que va desde erosión baja a muy severa. En cuanto a desertificación también es importante anotar que el 32% del suelo tiene problemas y va desde baja a muy alta.



Simbiosis mutualista

*Tabla 4.
Condiciones
de la cuenca
Magdalena – Cauca.*

VARIABLE	MAGNITUD
Clima	34.16% Pisos térmicos cálidos
	48.09% Índice de humedad húmedo (IGAC, 2003)
Oferta hídrica	Año medio: 502.610 millones de m ³
	Año seco: 139.350 millones de m ³ (IDEAM, 2010)
Drenajes de suelos	Inceptisoles 48.03%
	Entisoles 34.36%
	Axisoles 10.14% (IGAC, 2003)
Drenajes	37% excesivamente drenados
	14.36 bien drenados (IGAC, 2002)
Fertilidad	- Alta 6.5%
	- Moderada 44.9%
	- Baja 41.5%
Variación de uso	40% forestal
	26.5% agrícola
	13.5% ganadería
	13% agroforestal (IGAC, 2002b)
Erosión	Muy Severa 1.27%
	Severa 4.07%
	Moderada 25.15%
	Baja 30.57% (IGAC, 2003)
Desertificación	Sin desertificación 68%
	Muy alta 0%
	Alta 9%
	Moderada 7%
	Baja 8% (IDEAM, 2006)

Fuente: IDEAM, 2013.

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

Se analizó el concepto de factor topográfico y su relación con el cultivo de la mora, criterio importante de entender, para implementar prácticas de conservación de suelos, especialmente en zonas de ladera, donde se deben establecer barreras antierosivas y barreras vivas para evitar el arrastre del suelo por aguas de escorrentía y el desplazamiento del suelo por saturación hídrica a falta de anclaje por sistemas radiculares pivotantes que amarren los diferentes horizontes del suelo.

Se presentó la tabla de espaciamiento de barreras antierosivas y vivas con relación al factor topográfico y se determinó la forma de interpretación de la misma, para convertir el cultivo de la mora en modelos agroforestales.

Tabla 5. Espaciamiento entre barreras antierosivas y barreras vivas según factor topográfico.

Pendiente del terreno	Cultivos transitorios	Cultivos permanentes	Sistemas agroforestales	Ganadería en pastoreo rotacional
5	20	40	-	50
10	15	30	-	45
15	10	20	-	35
20	9	18	40	30
25	8	16	35	25
30	7	14	30	20
40		12	25	15
50		10	20	10
60		8	15	
> 60			10	

Fuente: Elaboración propia

1.3.1. Biología del suelo

En la práctica se dio a conocer la metodología de la prueba de respiración de microorganismos, para evaluar la vida microbiana del suelo.

Esta consiste en tomar 50 g de suelo en una caja petri, llevarlos a capacidad de campo, adicionar 30 gotas de peróxido de oxígeno y observar la reacción, la cual se puede calificar como alta, media, baja y ninguna actividad biológica, dependiendo de los resultados se toma la decisión de repoblar o no de vida microbiana un suelo.



Prueba de respiración de microorganismos del suelo

El uso de coberturas vivas del suelo cuando hay mezcla con leguminosas, promueve la fijación de nitrógeno atmosférico, protege el suelo de procesos erosivos hídricos, eólicos y defiende la microbiología del suelo de los rayos UV y crea condiciones favorables para esta.

Las funciones que tiene el manejo de coberturas verdes, son:

- ❖ Control de arvenses agresivas.
- ❖ Reducir la necesidad de herbicidas.
- ❖ Mantener la humedad del suelo.
- ❖ Disminuir variaciones de temperatura en el suelo.



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

- ❖ Fijar Nitrógeno atmosférico.
- ❖ Contribuir al incremento de la vida del suelo.
- ❖ Favorecer la infiltración de agua en el suelo.
- ❖ Mejorar la estructura del suelo.
- ❖ Mantener y elevar el contenido de materia orgánica en el suelo..
- ❖ Adicionar y reciclar nutrientes.
- ❖ Disminuir la lixiviación de nutrientes.
- ❖ Reducir la incidencia de plagas y enfermedades.
- ❖ Mejorar el rendimiento de los cultivos que le siguen en rotación.

Tabla 6. Fijación de nitrógeno y rendimiento esperado de materia verde con diferentes especies de leguminosas.

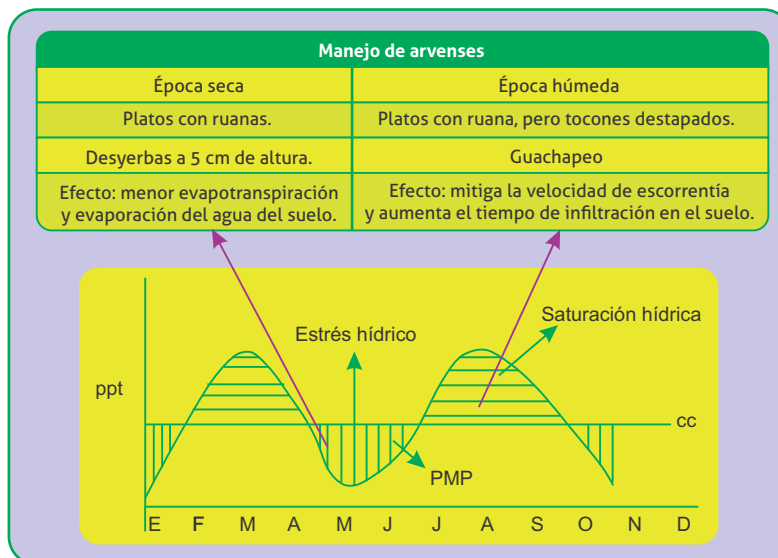
ESPECIE	FIJACIÓN DE NITRÓGENO	DENSIDAD DE SIEMBRA	RENDIMIENTO ESPERADO DE MATERIA VERDE
	Kg/ha/año	Kg/ha	T/ha
Crotalaria	150 - 165	20 - 50	20 - 40
Canavalia	80 - 240	60 - 100	40 - 50
Caupi	70 - 120	50 - 100	20 - 30
Vicia	110 - 284	40 - 80	40 - 50
Guandul	41 - 90	15 - 30	20 - 50

Fuente: CARDER, 2010.

1.3.2. Manejo de arvenses

Las recomendaciones generales para el manejo de arvenses que se usan como coberturas vivas, dependiendo de las condiciones temporales del momento, tanto para época seca, como para época húmeda, se muestran en el gráfico 3.

Gráfico 3. Manejo de arvenses con relación a épocas secas y épocas húmedas.



Manejo de coberturas en el cultivo de mora.

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

1.3.3. Suelos supresivos

esta relación se da cuando se provee un ambiente en el cual el patógeno no causa daño o causa muy poco, aun cuando el patógeno y el hospedero susceptible están presentes, los cuales se pueden observar en la tabla 7.

Tabla 7. Densidades y biomasa de organismos que colonizan un suelo saludable.

Organismo	Número /ha	Kg/ha
Bacterias	$2,0 \times 10^{18}$	2.914
Actinomicetos	$5,0 \times 10^{16}$	1.457
Hongos	$5,0 \times 10^{14}$	2.914
Algas	$9,8 \times 10^8$	101
Protozoarios	$5,0 \times 10^{12}$	101
Nemátodos	$1,9 \times 10^8$	50
Artrópodos	$2,0 \times 10^7$	930
Gusanos	$9,8 \times 10^4$	499

Fuente: VII Simposio de la Floricultura, Asocolflores, Rionegro, 2004.

Para lograr suelos supresivos se requiere de los siguientes pasos:

- ❖ Realizar vacío ecológico según análisis microbiológico.
- ❖ Uso de materia orgánica bien compostada.
- ❖ Inoculación de microorganismos durante todo el proceso productivo, incluyendo desde el área de propagación, integrando antagonistas, entomopatógenos, solubilizadores de fósforo, micorrizas y fijadores de nitrógeno por simbiosis o por vía libre.
- ❖ Alelopatía positiva mediante el uso de extractos vegetales.
- ❖ Uso de rocas naturales.

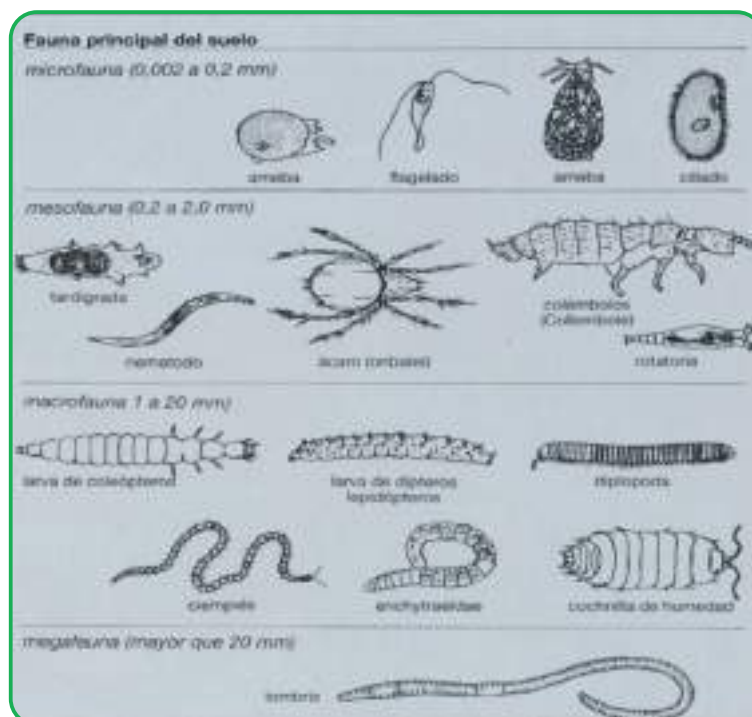


Figura 2. Fauna principal del suelo.



Las bacterias solubilizadoras de fósforo como *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus subtilis* mediante la producción de ácidos orgánicos, liberan el fósforo inmovilizado en el suelo, estas se localizan en la zona de la rizósfera donde se reproducen abundantemente, asimilando el elemento, haciendo soluble una gran porción y liberándolo en cantidades superiores a sus propias demandas nutricionales. El principal mecanismo microbiológico de solubilización de fósforo por parte de las *Pseudomonas sp* es la producción de ácidos orgánicos e inorgánicos, que disuelven el fósforo fijo en el suelo, aumentando la disponibilidad del elemento para las plantas, convirtiendo a través de estos ácidos el $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ a fosfatos di y monobásicos.

Por otra parte, mediante la acción de enzimas fosfatasas se rompen enlaces ésteres que unen a la estructura de la materia orgánica los aniones fosfatos, liberándolos también. Además producen fitohormonas como ácido indolacético, que estimula el desarrollo de las plantas. Como resultado de la utilización de bacterias solubilizadoras se moviliza el fósforo en el suelo, tomando los fosfatos insolubles a formas solubles en el área radical y disminuye las necesidades de la fertilización fosfórica.

Conociendo que el 78% de la atmósfera es N_2 , la fijación del N_2 se puede dar por dos vías:

a. Simbiótica: mediante bacterias nitrificantes tipo *Rhizobium sp* y *Bradyrhizobium sp* asociadas a leguminosas y no leguminosas.

b. No simbiótica: esta se da mediante bacterias tipo *Azotobacter sp*, *Azospirillum sp*, Actinomicetos, algas verde azuladas y lluvia.

Los microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico además sintetizan sustancias metabólicamente activas como las giberelinas, citoquininas, auxinas derivadas del ácido indol acético, aminoácidos y antibióticos fungistáticos que protegen de invasores radicales patógenos. Estas sustancias estimulan el enraizamiento de las plantas, mejorando a su vez otras variables productivas como su desarrollo precoz, reduce el aborto floral, promueve la fructificación temprana e incrementa los rendimientos productivos del cultivo.

El agua es el medio de transporte de nutrientes desde el suelo hacia la planta ya que actúa como disolvente de los mismos. La lluvia aporta cantidades de nitrógeno amoniacal y nítricos presentes en la atmósfera, por ejemplo: 1 litro de lluvia aporta 2 mg de nitrógeno amoniacal y 0.7 mm en forma nítrica (Ramírez y Raj, 2008).

La Bioremediación, es el uso de plantas para la remoción de contaminantes de suelo y aguas, es una técnica apropiada para la remoción de metales pesados y radionúcleos. Es una alternativa saludable y consiste en el uso de microorganismos como plantas, hongos, bacterias para neutralizar sustancias tóxicas, transformándolas en sustancias menos tóxicas o convirtiéndolas en inocuas para el ambiente y la salud humana, también puede clasificarse de acuerdo al organismo que efectúe la degradación del compuesto xenobiótico.

Sin embargo, no se conoce sobre la habilidad de la bioremedación en el tratamiento de suelos con contaminantes orgánicos persistentes, un ejemplo lo constituye la especie *Thlaspi caurulencens* en suelos contaminados con zinc y cadmio donde se encontró que los eliminaba del suelo agrícola.



1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

Así mismo, existen animales que actúan como agentes descontaminantes, ya que pueden desarrollarse en medios con fuerte toxicidad y poseen en su interior microorganismo capaces de retener metales pesados; tal es el caso de la lombriz de tierra *Lumbricus terrestris* la cuál absorbe los contaminantes a través de los tejidos y los acumula en las vías digestivas.

Las bacterias son las más empleadas en el proceso de bioremediación, aunque también se han empleado otros microorganismos como hongos, algas, cianobacterias y actinomicetos para la degradación de compuestos tóxicos en el suelo.

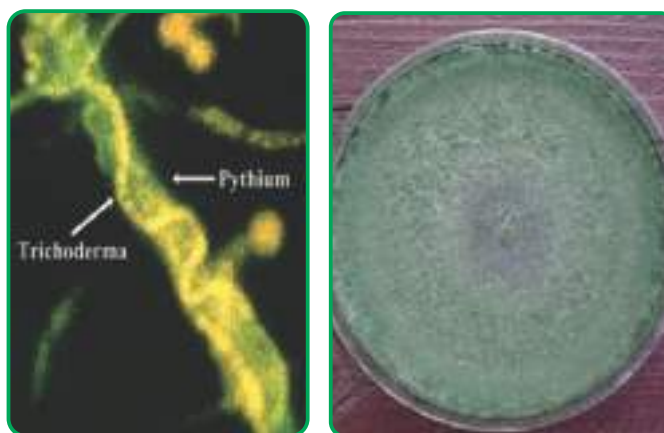
1.3.3.1. Microorganismos degradadores y detoxificadores del suelo

- ❖ *Bacillus cereus*
- ❖ *Bacillus sphaericus*
- ❖ *Bacillus fusiformis*
- ❖ *Bacillus pumilis*
- ❖ *Bacillus thuringiensis*
- ❖ *Acinetobacter junii*, y *Pseudomonas*
- ❖ *Rhodococcus*
- ❖ *Pseudomonas*
- ❖ *Corynebacterium simplex*
- ❖ *Agrobacterium tumefaciens*
- ❖ *Pseudomona putida*
- ❖ *Acinetobacter sp* y *Nocardiodes sp.*
- ❖ *Pseudomonas fluorescens*
- ❖ *Flavobacterium*
- ❖ *Burkholderia cepacia*
- ❖ *Mycobacterium austroafricanum*
- ❖ *Acinetobacter baumannii*
- ❖ *Sphingomonas yanoikuyae*, y *Sphingomonas paucimobilis*

1.3.3.2. Microorganismos antagonistas

Trichoderma sp.: es un hongo saprófito, antagonista de patógenos vegetales que se encuentra presente en la mayoría de los suelos. Activa el crecimiento radicular de las plantas, es capaz de colonizar y crecer en las raíces a medida que éstas se desarrollan y aumenta la resistencia del cultivo frente al ataque de posibles patógenos.

El uso de *Trichoderma*, es fácil, pues puede añadirse directamente a las semillas o al suelo, semilleros, trasplantes, bandejas y plantas, emplean-



Antagonismo de *Trichoderma sp.* sobre *Pythium sp.*



do cualquier método convencional. El producto tiene excelentes propiedades para el control biológico, siendo especialmente efectivo contra *Rhizoctonia spp*, *Fusarium spp*, *Pythium spp*, *Botrytis spp*, *Alternaria spp*, *Phytophthora spp*, *Rosellinia spp*, *Armillaria spp* y *Sclerotium spp*, entre otras.

Los suelos permanentemente están siendo sometidos a descargas de sales y rocas minerales sin ningún control y esto viene generando problemas de inocuidad alimentaria, especialmente por concentraciones de metales pesados por encima de la norma según ICONTEC, FAO-OMS y norma EU. Los principales aportantes de metales pesados están representados por aplicación de Carbamatos, organofosforados, algunos compostajes y rocas minerales, como se puede observar en la tabla 8.

Tabla 8. Análisis de metales pesados en muestras de enmiendas minerales y agroquímicos.

Producto	Pb	Cd	Ni	Co	Mn	Zn	Cu	Cr
(NH ₄) ₂ SO ₄ + KCl	11	77	8.2	5.8	472	130.2	2.4	24.2
Captan	116.7	7.2	222.9	10.3	315.3	196.4	156.6	32.6
Mancozeb	110.5	7.7	186.8	14.6	223.8	4.4	145.7	46.7
Gallinaza	128.4	8.2	221.4	8.8	234.2	20.3	76.7	52.7
Tamaron	50.3	75.1	7.1	3.6	9.1	111	2.9	38.6
Kasugamicina	38.4	3.3	5.4	1.8	5.5	37.5	2.8	55.8
Metil Parathion	26.1	4.1	15.8	2	1.3	18.7	3.3	74.3
Permetrina	45.9	5.2	8.1	2.6	1.9	6.8	5.3	121.1
Cal Dolomita	2.7			50				2
Furadan				5				42
Roca Fosfórica	9.3	4.8	14.4	40				113
Vitavax	0.6			5				11.7
Ridomil	5.9		57.5	85				2.7
Clorpirifos	2			10				1.4

Fuente: Amaral Sobrinho et al, 2002, Miranda et al. 2008 y Arguello, 2012.

1.4. PODAS Y TUTORADO

1.4.1. Podas

Los frutales de clima frío moderado y específicamente el cultivo de la mora, requieren, de manejo integrado del cultivo y una de las labores de mayor importancia es la poda. Su relevancia radica en que esta práctica favorece aspectos relacionados con los siguientes aspectos.

La transformación de residuos provenientes de las podas al interior del cultivo, disminuyen los focos de infección de las principales enfermedades que atacan la mora, esta transformación se puede hacer mediante inoculantes microbiológicos descomponedores de residuos orgánicos

La poda de producción es un aspecto vital para mejorar los rendimientos, cada tipo de rama de la planta de mora tiene una forma de desarrollarse, y el manejo de la poda es específico para cada una de ellas.

La poda de renovación, al igual que la poda de formación y de aclareo son prácticas culturales que favorecen una mayor aireación del cultivo, formando microclimas menos húmedos, generando factores que impiden el establecimiento de enfermedades como antracnosis, mildew

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

veloso *Peronospora sparsa*, Marchitez y pudrición radicular *Verticillium sp* o de plagas como el barrenador del cuello *Zascelis sp*. Además permiten que las plantas de mora mejoren la capacidad de retorno de nuevos tallos basales.

1.4.1.1. Identificación de tipos de ramas en el cultivo de la mora

El cultivo de la mora se caracteriza por presentar dimorfismo en la emisión de ramas basales, pudiéndose identificar cuatro tipos de estas, así:

Rama látigo

Estas ramas se caracterizan por ser delgadas, con tendencia de crecimiento hacia el suelo, su punta terminal es cerrada asemejando un cigarrillo verde claro. Los productores la propagan por su gran capacidad de enraizamiento, pero la tendencia de las plantas reproducidas a partir de estas ramas es producir ramas látigo y machos improductivos en mayor proporción, razón que afecta los rendimientos de los cultivos.



Característica de la rama látigo.

Rama macho improductiva

Este tipo de rama se caracteriza por tener un crecimiento horizontal indeterminado, son delgadas y rojizas, terminan en un racimo floral con pocas inflorescencias que proporcionan frutos redondos y pequeños. Estas ramas por su forma de crecimiento consumen gran cantidad de nutrimentos que compiten con ramas productivas. Las hojas de la punta terminal de la rama en estado vegetativo están desarrolladas, pero apiñadas.



Crecimiento rama macho improductiva y forma de la yema terminal.



Ramas macho productivas

Este tipo de ramas presenta las siguientes características: ramas gruesas con crecimiento erecto, cenizas, vigorosas y terminan en un racimo floral bien desarrollado, a gran altura, la punta terminal de la rama en estado vegetativo es abierta, pero con las primordios foliares cerrados, no tanto como en las ramas macho improductivas. Son ramas de alto rendimiento.



Rama macho productiva.

Ramas hembra

Las ramas hembras son de grosor intermedio entre la rama macho improductiva y macho productiva, verdes, de crecimiento erecto, terminan a poca altura en un racimo floral con excelente desarrollo, el tamaño de la fruta es grande y ovalado. La punta terminal de ramas vegetativas son abiertas asemejando una sombrilla.



Rama hembra.

1.4.1.2. Relación del número de ramas basales por planta y las condiciones agroecológicas de la zona

El número de ramas basales depende de las condiciones agroecológicas de la zona: en zonas con alturas entre 1.600 y 1.800 msnm se puede trabajar hasta con 12 ramas, entre 1.800 y 2.000 msnm con hasta 10 ramas y por encima de los 2.000 msnm lo más recomendable es trabajar solo con 8 ramas. Se considera rama basal primaria aquella que nace del suelo o rama basal secundaria aquella que se forma en los primeros 20 cm de altura.

Al momento de hacer una poda de formación, mediante la selección de ramas basales, se debe tener en cuenta otros factores agroecológicos de la zona como humedad relativa y luminosidad.



Selección de ramas basales.

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

1.41.3. Forma del corte de las podas y cicatrización de las mismas

Para el corte de ramas y tallos se deben utilizar herramientas afiladas que realicen cortes homogéneos sin talladuras y formación de hilachas, generalmente deben ser cortes en bisel que permitan el escurrimiento del agua y a ras del tallo o rama sin dejar tocones que puedan generar pudriciones que se conviertan en focos de problemas fitosanitarios.

La desinfección de la herramienta (tijeras podadoras) se debe hacer cada que se pase de una planta a otra, lo mejor es que cada operario tenga dos tijeras, una que esté en operación y otra en proceso de desinfección. Los productos recomendables para desinfección de herramientas son Yodo Agrícola, amonios cuaternarios (Fungibact), en el caso del Yodo agrícola se deben hacer recambio de la solución desinfectante, cada dos horas

La cicatrización y desinfección del corte se debe hacer el mismo día de la operación, utilizando desinfectantes como amonios cuaternarios, cloros y/o productos fungicidas - bactericidas como el Kasumin, también el Caldo Bordelés, Antrasin o la mezcla de Oxiclóruo de Cobre + Cal viva en dosis de 200 g: 100 g respectivamente por bomba de 20 litros.

1.41.4. Tipos de podas

Poda de formación

La identificación temprana del tipo de rama es indispensable para ir formando una planta de alto rendimiento. Anteriormente se mencionó que el número de ramas basales a seleccionar depende de las condiciones agroecológicas de la zona.



Poda de formación en mora.

Poda de aclareo

Consiste en eliminar hojas viejas y ramas de poco vigor por debajo de los 50 a 70 cms de altura, dependiendo de las condiciones agroclimáticas de la zona, la finalidad de esta práctica es mejorar la aireación de la planta y reducir la humedad en los sitios de siembra. Este tipo de poda facilita el manejo de aplicaciones agrícolas, la nutrición vegetal y el retorno o rebrote de nuevas ramas, esta práctica favorece una producción estable a través del tiempo.



Poda de aclareo.

Poda de producción

❖ ***Ramas macho productivas:*** estas deben ser cortadas a 20 cms por encima del tutorado o aún más si las condiciones del terreno permiten realizar la cosecha a mayor altura, las ramas axilares que se activan de ramas macho productivas son hembras de alto rendimiento.



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

❖ *Ramas macho improductivas*: se deben cortar entre 60 y 70 cms de altura las ramas axilares que se originan de estas son ramas macho productivas que luego se vuelven a podar cuando hallan sobrepasado el tutorado para originar ramas hembra.

❖ *Ramas látigo*: deben ser eliminadas desde la base del suelo, definitivamente son ramas improductivas y esta práctica facilita el rebrote de ramas productivas.

❖ *Ramas hembras*: este tipo de ramas no se debe podar, porque siempre terminan en un racimo floral bien desarrollado a poca altura después de su formación.



Poda de producción.

Poda sanitaria

Consiste en eliminar todas las partes afectadas de la planta tanto caular como radicular por problemas patológicos y/o ramas con disturbios fisiológicos severos ocasionados por fitófagos (ácaros que causan arrocetamiento y detención del crecimiento o por *Monalonium sp* que causa secamiento de ramas) y/o desórdenes abióticos como daños ocasionados por el viento, granizadas, deficiencias nutricionales o daños ocasionados por los operarios.



Partes afectadas por: a) Botrytis sp, b) Peronospora sp, c) perla de tierra, d) antracnosis y e) Verticillium sp.

1.4.1.5. Manejo de residuos de podas

Manejo físico biológico

El material de poda debe ser repicado en las calles del cultivo, este procedimiento acelera el proceso de transformación de los residuos orgánicos, si estos, están cargados de gran cantidad de esporas como en el caso de altas afecciones de *Botrytis cinérea*, se debe hacer una aspersión de

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

un aceite agrícola más un inoculante biológico que biotransforme, limpie y recupere los residuos orgánicos (Bacthon) 5 c.c/l. y Tricho D, 1 g/l, para evitar la dispersión de estructuras reproductivas del hongo, previo al repicado y acelerar el efecto antagonista. También para los problemas de insectos plaga, *Prodiplosis sp* (caracha), se recomienda mezclar Micosplag 1 g/l de agua.

Manejo químico – biológico

Otra forma de manejo es mediante la aplicación de desinfectantes de amplio espectro, posterior al repicado del material en el suelo, como amonios cuaternarios (Fungibact, Safercol), productos Neutrobact, hipoclorito de calcio) y 8 días después hacer la aplicación de Tricho D, Bacthon y Micosplag.

Se recomienda no sacar el material de podas del lote, esto puede ayudar a dispersar agentes patógenos en lotes sanos y aumenta los costos de producción. Mientras que mediante la descomposición de los residuos al interior del lote ayuda al ciclaje de nutrientes y manejo de coberturas.



Manejo de residuos de podas.

1.4.2. Tutorado

El tutorado en el cultivo de mora es una labor cultural que se debe realizar al momento del establecimiento del cultivo, para facilitar el soporte de las ramas desde la fase inicial de desarrollo. Esta práctica es una de las más costosas del establecimiento del cultivo, la demanda de madera y alambre, depende del tipo de tutorado que se quiera establecer. Los tipos de tutorado más utilizados en este cultivo, son: encajonado, tutorado en T sencilla, tutorado en doble T y emparrado, siendo este último el más recomendado, por ahorro de tutores y sostén del cultivo.

1.4.2.1. Encajonado. Este sistema da buen sostenimiento de las ramas productivas y consiste en instalar postes de 2.6 m de largo, cada dos plantas, a lado y lado del surco y extender en cada lado alambre galvanizado número 12. Los postes deben ser enterrados 0.6 m, esta porción del poste debe ir revestida de un producto impermeable como vareta, para mejorar la vida útil del tutor.



Tutorado en encajonado.

El cálculo de materiales para este tipo de tutorado es:

Número de tutores = Población x 1.1, donde:

Población: número de plantas



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

1.1: 10% adicional de tutores por efecto de borde.

Kg de alambre galvanizado No 14 = Población x Dp x 1.1/21.1, donde:

Población: número de plantas.

Dp: distancia entre plantas, en m.

1.1: 10% adicional por efecto de bordes y remates del alambre.

21.1: cantidad de metros por Kg de alambre galvanizado No 12.

Tabla 9. Rendimientos de alambre galvanizado en m/Kg.

RENDIMIENTOS EN M/KG DE ALAMBRE GALVANIZADO DE ACUERDO AL CALIBRE	
Calibre 10	14.2
Calibre 12	21.1
Calibre 14	36
Calibre 16	59.5
Calibre 18	108.8
Alambre de púa calibre 16 (Quintal)	250 o 400

1.4.2.2. T sencilla. Es uno de los sistemas más usado por los productores y consiste en instalar un poste de 2.6 m de longitud cada dos plantas. En la parte superior del poste se coloca un travesaño de 1.2 m de largo y a lado y lado del travesaño se instala alambre galvanizado No 12. o No 14. Los postes deben ser enterrados a 0.6 m bajo tierra, esta porción del poste debe ir revestida de un producto impermeable como vareta para mejorar la vida útil del tutor.



T sencilla.

El cálculo de materiales para este tipo de tutorado es:

Número de tutores = (Población/2)*1.1, donde:

Población: número de plantas.

2: espaciamiento de los tutores, para este caso cada dos plantas.

1.1: 10% adicional de tutores por efecto de borde.

Kg de alambre galvanizado No 12 = P*Dp*1.1*2/21.1, donde:

P: número de plantas.

Dp: distancia entre plantas, en m.

1.1: 10% adicional por efecto de bordes y remates del alambre.

2: dos líneas de alambre.

21.1: cantidad de metros por Kg de alambre galvanizado No 14.

1.4.2.3. Emparrado. Es un sistema novedoso en el cultivo de mora, por el ahorro de tutores y la capacidad de sostenimiento que dicho sistema le confiere al cultivo. Este sistema consiste en colocar tutores cada dos plantas y cada dos hileras de plantas o surcos, los

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado



postes deben ir enterrados 0.6 m, esta porción del poste debe estar revestida de un producto impermeable como vareta, para mejorar la vida útil del tutor.

Las líneas laterales y principales del cultivo debe ir en alambre de púa calibre 16, esto con la finalidad de asegurar que las líneas de alambre galvanizado no se corran, pues el alambre de púa hace de travesaño, en especial las líneas de alambre de púa deben ir en sentido contrario de los surcos. Las líneas secundarias a lado y lado del surco de plantas deben ir en alambre galvanizado No 14.



Tutorado en emparrado.

El cálculo de materiales para este tipo de tutorado es:

Número de tutores = $(P/4) * 1.1$, donde:

P: número de plantas.

4: espaciamiento de los tutores, para este caso cada dos plantas y cada dos hileras o surcos

1.1: 10% adicional de tutores por efecto de borde.

Rollos de alambre de púa = $((P * Dp * Dh) / 4) * 1.1 / 250$, donde:

P: número de plantas.

Dp: distancia entre plantas, en m.

Dh: distancia entre hileras, en m.

1.1: 10% adicional por efecto de bordes y remates del alambre.

2: dos líneas de alambre.

21.1: cantidad de metros por Kg de alambre galvanizado No 14.

Kg de alambre galvanizado No 14 = $(P * Dp * 2 * 1.1) / 36$, donde:

P: número de plantas.

Dp: distancia entre plantas, en m.

1.1: 10% adicional por efecto de bordes y remates del alambre.

2: dos líneas de alambre.

21.1: cantidad de metros por Kg de alambre galvanizado No 14.

1.5. MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES

1.5.1. Manejo integrado de enfermedades en el cultivo de mora basado en un protocolo de inocuidad

1.5.1.1. Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* y *C. acutatum*)

- ❖ Época de ataque (DDS): 45.
- ❖ Época de manejo (DDS): desde la plantulación.

Prácticas de manejo:

- Selección de plantas madre vigorosas, aplicación de fosfitos potásicos desde el almácigo, aplicación en drench de Myclobutanil (Rally) en dosis de 0.2 g/l, a la planta madre, hacer buen balance nutricional.



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

- b. Distancia de siembras amplias, realizar podas de aclareo a 60 cm de altura, realizar podas de selección de ramas, realizar podas sanitarias, descomponer los residuos de podas al interior del cultivo y transformar mediante la aplicación de *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum*, *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisiae* (Bacthon) y *Trichoderma sp* y *Paecilomyces lilacinus* (Safersoil) en dosis de 1 g / l, desinfectar la herramienta de planta a planta, cicatrizar los cortes de las podas y hacer lechadas al cuello de la planta cada tres meses, esta última con una mezcla de sulfato de Cu y sulfato de Ca o Antrasin.
- c. Aplicación de *Trichoderma sp* mas *Paecilomyces lilacinus* y organismos endófitos fertilizantes inorgánicos líquidos con microorganismos eficientes (Oasis) cada 30 o 45 días, en dosis de 1g y 5cc/l utilizando coadyuvantes tipo aceite.
- d. Aplicación de fertilizantes a base de fosfitos, Myclobulanit (Rally) en dosis de 0.2 g/l Epoxiconazole + Pyraclostrobin (Opera) en dosis de 0.5 cc/l, Kasugamicina (Kasumin) 2 cc/l, Sulfato de Cobre Pentahidratado (Skuper) en dosis de 1.5 cc/L y Procloraz (Sportak. Mirage) en dosis de 0.7 cc/L.

Descripción de la enfermedad: los síntomas de la enfermedad aparecen inicialmente como pequeñas manchas de color morado en tallos, hojas y botones florales, las cuales avanzan hasta causar necrosis completa de los tejidos. En mora sin tuna el principal síntoma de la enfermedad es la muerte descendente de brotes y ramas quedando los frutos completamente secos y adheridos a la planta. En mora con tuna el síntoma más característico es el necrosamiento húmedo y esporulación anaranjada alrededor de la espinas.



Daños ocasionados por antracnosis.

1.5.1.2. Mildeo vellosa (*Peronospora sparsa* Berk)

- ❖ Época de ataque (DDS): 170.
- ❖ Época de manejo (DDS): 150.

Prácticas de manejo:

- a. Mejorar la aireación del cultivo mediante distancias de siembra amplias, manejo oportuno de arvenses y realización de podas de realce y de formación periódicamente.
- b. Aplicación de *Trichoderma sp* en dosis de 1 g/l o 300 g/ha, cada 30 días.
- c. Aplicación de fertilizante inorgánico líquido con microorganismos eficientes (Oasis) en dosis de 5 cc/l.
- d. Aplicación de fertilizantes a base de fosfitos potásicos (Cera Quin, Fito Cup, Agrifos, Nutri Phite, Acua Phite, y Kasugamicina en dosis de 2 cc/l de cada uno de los productos.

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

- e. Aplicación de productos a base de Cobre Penta hidratado (Skuper) en dosis de 1.5 cc/l, Mandipropamid (Revus) en dosis de 1.0 cc/l, Folpet + Cymoxanil (Pronto) en dosis de 2g/l, Bacillus subtilis raza QTS 713 (Rhapsody), 2.5 a 5.0 cc/l, Fosetil Aluminio (Elicit, Fosetal, Aliette, Aleato) 2 a 4 g/l, Metalaxyl (Altair) 2.5 g/l, Metiram + Ametoctradine (Orvego) 1.5 g/l, Fenamidone + Fosetil Aluminio (Mildex) 0.8 a 1.0 g/l.

Descripción de la enfermedad: el mildew veloso afecta frutos y tallos, pero también se pueden observar síntomas en sépalos y flores. El daño en tallos y frutos es el síntoma más típico de la enfermedad. Los frutos presentan pérdida de color, maduración incompleta de las drupas y malformaciones de leves a severas; los tallos afectados se tornan azul oscuro a morado, en estados avanzados de la enfermedad se observan vellosidades de blancas a grisáceas claras que contienen las estructuras reproductivas del hongo.



Daños causados por Peronospora sparsa.

1.5.1.3. Mildew polvoso *Oidium sp*

- ❖ Época de ataque (DDS): 90 relacionado con épocas secas
- ❖ Época de manejo (DDS): 80

Prácticas de manejo:

- Fertilización balanceada en S y Cu.
- Nutrición vegetal adecuada en K, Ca, Mg y P.
- Aplicación de Myclobutanil (Rally) en rotación con Procloraz (Sportak, Mirage), Azufre (Top Sul, Elosal, Azuco), Flusilazol (Punch), Polisulfuro de calcio (Polycal), Sulfato de Cobre Pentahidratado (Skuper) en dosis de 0.2 g, 0.7 cc, 4 cc, 0.4 cc, 2.5 cc y 1.5 cc/l respectivamente.
- Aplicación de fertilizantes a base de fosfitos (Nutri Phite, Cera Quin, Agrifos, Acua Phite en dosis de 2 cc/l, cada 20 días a partir del día 10.
- Aplicación de Fosetil Aluminio (Elicit, Aleato, Aliette, Fosetal) en dosis de 2.5 g/l alternado con las aplicaciones de fertilizantes a base de fosfitos.
- Aplicación de Trichoderma sp (Tricho D, Safersoil) en dosis de 1 g/l dirigida al plato.
- Aplicación de fertilizante inorgánico líquido con microorganismos eficientes (Oasis) en dosis de 5 cc/l.
- Aplicación de EcoSwing en dosis de 1 cc/l.

Descripción de la enfermedad: los síntomas iniciales de la enfermedad se caracterizan por presentar parches cloróticos sobre las hojas, en estados avanzados se observa entorchamiento de las hojas, ocasionando disminución de la fotosíntesis y reducción del crecimiento de la planta, también se observa cenicilla blanca o gris en el envés de las hojas y deformación de ramas asemejando ramas látigo, al igual que momificación blanca de flores.



Daños en hojas por Oidium sp.



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

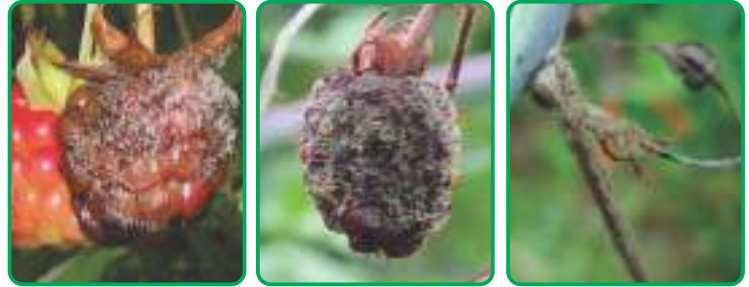
1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

1.5.1.4. Moho gris (*Botrytis cinérea*)

- ❖ Época de ataque (DDS): 180.
- ❖ Época de manejo (DDS): 170.

Prácticas de manejo:

a. Hacer cosecha oportuna y recoger frutos maduros y sobre maduros tanto de la planta como del suelo.



Daños ocasionados por *Botrytis sp*

- b. Aplicación de *Trichoderma harzianum* Referencia ATCC 52443 (Biofungo) en dosis de 1 g/l cada 15 días.
- c. Aplicación de Sulfato de Cobre Pentahidratado en dosis de 1.5 cc/l, Captan (Coraza) en dosis de 2.5 cc/l.
- d. Aplicación de Procloraz (Sportak, Mirage) en dosis de 0.7 cc/l, Fenhexamid (Cabo) en dosis de 1.5 cc/l, Iprodione + Pyrimethanil (Anker) en dosis de 1.5 cc/l, Pyrimethanil (Bucanero) 1 – 1.5 cc/l, Kresoxin melil (Efix 500 SC) en dosis de 0.3 cc/l; Iprodione (Rovral) en dosis de 1 cc/l.

Descripción de la enfermedad: en pétalos y pedúnculos se presentan manchas café oscuro, las cuales avanzan progresivamente hasta causar el aborto floral, en frutos en proceso de formación y llenado conlleva a la momificación con esporulación incipiente, cuando los frutos están en madurez fisiológica o cerca a la madurez de cosecha, se generan pudriciones acuosas, acompañadas de abundante esporulación sobre los tejidos afectados. En hojas el síntoma se caracteriza por presentar manchas cafés muy grandes en los bordes de las hojas con apariencia de quemazón.

1.5.1.5. Marchitez y pudrición radicular *Verticillium sp*, *Fusarium sp*, *Phytophthora sp*

- ❖ Época de ataque (DDS): 20.
- ❖ Época de manejo (DDS): - 5.

Prácticas de manejo:

- a. Aplicación de *Trichoderma sp* (Tricho D, Safersoil) en dosis de 1 g/l, dirigida al sitio de siembra.
- b. Aplicación de fertilizantes a base de fosfitos potásicos (Cera Quin, Agrifos, Nutri Phite, Acua Phite, y Kasugamicina en dosis de 2 cc/l de cada uno de los productos.
- c. Aplicación de productos a base de Sulfato de Cobre Pentahidratado (Skuper) en dosis de 1.5 cc/l, Mandipropamid (Revus) en dosis de 1.0 cc/l, Folpet + Cymoxanil (Pronto) en dosis de 2 g/l, *Bacillus subtilis* raza QTS 713 (Rhapsody), 2.5 a 5.0 cc/l, Fosetil Aluminio (Elicit, Fosetal, Aliette, Aleato) 2 a 4 g/l, Metalaxyl (Altair) 2.5 g/l, Metiram + Ametoctradine (Orvego) 1.5 g/l, Fenamidone + Fosetil Aluminio (Mildex) 0.8 a 1.0 g/l.



Daños causados por marchitez en mora.

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

- d. Aplicación de Kasugamicina (Kasumin) + Procloraz (Sportak, Mirage) en dosis de 0.7 cc/l, dirigida al cuello de la planta.
- e. Aplicación de fertilizantes inorgánicos líquidos con microorganismos eficientes (Oasis) dirigido a la cama de siembra en dosis de 5 cc/l.
- f. Aplicación de fertilizantes a base de Fosfitos (Cera Quin, Fito Cup, Nutri Phite, Agrifos, Acua Phite).

Descripción de la enfermedad: se caracteriza por presentar marchitamiento de la planta, de manera progresiva hasta causar la muerte, en el sistema radicular se observa necrosamiento total y descortezamiento de la misma, además de pudrición húmeda.

1.5.2. Manejo integrado de plagas en el cultivo de mora basado en un protocolo de inocuidad

1.5.2.1. Trips

- ❖ Época de ataque (DDS): 170.
- ❖ Época de manejo (DDS): 160.

Prácticas de manejo:

- a. Instalación de trampas azules fuera del lote y revestirlas con Safer Tac cada mes.
- b. Aplicación de Micosplag (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus*) o Safermix (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y *Bacillus thuringiensis*) en dosis de 1 g/l.
- c. Aplicación de productos a base de Spinosad (Tracer) en dosis de 0.4 cc/l.
- d. Rotar productos a base de Spinetoram (Exalt) en dosis de 0.5 cc/l, Spirotetramat (Moven-to) en dosis de 0.8 cc/l, Thiocyclam hidrogenoxalato (Evisect) en dosis de 1.0 g/l, extracto de ajo y ají (Capsialil) para disminuir la probabilidad de resistencia de la plaga, de acuerdo a los umbrales de acción en dosis de 0.4 cc/l. extracto de Neem (Agronim) en dosis de 2.5 cc/litro, Clorfenapir (Sunfire) en dosis de 0.6 cc/l.



Trips sobre hojas de mora.

Daño: los adultos y ninfas de esta plaga se alimentan de hojas nuevas, brotes terminales e inflorescencias. El aparato bucal es raspador – chupador y el daño en las hojas está asociado a un aclaramiento o amarillamiento sobre el haz y la nervadura principal de las hojas, causando arrugamiento de las mismas. Los puntos de crecimiento detienen su desarrollo y hasta se pueden secar. En la inflorescencia este insecto afecta la formación de drupas, generando detenimiento de la formación de frutos y momificación de los mismos. Esta plaga se asocia a períodos secos, coincidiendo con ataques de *mildeo Oidium sp.*

Umbral de acción para trips: con base en el monitoreo que debe hacerse en inflorescencias, una por cada planta, en 10 plantas al azar, se establecen las medidas de manejo de acuerdo a los umbrales de acción propuestos para el proyecto.

Tabla 10. Umbrales de acción y prácticas de manejo para trips.

Grado	Promedio número de individuos	Práctica de manejo
0	0	Monitoreo semanal
1	= 3	Instalación de trampas azules y aplicación de Micosplag (<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Paecilomyces lilacinus</i>) o Safermix (<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Bacillus thuringiensis</i>)
2	>3 = 7	Aplicación de Spinosad (Tracer) más extracto de ajo y ají Capsialil
3	>7	Rotación de productos sugeridos Exalt, Moven-to, Evisect vía foliar y al suelo, acompañados siempre de Alisin o Capsialil



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

1.5.2.2. Ácaros

- ❖ Época de ataque (DDS): 100 relacionado con época seca.
- ❖ Época de manejo (DDS): 90.

Prácticas de manejo:

- a. Aplicación de Micosplag (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus*) o Safermix (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y *Bacillus thuringiensis*) en dosis de 1 g/l.
- b. Aplicación de Abamectina (Vertimec) en dosis de 0.6 cc/l.
- c. Aplicación de Spiromesifen (Oberon) en dosis de 1.0 cc/l, Proparqite (Omite, Vulcano) en dosis de 2.5 cc/l, Amitraz (Mitac) en dosis de 1.5 cc/l, Fenazaquin (Magister) en dosis de 1.0 cc/l, Cyenopyrafen (Starmite) en dosis de 0.25 a 0.3 cc/l, de acuerdo a los umbrales de acción.

Daño: los ácaros rojos *Tetranychus sp* se localizan por el envés de las hojas, raspan y absorben la savia de las mismas. Los ácaros blancos atacan brotes tiernos, causando deformación de hojas, acortamiento de los entrenudos, detención del crecimiento de los puntos terminales, apareciendo zonas ásperas y corchosas.



Daño ocasionado por ácaros.

Umbral de acción para ácaros: Se debe hacer monitoreo en hojas verdaderas 2 y 3 con la ayuda de una lupa 10x en

10 plantas al azar, 20 individuos entre estados inmaduros y adultos, podría ser el nivel de daño económico y con base en esta información se establece el umbral de acción.

Tabla 11. Umbrales de acción y prácticas de manejo para ácaros.

Grado	Promedio número de individuos	Práctica de manejo
0	0	Realizar monitoreo dos veces por semana, con lupa 10x.
1	= 7	Aplicación de Micosplag o Safermix.
2	>7 = 20	Aplicación de Abamectina.
3	>20	Rotación de productos sugeridos por vía foliar y al suelo.

1.5.2.3. Áfidos *Myzus persicae*

- ❖ Época de ataque (DDS): 100 relacionado con época seca.
- ❖ Época de manejo (DDS): 90.

Prácticas de manejo:

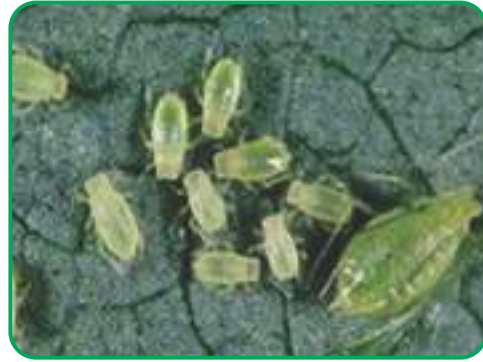
- a. Aplicación de aplicación de hongos entomopatógenos a base de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y *Bacillus thuringiensis* (Safermix); *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus* (Micosplag) en dosis de 1 g/l.
- b. Liberación de *Chrysopa sp* en dosis de 5.000 individuos por cada 2.000 m² de cultivo.

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

- c. Hacer manejo alterno de arvenses en surcos de por medio mensualmente para inducir rotación de plagas.
- d. Hacer aplicación de extracto de ajo y ají (Capsialil o Alisín) en dosis de 0.4 cc y 2 cc/l.
- e. Aplicación de productos a base de Milbemectin (Milbeknock), Acetamiprid (Rescate) y Tiametoxam (Actara) en dosis de 0.8 cc, 0.5 g y 1 g/l respectivamente.



Daño: las ninfas y adultos chupan la savia de los brotes y hojas nuevas, transmiten enfermedades virales y deforman la lámina foliar. En ataques severos pueden llegar a detener el crecimiento de la planta.

Umbral de acción para áfidos alados: el monitoreo debe hacerse en hojas apicales 1, 2, 3 y 4 por haz y envés en 10 plantas la azar, estableciendo de esta manera las necesidades de manejo de acuerdo a los siguientes umbrales de acción.



Áfidos en el cultivo de la mora.

Tabla 12. Umbrales de acción y prácticas de manejo para áfidos alados.

Grado	Promedio número de individuos (áfidos alados ⁻¹)	Prácticas de manejo
0	0	Monitoreo semanal.
1	= 0.5	Aplicación de aplicación de hongos entomopatógenos a base de <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Bacillus thuringiensis</i> (Safermbx), <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Paeclomyces lilacinus</i> (Micosplag) en dosis de 1 g/l. Liberación de <i>Chrysopa</i> sp en dosis de 5.000 individuos por cada 2.000 m ² de cultivo.
2	> 0.5 = 1.0	Aplicación de productos a base de Milbemectin mas Capsaicina en dosis de 0.8 cc y 0.4 cc /l respectivamente.
3	> 1.0	Hacer rotación de productos sugeridos a base de Milbemectin, Tiametoxam, siempre mezclados con Capsaicina.

* Un áfido alado genera 1.4 crías diarias por hoja activa equivalente a 10 estados ninfales.

Umbral de acción para áfidos en estados inmaduros o ninfales: el monitoreo debe hacerse en hojas apicales 1, 2, 3 y 4 por haz y envés en 10 plantas la azar, estableciendo de esta manera las necesidades de manejo de acuerdo a los siguientes umbrales de acción.

Tabla 13. Umbrales de acción y prácticas de manejo para áfidos en estados inmaduros o ninfales.

Grado	Promedio número de individuos (ninfales)	Prácticas de manejo
0	0	Monitoreo semanal.
1	= 1	Aplicación de aplicación de hongos entomopatógenos a base de <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Bacillus thuringiensis</i> , en dosis de 1 g/l. Liberación de <i>Chrysopa</i> sp en dosis de 5.000 individuos por cada 2.000 m ² de cultivo.
2	> 1 = 10	Aplicación de productos a base de Milbemectin mas extracto de ajo y ají en dosis de 0.8 cc y 0.4 cc /l respectivamente.
3	> 10	Hacer rotación de productos sugeridos a base de Milbemectin, Tiametoxam, siempre mezclados con extracto de ajo y ají.



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

1.5.2.4. Cucarroncitos del follaje: *Compsus sp*, *Diabrotica sp* y *Nodonata sp*

- ❖ Época de ataque (DDS): 300.
- ❖ Época de manejo (DDS): 270.

Prácticas de manejo

- a. Aplicación de aplicación de hongos entomopatógenos a base de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y *Bacillus thuringiensis* (Safermix); *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus* (Micosplag), en dosis de 1 g/l.
- b. Desyerba mensual por surcos alternos y mantener el plato limpio para inducir rotación de plagas.
- c. Identificar arvenses hospederas y eliminarlas.
- d. Hacer aplicación de extracto de ajo y ají (Capsialil o Alisin) en dosis de 0.4 cc y 2 cc/l.
- e. Aplicación de productos sugeridos a base de Beta Ciflutrin (Bulldock), Permetrina (Pirestar) y Etofenprox (Trebon) en dosis de 1.0 cc, 0.6 cc y 1.5 cc/l respectivamente, siempre en mezcla con extractos de ajo y ají.



Estados biológicos y daños ocasionados por cucarroncitos crisomélidos y burrita de la virgen.

Daño: los adultos se alimentan de las hojas causando perforaciones de diferentes formas y tamaños, en algunos casos el daño puede ocasionar el secamiento de ramas tiernas y como consecuencia la planta reduce su actividad fotosintética, deteniéndose el crecimiento de la plantación. Las larvas de estos cucarroncitos atacan raíces, causando descortezamiento y secamiento de estas, sirviendo de entrada a patógenos del suelo.

Umbral de acción para cucarroncitos del follaje: el monitoreo debe hacerse en la hoja apical y 1 fotosintéticamente activa, determinando el porcentaje de tejido afectado, también de acuerdo al número de larvas encontradas en el 25% del cuadrante de la raíz. Con base en lo observado en campo se establecen las medidas de manejo para cada uno de los umbrales de acción determinados.

Tabla 14. Umbrales de acción para cucarroncitos del follaje.

Grado	Promedio número de individuos	Prácticas de manejo
0	0	Monitoreo semanal
1	= 2	Aplicación de aplicación de hongos entomopatógenos a base de <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Bacillus thuringiensis</i> (Safermix); <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Paecilomyces lilacinus</i> (Micosplag), en dosis de 1 g/l.
2	> 2 = 4	Aplicación de productos a base de Beta Ciflutrin (Bulldock) más Capsaicina (Capsialil) en dosis de 1.0 cc y 0.4 cc /l respectivamente.
3	> 4	Hacer rotación de productos sugeridos a base de Beta Ciflutrin, Tiametoxam y Etofenprox, siempre mezclados con Capsaicina.

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado



1.5.2.5. Perla de tierra: *Eurhizococcus colombianus* Jakubski

- ❖ Época de ataque (DDS): 130.
- ❖ Época de manejo (DDS): 100.

Prácticas de manejo:

- a. No transportar material de propagación sin previa visita de inspección del ICA y de viveros registrados por este organismo de control.
- b. En zonas con presencia de perla de tierra no se debe hacer propagación de material vegetal por acodo.
- c. Balance de bases con énfasis en potasio.
- d. Monitoreo mensual de plantas con sintomatología típica consistente en presencia de hojas doradas y decaimiento de la planta.
- e. Aplicación de hongos entomopatógenos a base de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y *Bacillus thuringiensis* (Safermix); *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus* (Micosplag), en dosis de 1 g/l.
- f. Aplicación del hongo entomopatógeno *Paecilomyces lilacinus* en dosis de 1 g/l.
- g. Identificar y eliminar arvenses hospederas como cerraja *Sonchus oleraceus*, lengua de vaca *Rumex sp* y llantén *Plantago major*.
- h. Hacer aplicación de extracto de ajo y ají Capsialil o Alisin en mezcla con Proteus (Thiacloprid + Deltametrina) y Neofat en dosis de 1.0 cc, 0.4 cc y 0.5 cc/l. esta aplicación se hace al cuello de la planta.
- i. Aplicación de organismos endófitos (Oasis), fertilizante orgánico mineral acondicionador del suelo (BP-150) y Antrasin (Sulfato de cobre + Sulfato de calcio) en dosis de 1.0 cc, 5 cc y 5 g/l respectivamente, 15 días después de la anterior aplicación.
- j. Uso de nemátodos entomopatógenos Steinernematidae y Heterorhabditidae.



Planta de mora con sintomatología típica de perla de tierra y quistes de hembras en raíces.

Tabla 15. Umbrales de acción y prácticas de manejo para perla de tierra.

Credito	Promedio número de Individuos	Prácticas de manejo
0	0	Monitoreo semanal, identificación de arvenses hospederas, balance de nutrientes con énfasis en potasio.
1	= 2	Aplicación de hongos entomopatógenos a base de <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Bacillus thuringiensis</i> (Safermix); <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Paecilomyces lilacinus</i> (Micosplag), en dosis de 1 g/l.
2	> 2 = 10	Aplicación de hongos entomopatógenos a base de <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Bacillus thuringiensis</i> (Safermix); <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Paecilomyces lilacinus</i> (Micosplag), en dosis de 1 g/l. Aplicación de organismos endófitos (Oasis), fertilizante orgánico mineral acondicionador del suelo (BP-150) y Antrasin (Sulfato de cobre + Sulfato de calcio) en dosis de 1.0 cc, 5 cc y 5 g/l respectivamente, 15 días después de la anterior aplicación.
3	> 10	Hacer aplicación de extracto de ajo y ají Capsialil o Alisin en mezcla con Proteus (Thiacloprid + Deltametrina) y Neofat en dosis de 1.0 cc, 0.4 cc y 0.5 cc/l. esta aplicación se hace al cuello de la planta. Aplicación de organismos endófitos (Oasis), fertilizante orgánico mineral acondicionador del suelo (BP-150) y Antrasin (sulfato de cobre + sulfato de calcio) en dosis de 1.0 cc, 5 cc y 5 g/l respectivamente, 15 días después de la anterior aplicación.



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

1. Resumen de actividades desarrolladas en el diplomado

Daño: este insecto plaga está asociada a la raíz de la planta, de donde se pega formando nudosidades o quistes, estos chupan savia y bloquean la nutrición de la planta deteniendo su crecimiento y desarrollo. Las plantas dejan de emitir tallos, se reduce la floración y los frutos no llenan.

Umbrales de acción para el manejo de Perla de la tierra: el monitoreo se debe hacer destapando el 25% del sistema radicular, y hacer conteo de quistes adheridos a las raíces en plantas con síntomas típicos de la plaga.

1.2.5.6. Caracha: *Prodiplosis longifila*

- ❖ Época de ataque (DDS): 130.
- ❖ Época de manejo (DDS): 100.

Prácticas de manejo:

- Identificación de cultivos hospederos cercanos al cultivo de mora como frijol, tomate, fresa, papaya, arveja, cebolla, brócoli, gerbera, papa y ají.
- Aplicación de hongos entomopatógenos a base de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y *Bacillus thuringiensis* (Safermix); *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus* (Micosplag), en dosis de 1 g/l.
- Hacer aplicación de extracto de ajo y ají Capsialil o Alisin en dosis de 0.4 cc o 2 cc / l, en mezcla con productos sugeridos a base de Taimetoxam (Actara) y Spirotetramat (Movento) en dosis de 1.0 g y 1.5 cc/l. se debe utilizar como coadyuvante un aceite agrícola tipo Neofat en dosis de 0.5 cc/l.



Adulto, larva y daño de *Prodiplosis longifila*.

Daño: las larvas de la mosca se desarrollan dentro del botón floral consumiendo la base de los pétalos y los sépalos, dejando anteras y pistilos completamente necrosados. El botón floral afectado presenta una coloración rojiza en la base del pedúnculo y en estados avanzados de ataque puede aparecer completamente necrosado. Al abrir el botón floral se pueden encontrar una o varias larvas alimentándose.

Umbral de acción para *Prodiplosis longifila*: el monitoreo debe hacerse sobre botones florales de más o menos 15 días de desarrollo, cuando se detecten síntomas relacionados con la plaga como coloraciones rojizas en la base del pedúnculo, en 10 plantas al azar y en una rama con inflorescencia por planta.



Tabla 16. Umbrales de acción y prácticas de manejo para caracha.

Grado	Promedio número de Individuos	Prácticas de manejo
0	0	Monitoreo semanal.
1	= 3	Aplicación de aplicación de hongos entomopatógenos a base de <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Bacillus thuringiensis</i> (Safermix); <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Paecitomyces lilacinus</i> (Micosplag), en dosis de 1 g/L.
2	> 3 = 7	Aplicación de aplicación de hongos entomopatógenos a base de <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Bacillus thuringiensis</i> (Safermix); <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Paecitomyces lilacinus</i> (Micosplag), en dosis de 1 g/L. Aplicación de organismos endófitos (Dasis) en dosis de 5 cc/L.
3	> 7	Hacer aplicación de extracto de ajo y ají Capsialil o Alisin en mezcla con productos sugeridos a base de Tiametoxam (Actara) y Spirotetramat (Movento).

2. MANEJO DE POSCOSECHA Y TRANSFORMACIÓN PRIMARIA EN LA MORA

Por: Jairo Ríos López
Ingeniero Agrónomo
Especialista en Mecanización Agrícola
Doctor en Ciencias Agrícolas

2.1. INTRODUCCIÓN

Algunos investigadores afirman que la población mundial aumenta a una tasa del 2,5% y la producción de alimentos se incrementa a una tasa del 2%. Este desequilibrio es suficiente para concluir que la producción de alimentos no satisface la demanda actual de la humanidad.

Lo anterior se convierte en una realidad mucho más alarmante si comprendemos que el 30% del volumen total de alimentos producidos, y en muchas regiones del mundo más de este porcentaje, se deteriora y se pierde por el mal manejo o el uso inadecuado de los productos, especialmente los percederos en su etapa de poscosecha.





Resulta paradójico que los grandes esfuerzos los dirigimos a aumentar los volúmenes de producción, pero la dedicación al manejo de poscosecha y la transformación primaria de los productos agrícolas, apenas en las últimas décadas empieza a tener la importancia que merece como parte fundamental de la cadena de producción de alimentos.

2.2. POSCOSECHA

La mora en Colombia se produce para dos fines muy bien definidos: El primero es para consumirla fresca, y el segundo es su empleo como materia prima, utilizándola bien como componente básico o como ingrediente en la elaboración de refrescos y productos alimenticios.

Acá surge el primer aspecto determinante: si la mora que se va a producir estará destinada al consumo fresco, sus características físicas deben ser muy específicas; en cambio, si el mercado objetivo de la producción es el industrial, algunas características no serán tan importantes, por ejemplo el tamaño y la forma. Sin embargo, siempre el sabor y el color serán fundamentales.



Al final, sea cual fuere el aprovechamiento del producto, esta definición debe hacerse antes de establecer el huerto, ya que de esta decisión dependerá la forma de manejar el cultivo.

Para la obtención de una mora de excelente calidad (que será el objeto de poscosecha), hay que considerar aspectos de precosecha y cosecha que inciden directamente en la cantidad y calidad del producto a manejar.

2.3. PRECOSECHA

Desde el inicio del establecimiento del cultivo de mora deben considerarse los factores que se enuncian a continuación:

- ❖ Selección y preparación del lote
- ❖ Material de propagación
- ❖ Distancias de siembra
- ❖ Nutrición
- ❖ Riego
- ❖ Tutorado
- ❖ Control de arvenses
- ❖ Manejo de plagas y enfermedades



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

2. Manejo de poscosecha y transformación primaria en la mora



2.4. COSECHA

Para una tener una cosecha exitosa, se precisa en primer lugar haber hecho una buena investigación del mercado objetivo antes de establecer el cultivo, como se había mencionado anteriormente, para determinar el tipo de mora que se quiere obtener. Pero además, esta investigación tiene que generar vínculos con los posibles compradores, que sirvan para definir los tiempos de siembra, y de esta manera la posibilidad de salir al mercado en el momento oportuno: cuando la demanda esté alta y la competencia baja. (Planificación)

Igualmente, es preciso que haya una supervisión muy rigurosa y constante en el momento de la cosecha, para estar siempre al tanto de los requerimientos de recurso humano, equipos y herramientas, a fin de tener un excelente manejo, especialmente en términos del tratamiento de la fruta, tanto en el aspecto mecánico como en el microbiológico.



2.5. MADUREZ

Hay dos consideraciones respecto a la madurez: la fisiológica, que es el momento en el cual la fruta ha alcanzado su máximo grado de desarrollo, y la comercial, que es aquella en la que se reúnen los requisitos exigidos por el comprador. Estos dos estados no coinciden necesariamente.



2.6. POSCOSECHA



Poscosecha es el tiempo que transcurre entre el desprendimiento de la fruta desde la planta madre, hasta que llega a su destino final (consumidor en fresco o industrializador) y manejo de poscosecha son los procedimientos y las operaciones aplicadas en ese período.

Es en esta etapa en donde por efecto del mal manejo físico de la mora, se presentan averías como magulladura, deshidratación, decoloración y descomposición, y por tanto, las pérdidas en peso, que conllevan una disminución en los ingresos para el productor.

Resulta insólito que después de hacer grandes esfuerzos sembrando y sosteniendo un cultivo, sea en el momento de la poscosecha cuando se tienen descuidos imperdonables que dan al traste con lo logrado en las etapas anteriores. Por tanto, es imperioso incluir en el programa de acompañamiento a los agricultores productores (asistencia técnica), este componente; de no entregarse herramientas para el manejo de poscosecha al agricultor, es muy probable que luego de perder una parte importante de su producción por desconocimiento, no quiera volver a sembrar esta fruta, que debe llegar a ser su soporte económico.

2.7. ETAPAS DEL PROCESO DE POSCOSECHA

Hemos fraccionado el proceso de poscosecha, para su entendimiento y explicación, en los siguientes pasos:

2.7.1. Manipulación

En esta etapa del proceso, el componente más importante es tratar por todos los medios de ser asépticos en la manipulación de la fruta, toda vez que se trata de alimento para consumo humano. Esa asepsia hace referencia a la higiene personal de quienes recolectan la fruta, de las instalaciones donde se conserva la mora recolectada, de las herramientas y equipos que entran en contacto con ella y de los vehículos en los cuales se transporta.



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

2. Manejo de poscosecha y transformación primaria en la mora



2.7.2. Selección

Es preciso efectuar una selección del producto conforme a los parámetros que asigna el comprador, dependiendo de la utilización que vaya a tener la mora. El producto de descarte y los subproductos hoy están siendo utilizados para investigaciones que apuntan al aprovechamiento en productos cosméticos, farmacéuticos e industrias de colorantes. Desde este considerando, hasta el final, todo depende de las condiciones que el comprador haya impuesto. De ahí la importancia de la comunicación permanente con él.

2.7.3. Clasificación

En esta etapa del proceso se tienen en cuenta diversos factores, tales como el color, el sabor, la forma, el tamaño, la textura, el grado de madurez y el peso.

2.7.4. Empaque y embalaje

Técnicamente la mora debe pre-enfriarse desde el momento en que se desprende de la planta. Este tratamiento permite, dada la alta perecibilidad de la fruta, reducir la velocidad de su proceso respiratorio, y la velocidad de descomposición por acción de los microorganismos presentes, lo que ofrecerá mayor tiempo para su llegada hasta su en óptimas condiciones a su destino final. El empaque juega un papel importante pues no solo cumple con la función de disponer de cantidades medidas, sino también la de preservar de impactos o golpes y de posibles contaminaciones por contacto con animales o microorganismos. El empaque debe ser inocuo, liviano, resistente, fácil de almacenar y no contaminante. Los empaques se clasifican en: primarios, que son los que están en contacto directo con la fruta (tarros, canastillas, canastos); secundarios, que son aquellos que contienen los primarios (canastillas más grandes); terciarios, que son los que agrupan grandes volúmenes de empaques secundarios (cuartos fríos, contenedores).

2.7.5. Transporte

El factor que determina el medio de transporte y las características del vehículo, están determinadas por la distancia a recorrer con la mora hasta llegar a su destino final. Hay diversidad de medios de transporte: terrestre, aéreo, fluvial y marítimo. Cualquiera que sea, debe cumplir las condiciones de agilidad, accesibilidad, economía y, dependiendo de la distancia, debe hacerse a temperaturas y/o atmósferas controladas.

2.7.6. Almacenamiento

La función del almacenamiento es la conservación o prolongación de la vida útil del producto. Se hace fundamentalmente condicionado a las exigencias del mercado (oferta y demanda), y debe hacerse en condiciones tales que se puedan controlar las tasas de transpiración y respiración y se inhiba la acción de los microorganismos.





2.8. MICROORGANISMOS QUE AFECTAN LA FRUTA EN POSCOSECHA

No todos los microorganismos que atacan mora en el período de poscosecha llegan a ella en esta etapa; ellos pueden estar presentes desde el momento de formación del fruto.

Los principales microorganismos son los mesófilos, entre los cuales se encuentran las bacterias, los mohos y las levaduras, que producen transformaciones físicas y químicas que deterioran la calidad de la mora.

Otros microorganismos detectados en la fruta son los coliformes, microorganismos que pueden estar presentes en la fruta debido a contaminación por los humanos, el agua, las herramientas o los equipos. Aquí juega un papel importante la trazabilidad, ya que de esta manera es posible definir el sitio exacto donde se origina el problema, con el fin de tomar las medidas conducentes a controlarlo en adelante.

2.9. TRANSFORMACIÓN PRIMARIA

Es cualquier práctica que permita conservar el producto y entregarlo al consumidor sin alteración alguna de su calidad. Esta transformación puede darse por:

2.9.1. Pre-enfriamiento, que consiste en mantener el producto a una temperatura entre 4 y 10 grados.

2.9.2. Enfriamiento, práctica que mantiene la mora entre 4 y -4°C.

2.9.3. Congelación, que es llevar la fruta hasta una temperatura por debajo de -14°C y puede hacerse de manera convencional cuando el logro de la temperatura final demora más de 120 minutos, lo que conduce a la formación de cristales muy grandes, los que rompen los tejidos celulares y hacen que la fruta pierda su textura y consistencia.

2.9.4. Elaboración de pulpas en algunos casos puede considerarse transformación primaria (cuando el proceso solo incluye despitonado, licuefacción y enfriamiento)

2.9.5. Ultracongelación, es un proceso de congelación rápida de la mora que debe hacerse en menos de 120 minutos para dar lugar a la formación de cristales muy pequeños al interior de los tejidos, los cuales, por su tamaño, no rompen las paredes celulares y por tanto, la fruta conserva en su interior todo el líquido (zumo), manteniendo todo su contenido nutricional, conservando su forma y su textura. Tiene como característica adicional que las frutas se mantienen independientes entre sí, es decir, no hay aglomerado. La ultracongelación puede hacerse con salmueras, nitrógeno líquido, gas carbónico o aire en movimiento; en grandes volúmenes (túneles de ultracongelación) o en cantidades pequeñas en equipos que funcionan con aire frío en movimiento.





2.9.5.1. Proceso de ultracongelación de mora con un equipo con corriente de aire frío

Estos equipos tienen una capacidad de hasta 80 o 100 kilos, los cuales se acomodan en bandejas con capacidad variable de aproximadamente 3 kilos, que se ubican en el abatidor para su tratamiento. Los pasos a seguir en el proceso, son:

- ❖ Recepción y preselección.
- ❖ Almacenamiento previo.
- ❖ Selección.
- ❖ Pesado y llenado de bandejas.
- ❖ Abatimiento.
- ❖ Descarga y almacenamiento a granel.
- ❖ Empaque y rotulado.
- ❖ Almacenamiento final o transporte y entrega al destino final.

3. MÓDULO: REPRODUCCIÓN Y MULTIPLICACIÓN DE LA MORA

Por: **Hernán Darío Vásquez**

Ingeniero Agrónomo

Especialista Internacional en Fruticultura

Magíster en Ciencias Agrarias en Fitomejoramiento

Alexander von Humboldt, está considerado como el padre de la geografía por sus valiosas aportaciones en el estudio de la geofísica, climatología, oceanografía, biogeografía. Nació en la ciudad de Berlín, el 14 de septiembre de 1769, durante el reinado de Federico el Grande. Su padre, murió cuando tenía 9 años. Su madre era una mujer con una fortuna considerable, severa, fría y puritana, hechos que marcaron su infancia y sus carencias afectivas.

A través de sus expediciones, estudió la biodiversidad de plantas y distribuyó por el mundo numerosas especies, fue el primero que utilizó y diseñó los famosos terrarios donde podía simular en pequeños recipientes un microclima, y utilizó diferentes métodos de propagación vegetal y por semillas germinadas para ser transportados en sus expediciones y a si permitir la propagación de muchas especies por todo el mundo.



3.1. CONOCIMIENTOS FUNDAMENTALES QUE SE DEBE TENER EN CUENTA EN LA REPRODUCCIÓN Y PROPAGACIÓN DE LAS PLANTAS

3.1.1. Primeros organismos unicelulares

3.1.1.1. Células procariotas sin núcleo definitivo; bacterias, virus y bacilus.

3.1.1.2.. Células eucariotas con núcleo definitivo; algas verdes y hongos.

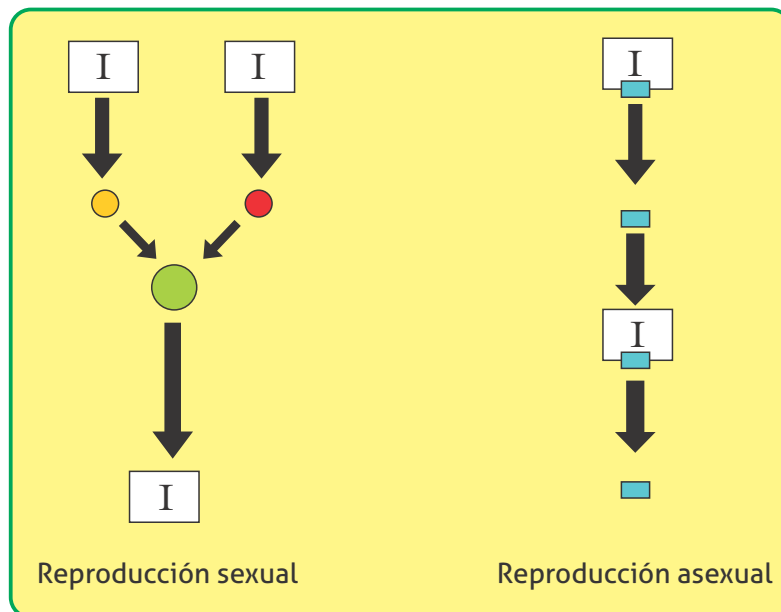
3.1.1.3. Reproducción sexual:

- ❖ Organismos pluricelulares.
- ❖ Plantas y animales.
- ❖ Organismos hermafroditas.

3.1.1.4. Reproducción asexual:

- ❖ Plantas y animales unicelulares organismos inferiores amebas, levaduras, hidras de agua dulce (partenogénesis).
- ❖ Pluricelulares primitivos como tenías y ciliados, esponjas, (yemas) otras lombrices y algunos anfibios (bipartición y regeneración de células).
- ❖ Plantas superiores (angiospermas).

Figura 3. Sistemas de producción de las plantas (angiospermas).



(1)

3.1.1.5. Sistemas de producción de las plantas (angiospermas).

- ❖ Sexual o por semillas: Si, recombinación genética.
- ❖ Asexual por medio de partes vegetativas o por apomixis: No, recombinación genética.

3.2. CICLOS BIOLÓGICOS EN LA REPRODUCCIÓN DE PLANTAS

3.2.1. En el ciclo sexual.

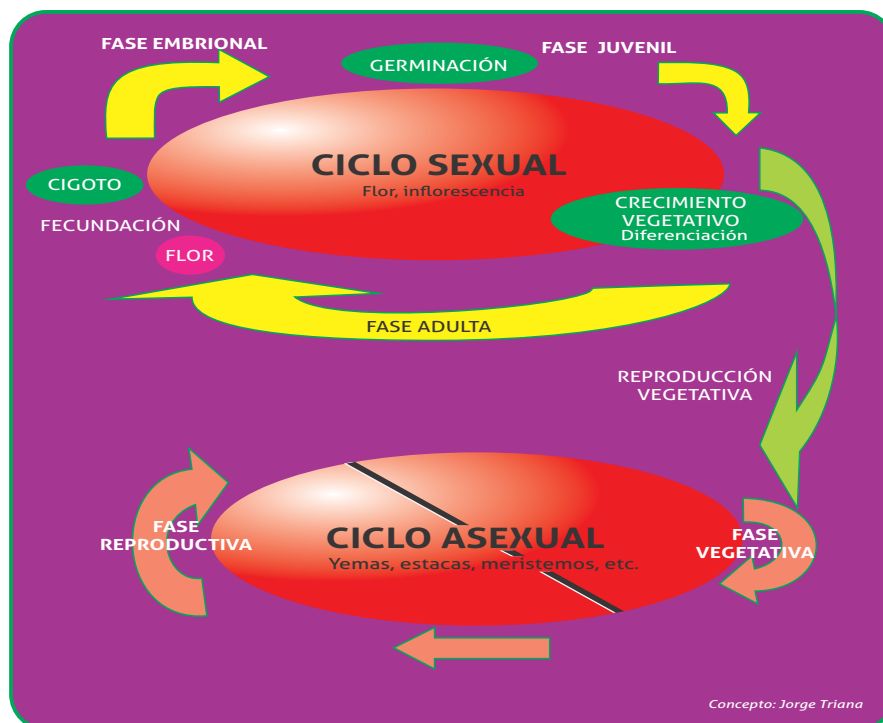
Por medio de la propagación por semillas se logran obtener nuevas plantas que reflejan las características de ambos progenitores, que de acuerdo con el carácter heterocigoto de la especie, puede existir una variabilidad genética de gran importancia en el campo de mejoramiento genético.



3.2.2. En el ciclo asexual.

Se conservan las características genéticas de la especie, obteniendo como resultado una replicación idéntica de las características de sus progenitores.

Figura 4. Ciclos biológicos en la reproducción de plantas.



3.3. DIFERENCIAS COMPARATIVAS ENTRE LOS DOS TIPOS DE REPRODUCCIÓN

3.3.1. Reproducción sexual

- ❖ Hay fusión de gametos. (Mayor anclaje)
- ❖ Se presenta meiosis.
- ❖ Hay fecundación.
- ❖ Recombinación genética.
- ❖ Raíces embrionarias.
- ❖ Longevidad fisiológica.
- ❖ Estados fenológicos más prolongados (producciones tardías).
- ❖ Alta variabilidad genética.

3.3.2. Reproducción asexual

- ❖ No hay fusión de gametos.
- ❖ Multiplicación de células (mitosis).
- ❖ No hay fecundación.
- ❖ Obtención de clones idénticos.
- ❖ Raíces adventicias (poco anclaje).
- ❖ Crecimiento más acelerado y uniforme.
- ❖ Menor longevidad.
- ❖ Tiempo fenológico más cortos precocidad (Menor tiempo en iniciar la producción).
- ❖ Muy poca o nula variabilidad genética.



3.4. LAS TRES GRANDES ÁREAS DEL CONOCIMIENTO

- ❖ El arte de la propagación.
- ❖ Habilidades, el dominio, la destreza, la experiencia.
- ❖ La ciencia de la propagación.
 - Botánica
 - Anatomía
 - Fisiología
 - Histología
 - Citogenética
 - Química, Genética y Bioquímica de las plantas

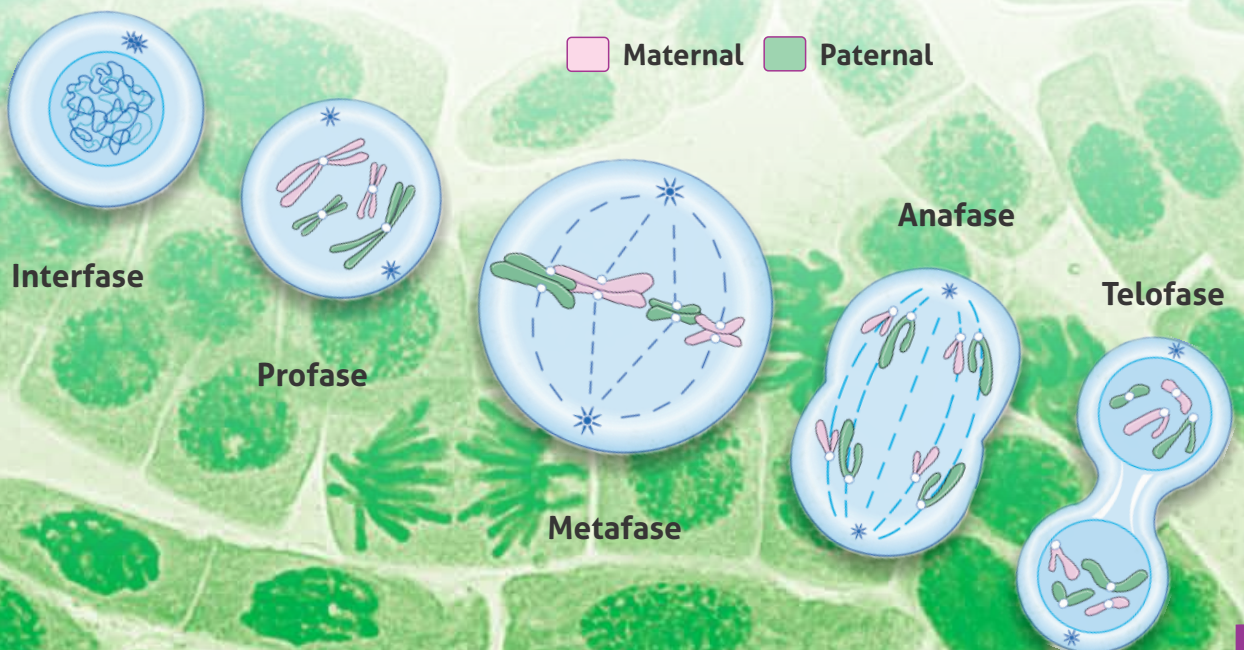
3.4.1. El conocimiento científico de la propagación

Los avances tecnológicos, la clonación, la herencia los cultivos de tejidos la manipulación genética de los materiales y la biotecnología.

3.4.1.1. Aspectos generales sobre la propagación asexual

- ❖ Todas las células de una planta, tienen la información genética necesaria para regenerar un organismo completo (totipotencia).
- ❖ Se pueden tener plantas completas y nuevas, por medio de la reproducción asexual, partiendo de una sola célula, ésta tiene todo el código genético que se transmite tomando una copia exacta de sus progenitores.
- ❖ La reproducción asexual implica una división mitótica de células, cada una de las células de una planta posee los genes necesarios para el crecimiento y desarrollo de la misma, los genes se replican en las células hijas.

Figura 5. Proceso de mitosis en la multiplicación asexual de las células en el ciclo vegetativo de crecimiento y multiplicación de las plantas.



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



3. Módulo: reproducción y multiplicación de la mora

3.4.2. Origen y distribución de las células meristemáticas en las plantas

3.4.2.1. Los tejidos responsables del crecimiento y reproducción en muchas especies corresponden a células embrionarias no diferenciadas que retardan su potencial multiplicativo y que se encuentran en:

- ❖ El ápice de las hojas.
- ❖ El ápice del tallo.
- ❖ El ápice de las raíces.

3.4.2.2. Cuando se produce una herida en el tallo, o en las raíces, se origina un callo y sus nuevas estructuras formadas por mitosis son células embrionarias adventicias.

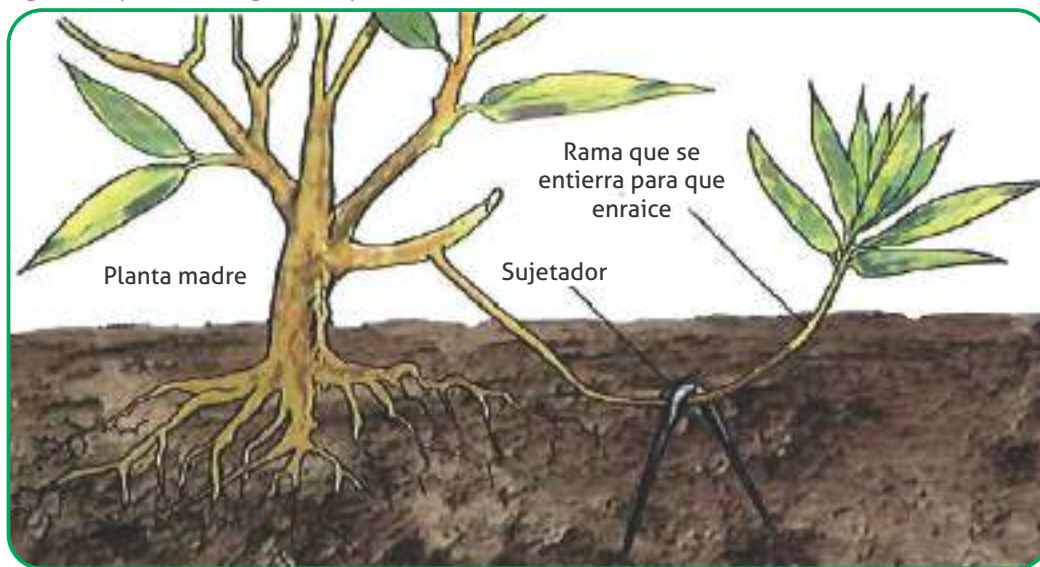
3.4.2.3. Las células caulinares apicales de crecimiento meristemático tienen la capacidad o la totipotencia de producir una planta completa genéticamente idéntica a sus progenitores.

3.4.2.1. Los tallos el cambium tiene la capacidad de producir callos los cuales dan origen a raíces adventicias.

3.4.3. Reproducción clonal

La reproducción vegetativa es una clonación. En la reproducción vegetativa, no hay combinación de padre y madre no hay fecundación, solamente se toman partes vegetativas de una planta que tiene la capacidad de reproducirse y formar una nueva planta idéntica a sus progenitores, entonces lo que estamos realizando por medio de la propagación vegetativa es una clonación.

Figura 6. Reproducción vegetativa a partir de ramas.



3.4.3.1. ¿Qué es un clon?

Puede definirse como un material genéticamente uniforme derivado de un solo individuo y que es propagado por medio vegetativo.

3.4.3.2. Apomixis

En botánica, se denomina apomixis o apomixia a la reproducción asexual por medio de semillas. Las plantas que presentan este tipo de reproducción se denominan plantas apomícticas, producen sus semillas sin que ocurra meiosis ni fertilización por lo que sus descendientes son genéticamente idénticos a la planta madre. La apomixis permite la fijación indefinida de genotipos altamente adaptados a su ambiente.



3.4.3.3. Historia

La apomixis fue descrita por primera vez en 1841 en la especie *Alchornea ilicifolia* Familia euphorbiaceae. Cuando un ejemplar femenino de esta especie dioica fue introducido a los Jardines Botánicos de Kew de Londres. La planta aislada floreció y produjo semillas en abundancia si bien no disponía de ninguna fuente de polen para polinizarse, poniendo en evidencia que ella misma había producido semilla asexualmente.

Paradójicamente, los primeros experimentos con plantas apomícticas fueron realizados en forma involuntaria por Gregor Mendel, quien utilizó cruzamientos entre distintas especies del género *Hieracium* para intentar confirmar los resultados obtenidos en sus famosos estudios sobre la herencia de las arvejas de jardín.

Mendel atribuyó erróneamente a una supuesta *frecuente autopolinización* la falta de segregación observada. Hoy se sabe que muchas especies de este género de compuestas son apomícticas

A las plantas que producen tanto embriones apomícticos como sexuales se les denomina plantas Apomícticas Facultativas. Algunos ejemplos como los cítricos variedades de frutales como en algunas anacardiáceas como el mango hilacha y frambuesas dentro de estos la mora. Algunos eco tipos parecen tener una apomixis facultativa que nos ayudaría a mejorar los métodos de la propagación por semilla.

3.4.4. Embrionía Nucelar

Es un tipo de apomixis, en la cual los embriones se originan de una célula o de un grupo de células del nucelo o tegumento interno de la semilla. Estos embriones se desarrollan fuera del saco embrionario, en este caso la fertilización del óvulo se efectúa normalmente. En muchos frutales se conoce como poliembrionía, donde existe un embrión sexual y uno o varios embriones vegetativos provenientes de células que se forman en el nucelo de la semilla, los cuales se pueden considerar como clones nucleares.

3.4.5. Las quimeras

Son mutaciones que ocurren en una planta pero que solamente afectan un segmento del meristemo, así por ejemplo en un meristemo se forman dos o más tejidos diferentes pero que crecen adyacentes entre sí.

Las plantas que producen follaje variegado, los plastidios de las células que forman parte del tejido de las hojas carecen de la capacidad para producir clorofila, es decir, en vez de cloroplastos poseen cromoplastos mientras las otras células son normales.



MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



3. Módulo: reproducción y multiplicación de la mora

Se conoce como aneuploidia la supresión de una o varias cromosomas y la duplicación de cromosomas se denomina poliploidia, por ejemplo en muchos frutales se presentan frutos sin semillas, se denominan frutos partenocápicos producido por el fenómeno de poliploidía, ejemplo en cítricos las limas tahití y las naranjas como la Washington navel.



En las plantas propagadas asexualmente pueden ocurrir cambios genéticos cromosomáticos que pueden conducir a un cambio de clon.

Pueden ocurrir muchos tipos de mutaciones a nivel de los cromosomas alterando el código genético de las variedades.

3.4.6. La propagación vegetativa inducida por medio de estacas

3.4.6.1. Estaca

Es una estructura, parte de un tallo o una rama de una planta que tiene la capacidad de multiplicarse vegetativamente y dar origen a una nueva planta conservando las características idénticas de la especie.

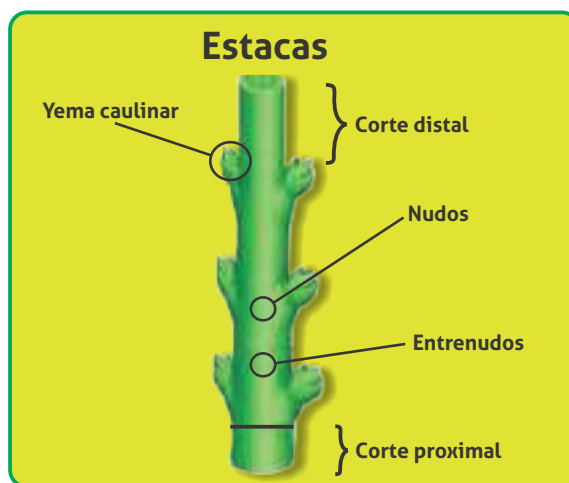


Figura 7. Estructura de tallo para estacas.

Requerimientos óptimos que debe cumplir un esqueje o estaca:

- ❖ Que tenga de dos a tres nudos y 4 a 5 yemas.
- ❖ Que se encuentre en período de crecimiento vegetativo.
- ❖ Que no tenga flores ni frutos es decir que no se encuentre en periodo reproductivo.
- ❖ Que tenga un equilibrio en la relación carbono/nitrógeno.



- ❖ Que esté libre de enfermedades y plagas.
- ❖ Que sus células estén turgentes y no hayan sufrido deshidrataciones prolongadas.

3.4.7. Selección del material para la multiplicación vegetativa en mora (*rubus glaucus benth*).

3.4.7.1. Criterios técnicos, económicos y de calidad:

- ❖ Producción Mayor de 15 toneladas Incidencia sobre los costos unitarios.
- ❖ Grados Brix 7.5 – 8.0 (jugos, mermeladas dulces y otros); procesamiento agroindustrial.
- ❖ Percibibilidad baja; vida útil del producto.
- ❖ Tamaño del fruto Grande; Requerimiento para mercado fresco.
- ❖ Rendimiento de la pulpa; mayor del 60%.
- ❖ Emisión de ramas basales; alto; mantenimiento de la producción a través del tiempo.
- ❖ Resistencia y/o tolerancia a enfermedades (mildeos, moho gris y antracnosis).
- ❖ Buen Incide sobre los rendimientos y costos de producción.
- ❖ Tipos de rama; productivas.
- ❖ Incide sobre los rendimientos y costos de producción.

3.4.7.2. Preparación del sustrato

Protocolo de desinfección del suelo mediante la técnica de solarización en húmedo.

Procedimiento:

- ❖ Seleccionar un área plana dentro del cultivo para la preparación del sustrato, con buen drenaje para evitar encharcamiento.
- ❖ Repicar el suelo a una profundidad de 20 cm.
- ❖ Mezclar el suelo repicado con materia orgánica y cascarilla de arroz en relación 10:0.5:0.25.
- ❖ Formar camas de 20 cm de altura, por un metro de ancho y el largo deseado.
- ❖ Desinfección con hipoclorito de sodio (13.5%) en dosis de 1 cc/l y descarga de 10 l/m².
- ❖ Posteriormente tapar con plástico transparente sellando los bordes con tierra y dejar por espacio de 15-20 días dependiendo de las condiciones climáticas.
- ❖ Pasados los días retirar la cubierta plástica.
- ❖ Inocular el sustrato previamente solarizado con *Trichoderma* sp y *Paecilomyces* sp (Safersoil) en dosis de 2 g/l y descarga de 1 l/m².





3.4.7.3. Desinfección de los sustratos

- ❖ La desinfección de los sustratos puede hacerse por medio físico con solarización, o utilizando tratamientos químicos. La utilización de un producto como el basamid cuyo IA es el Diazomet un tetratiocarbamato de sodio, de rápida acción gasificante en el suelo sin efecto residual prolongado
- ❖ Aplicaciones de 15 a 20 gr., por metro cuadrado de suelo o sustrato es suficiente.
- ❖ Al aplicar el producto se recomienda mantener las normas de seguridad del operario al momento de hacer esta labor.

3.4.7.4. Tratamiento con fitorreguladores

- ❖ Las hormonas regulan el crecimiento, pero no todas como las auxinas, citoquininas y giberelinas influyen en la inducción de raíces.
- ❖ Las auxinas tienen influencia en el crecimiento de las raíces de las estacas.
- ❖ Las auxinas con otras sustancias conducen a la síntesis del ácido ribonucleico (RNA) que interviene en la iniciación de los primordios radicales.

3.4.7.5. Infraestructura y localización de los sitios de propagación

- ❖ Preferiblemente las camas de germinación deben construirse a unos 60 a 80 centímetros de altura del suelo.
- ❖ Debe de cubrirse con polisombra proporcionando un 45 a 60% de luz, con el fin de evitar las radiaciones directas del sol.
- ❖ El agua como factor primordial, ojalá con un diseño de riego adecuado.
- ❖ Los viveros de propagación se deben realizar cerca al sitio de siembra, evitando, los daños por transporte, la diseminación de plagas y enfermedades y además la adaptación a las condiciones climáticas de la región.





MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

3. Módulo: reproducción y multiplicación de la mora

ACTIVIDADES	TIEMPO EN DÍAS	PROCESO DE DESARROLLO VEGETATIVO
Obtención y corte de las estacas.	0	Selección de plantas y ramas.
Siembra de estacas en los germinadores o bolsas.	0	Método de siembra vertical de las estacas.
Primera etapa de desarrollo en vivero.	8	Desarrollo de brotes aéreos sin raíz.
	22	Primera emisión de raíces.
Segunda etapa de desarrollo en vivero.	30	Planta lista para la siembra en campo.
TOTAL	60	

Tabla 17. Cronograma del ciclo de desarrollo vegetativo de estacas convencionales hasta el establecimiento del cultivo.



Sistema de propagación por acodos aéreos.



Aplicación de hormonas.

Se pueden realizar varios acodos en una rama, la cual se selecciona de acuerdo con su estado vegetativo óptimo de crecimiento y desarrollo.



Aparición de raíces entre 20-25 días.

ACTIVIDADES	TIEMPO EN DÍAS	PROCESO DE DESARROLLO VEGETATIVO
Realización del acodo aéreo..	0	
Obtención del acodo aéreo.	30	Emisión de raíces adventicias.
Vivero.	30	Transplante a bolsas (desarrollo de brotes y raíces).
TOTAL	60	Plántulas listas para sembrar en el campo.

Tabla 18. Cronograma del ciclo de desarrollo vegetativo de los acodos aéreos hasta el establecimiento del cultivo.

3.4.7.6. Objetivos y validación de los diferentes métodos de propagación vegetativa en mora.

Uno de los objetivos sobre la evaluación y validación de los diferentes métodos de propagación vegetativa en mora, es lograr una técnica eficiente donde se pueda optimizar al máximo la propagación clonal de los diferentes materiales seleccionados, buscando la optimización y conservación de las semilla vegetativa hasta llegar a la propagación por micro estacas y los cultivos de tejidos logrando mantener y conservar la estabilidad genética de los materiales.

Otro de los objetivos que se persiguen con la selección de materiales de propagación es evitar al máximo la contaminación y diseminación de plagas y enfermedades.

La propagación por semilla sexual en mora puede realizarse normalmente, pero se corre el riesgo de segregación espontánea de algunos caracteres hereditarios, como son la aparición de acuyos o espinas en variedades sin espinas, como también pueden influir algunos caracteres en la calidad de los frutos.

Pre-enraizamiento de estacas en un sustrato húmedo

El método consiste en someter inicialmente las estacas de mora que se escogen con 3 a 4 yemas a condiciones de humedad constante de un 85 % y control de la luz por unos 20 a 27 días cuando se



inicia la pregerminación de las yemas y la emisión de raíces donde las yemas tienen la capacidad de producir una planta.

El proceso consiste en cortar las microestacas germinadas y llevarlas a bolsas con sustratos livianos.

Tabla 19. Procesos de Desarrollo vegetativo.

ACTIVIDADES	TIEMPO EN DÍAS	PROCESO DE DESARROLLO VEGETATIVO
Pregerminación de estacas	27	Vegetativo
Obtención de microestacas y siembra	1	Microestacas con brotes y raíces aéreas
Vivero.	30	Transplante a bolsas (desarrollo de brotes y raíces)
TOTAL	58	Plántulas listas para sembrar en el campo

4. MANEJO VEGETAL EN EL CULTIVO DE MORA

(Rubus glaucus Benth)

Por: **Jesus Zuleta Ospina**
Ingeniero Agrónomo
M.Sc en Ciencias Agrarias

El cultivo de la mora requiere suelos francos ricos en materia orgánica del 10% al 15%, estructura blocosa y/o granular, pH 5,6 a 6,4 (Valencia, 1986), profundidad efectiva de 60 cm y buen drenaje interno y externo.



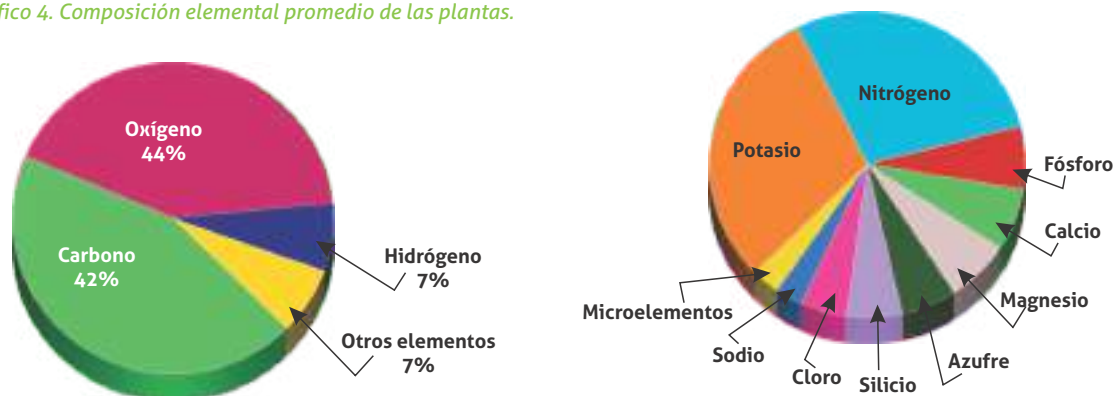
MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



4. Manejo vegetal en el cultivo de mora

El agua de lluvia o de riego que interviene en el proceso fotosintético de las plantas, es el responsable del 93% de la composición elemental de éstas, de ahí la importancia de este recurso durante todo el ciclo productivo de la planta.

Gráfico 4. Composición elemental promedio de las plantas.



El agua es esencial para la existencia de la vida, muchos organismos entre ellos los vegetales depende para sobrevivir más del agua disponible que de cualquier otro factor ambiental. El agua es la forma en la cual el átomo de H, elemento esencial de todas las moléculas orgánicas, es absorbido y, posteriormente, asimilado durante la fotosíntesis, por lo tanto ha de considerarse como un nutriente para la planta, de la misma manera que los son el CO_2 y el NO_3 . No obstante, la cantidad de agua que se requiere para el proceso fotosintético es pequeña y, solo constituye, aproximadamente, un 0.01% de la cantidad total utilizada por la planta. La razón de esta baja utilización es que la mayoría de las funciones en las cuales participa son de naturaleza física.

En resumen, la reducción en el contenido de agua es acompañado por la pérdida de turgencia y marchitamiento, cesación del ensanchamiento celular, cierre de los estomas, reducción de la fotosíntesis y la interferencia con muchos otros procesos metabólicos. Eventualmente una continua deshidratación causa desorganización en el protoplasma y la muerte de la planta.

4.1. EL AGUA Y SUS FUNCIONES EN LA PLANTA



4.1.1. Constituyente.

Ella constituye entre el 80 y 90% del peso fresco de las plantas, es parte importante del protoplasma como también de las proteínas y moléculas de los lípidos, una reducción en el contenido de agua en estos componentes de la célula, por debajo de un nivel crítico causa cambios en la estructura celular y finalmente la muerte.



4.1.2. Solvente.

Es un solvente en el cual gases, minerales y otros solutos entran a las células de las plantas y se mueven de célula a célula y de órgano a órgano. La relativa alta permeabilidad de la pared celular y las membranas del protoplasma permiten la formación de una fase líquida, que se extiende a través de la planta, sirviendo de medio para que ocurra la traslocación de los elementos disueltos.

4.1.3. Reactante.

Permite que muchos procesos importantes, como la fotosíntesis y otros hídricos como la hidrólisis del almidón al azúcar en la germinación de las semillas se de.

4.1.4. Mantenimiento de la turgencia.

Esta es esencial para el crecimiento y alargamiento de la célula para el crecimiento y mantenimiento de la forma de las plantas, para la apertura de los estomas, el movimiento de las hojas, de los pétalos y otras estructuras especializadas, la incapacidad para mantener la turgencia resulta en una inmediata reducción en el crecimiento.

Tabla 20. Elementos esenciales, símbolo, formas de absorción y composición aproximada en las plantas.

ELEMENTO	SIM	FORMA DE ABSORCIÓN	% EN LA PLANTA
Carbono	C	Co ₂	40 - 50
Oxígeno	O	O ₂ y H ₂ O	42 - 44
Hidrógeno	H	H ₂ y H ₂ O	6 - 7
Nitrógeno	N	NO ₃ ⁻ y NH ₄ ⁺	1 - 3
Fósforo	P	H ₂ PO ₄ ⁻ y HPO ₄ ²⁻	0.05 - 1
Potasio	K	K ⁺	0.3 - 3
Calcio	Ca	Ca ²⁺	0.5 - 3.5
Magnesio	Mg	Mg ²⁺	0.03 - 0.8
Azufre	S	So ₄ ²⁻	0.1 - 0.5
Hierro	Fe	Fe ²⁺	100 - 1.000 ppm
Manganeso	Mn	Mn ²⁺	50 - 300 ppm
Cobre	Cu	Cu ²⁺	10 - 40 ppm
Zinc	Zn	Zn ²⁺	10 - 20
Boro	B	H ₂ BO ₃ ⁻	50 - 300 ppm
Molibdeno	Mo	MoO ₄ ²⁻	10 - 40 ppm
Cloro	Cl	Cl ⁻	
Sodio	Na	Na ⁺	

88 - 100%



Fuente: Revista Acopalfor. Agroindustria 9 y proflora 2011. Sánchez, Javier. Origen y funciones de los nutrientes p. 106.

4.2. ACIDEZ INTERCAMBIABLE

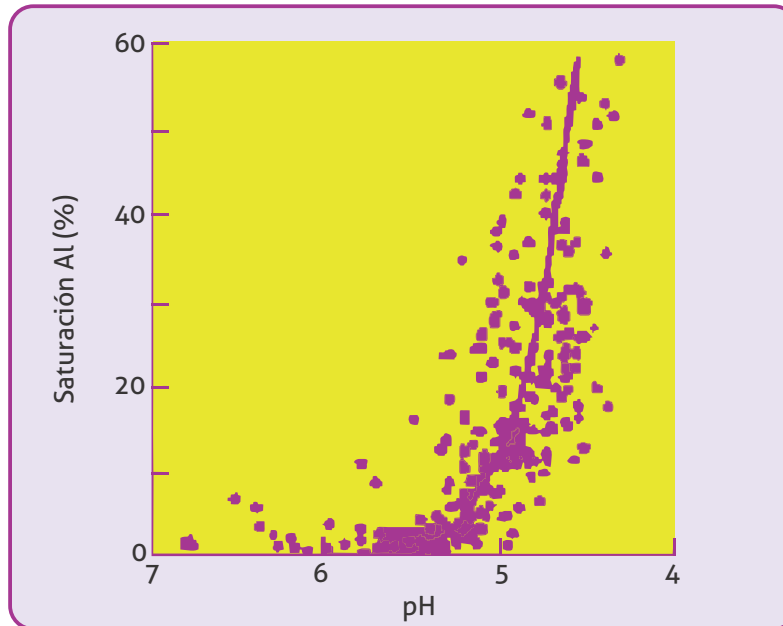
La acidez intercambiable en los suelos está constituida por el AL⁺³ y la mora tolera hasta 1 meq de aluminio y se desarrolla bien en pH entre 5.6 y 6.4, valores más altos son tóxicos y pueden



4. Manejo vegetal en el cultivo de mora

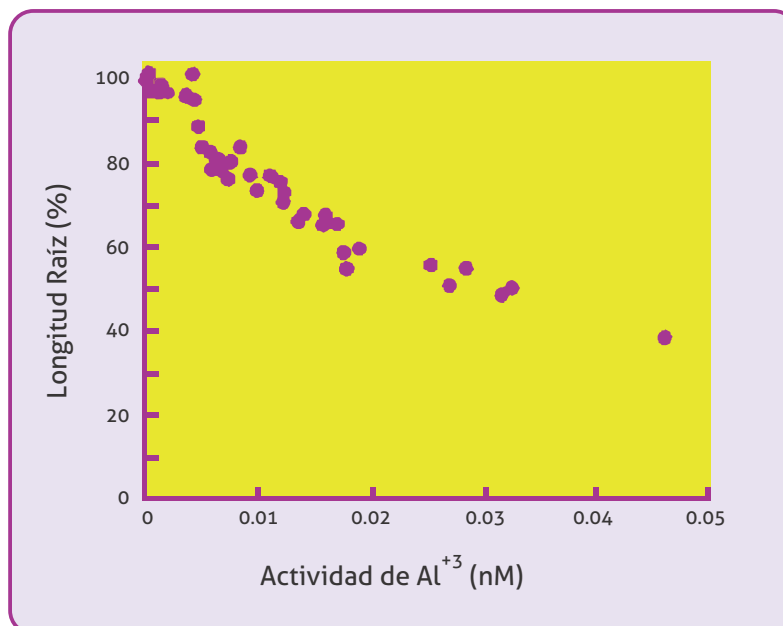
afectar el desarrollo radicular de la planta y la toma de nutrientes de la misma. Generalmente hay una relación entre pH y contenido de aluminio, a medida que disminuye el pH, aumenta el porcentaje de saturación de aluminio en el suelo.

Gráfico 5 Comportamiento del aluminio con relación al pH del suelo.



El Aluminio en la solución del suelo y en soluciones nutritivas inhibe el desarrollo de las raíces de las plantas e influye directamente en el rendimiento de los cultivos.

Gráfico 6. Efecto de la actividad del Al sobre la longitud de raíces de café (Lavan y Bingham, 1982).



Altos niveles de saturación de Al en el suelo también reduce la absorción de agua y nutrientes, así como la incapacidad de las raíces de disponer de agua y nutrientes en el subsuelo.

En una segunda fase del daño, el aluminio obstaculiza la traslocación de nutrientes a la parte aérea, los cuales se manifiestan en deficiencias de P, Ca y Mg.



4.2.1. Criterios generales para considerar el aluminio como problema

- ❖ Si el análisis de suelos indica valores superiores a 1 Meq de Aluminio.
- ❖ Si la relación $(Ca+Mg+K)/Al \leq 1.0$
- ❖ Si el porcentaje de Aluminio dentro de los cationes intercambiables es mayor de 25% de saturación de $Al = (Al/(Al+Ca+Mg+K)) \times 100$

Tabla 21. Calificación de los contenidos de Al intercambiable y el efecto en las plantas.

Al intercambiable	Nivel	Efecto producido
< 1.5	Bajo	No tóxico
Entre 1.6 y 3.0	Medio	Moderadamente tóxico
> 3.0	Alto	Tóxico

La eliminación de la toxicidad del aluminio se puede lograr por aumento de pH o por adición de complejantes.

4.2.1.1. Por aumento de pH

Cálculo para determinar el requerimiento de enmienda (Cal) para un suelo con problemas de contenidos altos de aluminio:

Cal requerida en Ton/ha = $0.35 \times \text{Meq de Al}$

Otra forma de realizar el cálculo de la necesidad de encalamiento es mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$\frac{(\% \text{ Al actual} - \% \text{ Al deseado}) \times \text{CICE}}{100} \times \frac{100}{\text{PRNT}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde: CICE es la capacidad de intercambio catiónico efectiva en Meq/100g y PRNT es el poder relativo de neutralización total del material encalante a utilizar.

4.2.1.2. Por complejación

El efecto tóxico del aluminio es removido del suelo cuando se le adicionan bases fuertes de Lewis o sea los iones SO_4^{-2} , PO_4^{-3} , $Si(OH)_4$, $-RCOO^-$ y $CaCO_3$

Para neutralizar 1 Meq de Al se requiere de un Meq de Ca, es decir que 1 Meq de Al intercambiable se neutraliza con la aplicación al suelo de 400 Kg de Ca^{++} /ha y para aplicar 400 Kg de Ca^{++} puro al suelo/ha, se requieren 1.000 Kg de $CaCO_3$ puro y como se puede conseguir Cal Agrícola al 80% de pureza, entonces se requiere 1.250 Kg de cal agrícola/ha para neutralizar un Meq de Al.

Para remover 1 Meq de Al se requiere 1 Meq de SO_4^{-2} , PO_4^{-3} o $Si(OH)_4$, o hacer adiciones de materia orgánica, según análisis de suelos.

Hay una marcada evidencia que la presencia de ligandos, tanto orgánicos como inorgánicos, bases de Lewis, reducen la toxicidad de aluminio, esta disminución de la toxicidad es debida a la



4. Manejo vegetal en el cultivo de mora

acción que estos ligandos ejercen sobre la actividad del Al^{+3} .

Con base en la química de la acidez del suelo la adición de yeso o cal. Se puede resumir en:

- ❖ Si el suelo tiene un pH menor de 5.0, se debe agregar cal o dolomita.
- ❖ Si el suelo tiene un pH mayor de 5.0 y tiene bajos contenidos de S, Ca y Ng intercambiables, se debe adicionar yeso y/o sulfato de Mg.

La aplicación de yeso a los suelos no cambia su pH en un rango mayor de 0.3 unidades, aunque se consigue una disminución drástica de la toxicidad con aluminio. El mecanismo por el cual disminuye la toxicidad de aluminio, se debe a que es complejado como $AlSO_4^+$ o precipitado como tres posibles compuestos: jurbanita, basaluminita y alunita (Zapata, 2008).

4.3. ENMIENDAS ORGÁNICAS DE SUELO

4.3.1. Importancia de la materia orgánica

A pesar de ser la fracción menor de la composición del suelo, la materia orgánica es el componente principal que determina la calidad y productividad del suelo. La fertilidad, la disponibilidad de agua, la susceptibilidad a la erosión, la compactación, e incluso la resistencia de las plantas a los insectos y las enfermedades, dependen en gran medida de la materia orgánica del suelo. LA MOS (COS) es el elemento de enlace de las propiedades biológicas, químicas y físicas de un suelo, se asocia y cumple roles esenciales en numerosas funciones del mismo como el ciclo de los nutrientes, la retención de agua y el drenaje, el control de la erosión, la supresión de enfermedades y la remediación de la contaminación.

4.3.1.1. Funciones de la materia orgánica:

- ❖ Retiene carbono, reduciendo el efecto invernadero.
- ❖ Regula el ciclaje de agua y de gases atmosféricos.
- ❖ Sirve de hábitat, fuente de energía y nutrientes para una enorme variedad de organismos.





- ❖ Almacena y suministra los nutrientes para las plantas (macro y micronutrientes, incrementa la capacidad de intercambio catiónico, la capacidad de intercambio aniónico y estabiliza la acidez del suelo).
- ❖ Estabiliza y mantiene las partículas del suelo en forma de agregados, previniendo la erosión, el sellado superficial y la compactación.
- ❖ Ayuda a minimizar la compactación del suelo, favorece la infiltración de agua y reduce el escurrimiento.
- ❖ Facilita el crecimiento de los cultivos mediante la mejora de la capacidad del suelo para almacenar agua.
- ❖ Mejora la dinámica del agua y del aire en el suelo mediante la incremento de la porosidad, la capacidad de retención de agua y la resistencia a la sequía.
- ❖ Aumenta la friabilidad del suelo que lo hace más fácil de trabajar y permite que las raíces de las plantas puedan penetren mejor en el perfil y con menor gasto de energía.
- ❖ Es la fuente de carbono y energía para los microorganismos del suelo que reciclan los nutrientes.
- ❖ Reduce los efectos ambientales negativos de los agroquímicos, metales pesados y otros contaminantes.
- ❖ En suelos arcillosos, la materia orgánica incrementa la aireación, permite mejor desarrollo de raíces y facilita la labranza.
- ❖ Aumenta la infiltración y la capacidad de retención de agua. Lo primero es especialmente importante en suelos arcillosos, lo segundo en suelos arenosos.
- ❖ El color oscuro de la materia orgánica absorbe la radiación solar y acelera el calentamiento del suelo.

4.3.1.2. Efectos de la materia orgánica en a química del suelo y el crecimiento vegetal (*Obando y Tobasura, 2012*).

- ❖ La materia orgánica constituye una reserva de nutrientes, sobre todo de N, P, S y Mo.
- ❖ Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
- ❖ Aumenta la capacidad tampón, regulando el pH.
- ❖ Forma complejos con Al y Mn en suelos ácidos, reduciendo la toxicidad de estos elementos.
- ❖ Los ácidos fúlvicos, forman quelatos que ayudan a la asimilación de Fe, Zn, Cu y Co por las plantas.
- ❖ Mediante ácidos y quelatos contribuye a la meteorización de la roca madre y de esta manera a la liberación de nutrientes y al desarrollo del suelo.
- ❖ Al retener el agua, la materia orgánica reduce la lixiviación de nutrientes.
- ❖ La presencia de sustancias húmicas aumenta en algunos casos la absorción de nutrientes y de agua, posiblemente facilitando el transporte de iones a través de las paredes celulares de las raíces.
- ❖ Sustancias húmicas estimulan el crecimiento vegetal directamente durante la producción de fitohormonas y enzimas.
- ❖ Las plantas asimilan ciertos complejos orgánicos, por ejemplo fenoles de la materia orgánica, lo que puede mejorar su resistencia al ataque de plagas y patógenos.

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



4. Manejo vegetal en el cultivo de mora

Para estimar las cantidades de enmienda orgánica a utilizar en el acondicionamiento de suelos, Campos, H, (2010) recomienda el uso de la siguiente expresión:

$$\text{Dosis MO (ton/ha)} = \% \text{ de MO a incrementar} \cdot \text{DA} \cdot \text{Profundidad} / 0,33.$$

Donde:

% de MO a incrementar: es el por ciento que se desea incrementar en el contenido de MO en el suelo.

D.A: Densidad Aparente del suelo en tm/m^3 .

Profundidad: Altura de la toma de muestra en m.

% MO: Por ciento de MO de la enmienda a utilizar.

% H₂O: Por ciento de humedad de la enmienda orgánica.

4.4. FUNCIONES DE LOS NUTRIENTES

Tabla 22. Funciones de los elementos esenciales en las plantas.

Función	Elementos Esenciales														
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Co	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Cl	Ni
Reproducción celular															
Fecundación															
Desarrollo radicular															
Ciclo ácido cítrico															
Resistencia tejidos															
Fotosíntesis															
Síntesis de clorofila															
Síntesis de hormonas															
Síntesis de proteínas															
Síntesis de azúcares															
Síntesis de carbohidratos															
Síntesis de grasas y aceites															
Síntesis vitaminas															
Síntesis aminoácidos															
Metabolismo del N															
Metabolismo azufre															
Transporte de carbohidratos															
Función	Elementos Esenciales														
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Co	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Cl	Ni
Metabolismo fósforo															
Nodulación y fijación de N															
Regulador respiración															
Regulador hídrico															
Regulador maduración															
Activación enzimática															
Utilización Ca-P-Mg															
Calidad cosecha															
Reducción de nitratos y nitritos															
Transferencia de energía															
Protección contra enfermedades															



4.4.1. Funciones del silicio en la protección de las plantas

Las células de la epidermis que participan activamente en la protección de los tejidos de la planta contra agentes abióticos y bióticos son los tricomas, en los que su densidad y tamaño es influenciado por la disponibilidad de silicio en el medio nutritivo. Los tricomas o pelos vegetales, se originan por crecimiento local de algunas células epidérmicas, su parte inferior, el pie, está enclavado en la epidermis, mientras que el cuerpo por encima de éste. Los tricomas pueden influir la respuesta fisiológica y ecológica de las plantas.

Los tricomas disuaden y/o inmovilizan el ataque de insectos y hongos que dañan el tejido foliar, el proceso de repeler el ataque se define como antibiosis.

Tabla 22. Criterios para el manejo de elementos esenciales en fertilización de cultivos

ELEMENTO	FORMA DE ABSORCIÓN	MOVILIDAD	
		SUELO	PLANTA
Calcio	Ca^{++}	Poco móvil	Inmóvil
Potasio	K^+	Móvil	Muy móvil
Magnesio	Mg^{++}	Móvil	Móvil
Nitrógeno	NH_4^+ , NO_3^- , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Móvil	Móvil
Fósforo	H_2PO_4^- , HPO_4^{+2}	Inmóvil	Móvil
Azufre	SO_4^{+2}	Móvil	Móvil
Manganeso	Mn^{++} quelato	Móvil	Poco móvil
Zinc	Zn^{++} , quelato	Móvil	Móvil
Cobre	Cu^{++} , Cu^+ , quelato	Móvil	Poco móvil
Hierro	Fe^{++} , Fe^{+++} , quelato	Poco móvil	Poco móvil
Boro	H_3BO_3 , H_2BO_3^- , HBO_3^{-2} , BO_3^{-3}	Poco móvil	Poco móvil
Molibdeno	MoO_4^{-2} , HMoO_4^-	Móvil	Móvil

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

4. Manejo vegetal en el cultivo de mora



Tabla 23. Niveles generales de interpretación de análisis de suelos.

ELEMENTO	UNIDAD DE MEDIDA	NIVEL DE INTERPRETACION			
		BAJO	MEDIO	IDEAL	ALTO
Potasio	Meq	< 0.2	0.2 – 0.3	0.3 – 0.4	> 0.4
Calcio	Meq	< 3.0	3.0 – 5.0	5.0 – 10.0	> 10.0
Magnesio	Meq	< 1.5	1.5 – 2.5	2.5 – 3.0	> 3.0
Carbono	%	< 2.9	3.0 – 5.7	5.8 – 7	> 7
Fósforo	ppm	< 15	15 – 25	25 – 40	> 40
Azufre	ppm	< 10	10 – 15	15 – 20	> 20
Sodio	Meq			< 1	> 1
Aluminio	Meq			< 1	> 1
Hierro	ppm	< 20	20 – 50	50 - 100	> 100
Manganeso	ppm	< 10	10 – 15	15 – 20	> 20
Cobre	ppm	< 1	1 – 2	2 – 3	> 3
Boro	ppm	< 0.3	0.3 - 0.4	0.4 – 0.6	> 0.6
Zinc	ppm	< 2	2 – 3	3 – 4	< 4
pH	Extremadamente ácido (EA)	Muy fuertemente ácido (MFA)	Fuertemente ácido (FA)	Moderadamente ácido (MA)	Ligeramente ácido (LA)
		> 3.5 = 4.5	> 4.5 = 5.0	> 5.1 = 5.5	> 5.6 = 6.0
N	Nitrógeno total = Materia orgánica/5 = MO*0,2		Nitrógeno Aprovechable= Nitrógeno total* constante de mineralización		
	NT = MO/5		NA = NT*KMin		
KMin	%	Clima frío	Clima medio	Clima cálido	
		1.5	2	2.7	
MO	%	Bajo	Medio	Alto	
Frío		= 5	> 5 = 10	> 10	
Medio		= 3	> 3 = 5	> 5	
Cálido		= 2	> 2 = 4	> 4	
CE Salinidad y sodicidad	ds/m	Suelo normal	Suelo salino	Suelo sódico	Salino sódico
		= 2	> 2	= 4	> 4
Na	%	= 5	= 7	> 7	> 7
Carbono orgánico	Clima frío (%)	= 2.9	> 2.9 = 5.7	> 5.7 = 7.0	> 7.0



Tabla 24. Relaciones iónicas.

Relaciones iónicas	Ideal	Rango crítico	Deficiencia
Ca/Mg	> 3 = 6	= 3	Ca
		> 6	Mg
Mg/K	> 8 = 10	= 8	Mg
		> 10	K
Ca/K	> 15 = 30	= 15	Ca
		> 30	K
(Ca+Mg)/K	> 20 = 40	= 20	Ca y/o Mg
		> 40	K
Ca/B	> 1.000 = 2.000	= 1.000	Ca
		> 2.000	B
Fe/Mn	> 5 = 10	= 5	Fe
		> 10	Mn
P/Zn	> 8 = 12	= 8	P
		> 12	Zn

4.4.2. Herramientas para la toma de decisiones

Los elementos nutricionales en las plantas deben estar en rangos adecuados, para evitar deficiencias y/o excesos, teniendo en cuenta que hay una relación directa con los mecanismos de defensa de la planta frente a plagas y en especial frente a enfermedades. También hay que entender que los elementos nutricionales son tomados por la planta, con base al que se encuentre con menor disponibilidad, de ahí la importancia de tener un balance de nutrientes de acuerdo al análisis de suelos, la tasa de extracción de nutrientes y la etapa de desarrollo de la planta.

La formulación de un plan nutricional se debe hacer con base en los siguientes criterios:

- ❖ Análisis de suelos.
- ❖ Análisis foliar.
- ❖ Tasa de extracción del cultivo.
- ❖ Etapa fenológica.

Tabla 25. Cantidad absorbida de nutrientes por tonelada de fruta fresca en el cultivo de mora.

VARIEDAD MORA	PESO 1 TON FRUTA FRESCA		Cantidad Absorbida										
			kg/ton					g/ton					
	% Humedad	Kg peso seco	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Castilla	79	210	1.76	0.34	2.71	0.65	0.36	0.08	7.6	1.7	8.4	15.3	1

Fuente: Berisch, 2003.

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA



4. Manejo vegetal en el cultivo de mora

4.4.2.1. Análisis de suelos: la vigencia del análisis de suelos es de dos años, por lo cual cada dos ciclos productivos de mora es necesario volver a hacer dicho análisis. En la siguiente tabla se muestra una guía de interpretación de los resultados del análisis de suelos para el cultivo de la mora.

Tabla 26. Cualificación de los resultados del análisis de suelos.

Unidades	Elementos	Bajo	Óptimo	Alto
Unidades	pH	5	5.4-6.4	7
Meq/100 g	Al	0	0.3	1.5
	Ca	4	4-20	20
	Mg	1	1-10	10
	K	0.2	0.2-1.5	1.5
Ppm	P	10	10-40	40
	Mn	5	5-50	50
	Zn	3	3-15	15
	Cu	1	1-20	20
	Fe	10	10-50	50
Relaciones iónicas	Ca/Mg	2	2-5	5
	Mg/K	2.5	2.5-15	15
	(Ca+Mg)/K	10	10-40	40
	Ca/K	5	5-25	25

Tabla 27. Concentración de macronutrientes y micronutrientes en la hoja de mora.

Macronutriente	Porcentaje (%)	Micronutriente	ppm
Nitrógeno	2.2-4.0	Hierro	50-200
Potasio	1.1-3.0	Manganeso	25-300
Calcio	0.6-2.5	Boro	25-75
Magnesio	0.25-0.8	Zinc	15-100
Fósforo	0.2-0.6	Cobre	4-20

Fuente: Plant Analysis Handbook (1996). I.A. María Isabel Ospina. Barpen.



Para estimar las demandas de fertilizante en cada nutriente se aplicará la expresión siguiente:

$$NF = (CR - CD) / E, \text{ donde}$$

NF = necesidad de fertilizante

CR = cantidad requerida por el cultivo

CD = cantidad disponible en el suelo

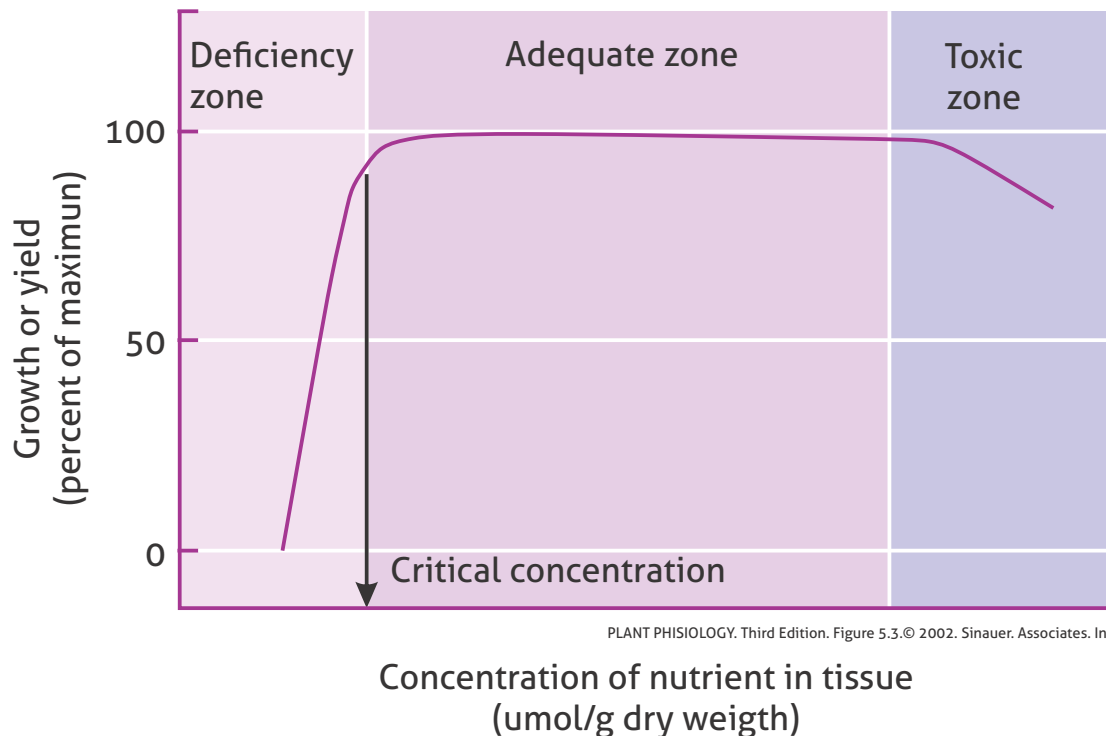
E = eficiencia del nutriente en el suelo

4.2.2.2. Análisis foliar: El análisis foliar es la técnica analítica mediante la cual se mide el contenido de nutrientes en los tejidos vegetales. Es útil para evaluar el estado nutricional de los cultivos y ayuda a establecer si el grado de absorción de algún nutriente ha sido adecuado. Cuando se buscan rendimientos altos, el análisis foliar es una excelente herramienta para controlar el estado nutricional de las plantas durante todo el ciclo de crecimiento.

El análisis foliar es un buen instrumento para monitorear el estado nutricional de las plantas y junto con el análisis de suelos, permite obtener información útil para planificar y ajustar el programa de fertilización.

Para saber si la planta ha recibido una adecuada nutrición, se comparan los niveles presentes en el tejido foliar, con los rangos de suficiencia teóricos para esta especie.

Gráfico 7. Representación esquemática de las relaciones entre el rendimiento relativo.



PLANT PHYSIOLOGY. Third Edition. Figure 5.3. © 2002. Sinauer, Associates, Inc.

La zona adecuada o rango normal es aquella en que la concentración de nutrientes es apropiada para su crecimiento, y por debajo del cual dicha concentración resulta inadecuada. El límite inferior se conoce como zona de deficiencia o rango crítico de deficiencia. El límite superior al rango adecuado es la zona de exceso o nivel de toxicidad, en el cual las plantas pueden disminuir su crecimiento por una concentración de toxicidad del elemento. El grado en el cual un nutriente se encuentra por encima o por debajo del rango aceptable determina la severidad de los síntomas de deficiencia o toxicidad.

MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DE MORA

4. Manejo vegetal en el cultivo de mora



Muestreo

El muestreo foliar es una de las etapas más importantes del análisis foliar porque interfiere directamente con el diagnóstico correcto del estado nutricional de la planta. Cada especie es fisiológicamente diferente y por lo tanto la selección del tejido indicador y del mejor momento de muestreo es diferente, además la acumulación de nutrientes y su distribución dentro de la planta varía.

En términos generales, se debe muestrear una hoja recién madura que haya finalizado su crecimiento, ya que usualmente este órgano refleja mejor el estado nutricional de la planta porque hay una relación directa entre acumulación de materia seca y de nutrientes. Cuando se toma como muestra una hoja nueva, debido a su rápido crecimiento, puede haber una dilución del mismo (*Malavolta 2001*). Mientras que en una hoja vieja puede haber un efecto de concentración de nutriente al no tener crecimiento. Se han establecido las normas o parámetros de muestreo foliar para la mayoría de los cultivos, para el caso de mora se retomó la metodología de muestreo que se ha establecido para fresa.

Debe evitarse muestrear hojas dañadas por enfermedades, insectos o mecánicamente, o plantas que han sido afectadas severamente por nematodos, déficit hídrico, o exceso de humedad.

En ciertas circunstancias puede ser necesario tomar muestras de otras hojas que no corresponden con el patrón sugerido para el cultivo. Por ejemplo, para el diagnóstico de deficiencias de elementos inmóviles como el Ca y B, el análisis de una hoja nueva suministrará mejor información. Con elementos muy móviles como el N, K y Mg, es más fácil identificar un contenido de deficiencia en hojas viejas. Como patrón de comparación, es normal considerar la composición de hojas muestreadas en plantas de alta productividad contra plantas con problemas de crecimiento.

Tabla 28. Época de muestreo y cantidad de hojas requeridas para el análisis foliar.

Cultivo	Época de muestreo	Parte de planta	Número de hojas muestra
Mora	Antes o durante la floración	Hoja madura más reciente	25 - 30





Interpretación de resultados del análisis foliar

Una vez que se obtienen los resultados del laboratorio, es necesario interpretarlos. La interpretación se realiza comparando los valores de análisis con tablas de rangos de suficiencia obtenidos para cada especie de planta. Estas tablas están organizadas para muchos cultivos en rangos que identifican categorías de deficiente, bajo suficiente o normal, alto y excesivo, mientras que en otros sólo se presentan contenidos mínimos y máximos, o niveles de suficiencia.

El análisis foliar debe ser relacionado también con base en el estado de crecimiento de la planta. En muchas ocasiones el contenido de uno o más de los nutrientes puede estar por debajo o muy por encima del nivel óptimo y la planta presentar un crecimiento adecuado. En plantas analizadas durante el período de llenado de frutos, granos o semillas es normal que la concentración de algunos nutrientes en las hojas se reduzcan como consecuencia de la fuerte translocación de los minerales hacia los órganos reproductivos y del proceso natural de senescencia.

También las relaciones entre nutrientes pueden alterar su concentración, por ejemplo por antagonismo. Un alto suministro de K en la fertilización puede disminuir la concentración de Ca y Mg en las hojas. Otros factores que pueden alterar el contenido nutricional son el ataque de plagas y enfermedades en el follaje y en la raíz, exceso o déficit de humedad en el suelo o sustrato, cosecha alta, condiciones extremas de temperatura, toxicidad por acidez o salinidad, etc.

Los resultados del análisis se expresan en unidades de % para los macronutrientes y elementos secundarios como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre; y en mg/kg o ppm para micronutrientes como hierro, cobre, zinc, manganeso, boro, molibdeno y cloro. En algunos laboratorios de otros países se ha estado utilizando recientemente la unidad g/kg en vez de %. En este caso los datos en g/kg se dividen entre 10 para pasar a %.

Ajuste al plan nutricional

Este se realiza haciendo una relación de los resultados del análisis de suelos y su interpretación y los resultados del análisis foliar comparado con el grado de suficiencia teórico que se tenga para el cultivo, para el caso de mora.

APN = $CNAS \times AFR / RSTC$, donde:

APN = Ajuste del plan nutricional.

CNAS = Contenido de nutrientes requeridos de acuerdo al análisis de suelos.

AFR = Contenido de nutrientes del análisis foliar real (resultado de laboratorio).

RSTC = Rango de suficiencia teórico del cultivo.





Tabla 29. Guía para la parcialización de nutrientes en los cultivos frutales.

Nutriente	Período fenológico	Porcentaje de las dosis a aplicar
Nitrógeno	Brotación a cuajamiento	10-20
	Cuajamiento a cosecha	30-40
	postcosecha	40-60
Fósforo	Brotación a cuajamiento	20-30
	Cuajamiento a cosecha	30-40
	postcosecha	20-30
Potasio	Brotación a cuajamiento	10-20
	Cuajamiento a cosecha	50-60
	postcosecha	20-30
Calcio	Brotación a cuajamiento	20-40
	Cuajamiento a cosecha	60-80
Magnesio	Cuajamiento a cosecha	40-50
	Postcosecha	50-60





Índice de tablas

Tabla 1. Criterios de selección de materiales élite de mora mediante investigación participativa.	9
Tabla 2. Coeficiente de desarrollo Kc para el cultivo de la mora en tres etapas de desarrollo.	10
Tabla 3. Manejo del agua en épocas secas y épocas húmedas.	11
Tabla 4. Condiciones de la cuenca Magdalena – Cauca.	13
Tabla 5. Espaciamiento entre barreras antierosivas y barreras vivas según factor topográfico.	14
Tabla 6. Fijación de nitrógeno y rendimiento esperado de materia verde con diferentes especies de leguminosas.	15
Tabla 7. Densidades y biomasa de organismos que colonizan un suelo saludable.	16
Tabla 8. Análisis de metales pesados en muestras de enmiendas minerales y agroquímicos.	19
Tabla 9. Rendimientos de alambre galvanizado en m/Kg.	25
Tabla 10. Umbrales de acción y prácticas de manejo para trips.	30
Tabla 11. Umbrales de acción y prácticas de manejo para ácaros.	31
Tabla 12. Umbrales de acción y prácticas de manejo para áfidos alados.	32
Tabla 13. Umbrales de acción y prácticas de manejo para áfidos en estados inmaduros o ninfales.	32
Tabla 14. Umbrales de acción para cucarroncitos del follaje.	33
Tabla 15. Umbrales de acción y prácticas de manejo para perla de tierra.	34
Tabla 16. Umbrales de acción y prácticas de manejo para caracha.	36
Tabla 17. Cronograma del ciclo de desarrollo vegetativo de estacas convencionales hasta el establecimiento del cultivo.	51
Tabla 18. Cronograma del ciclo de desarrollo vegetativo de los acodos aéreos hasta el establecimiento del cultivo.	52
Tabla 19. Procesos de Desarrollo vegetativo.	53
Tabla 20. Elementos esenciales, símbolo, formas de absorción y composición aproximada en las plantas.	55
Tabla 21. Calificación de los contenidos de Al intercambiable y el efecto en las plantas.	57
Tabla 22. Funciones de los elementos esenciales en las plantas.	60
Tabla 23. Niveles generales de interpretación de análisis de suelos.	62
Tabla 24. Relaciones iónicas.	
Tabla 25. Cantidad absorbida de nutrientes por tonelada de fruta fresca en el cultivo de mora.	63
Tabla 26. Cualificación de los resultados del análisis de suelos.	64
Tabla 27. Concentración de macronutrientes y micronutrientes en la hoja de mora.	64
Tabla 28. Época de muestreo y cantidad de hojas requeridas para el análisis foliar.	66
Tabla 29. Guía para la parcialización de nutrientes en los cultivos frutales.	68

Índice de gráficos

Gráfico 1. Distribución del agua a través del tiempo.	11
Gráfico 2. Disminución porcentual de rendimiento frente al aumento en la CE de la disolución del suelo en diferentes especies de frutales.	12
Gráfico 3. Manejo de arvenses con relación a épocas secas y épocas húmedas.	15
Gráfico 4. Composición elemental promedio de las plantas.	54
Gráfico 5. Comportamiento del aluminio con relación al pH del suelo.	56
Gráfico 6. Efecto de la actividad del Al sobre la longitud de raíces de café.	56
Gráfico 7. Representación esquemática de las relaciones entre el rendimiento relativo.	65

Índice de figuras

Figura 1. Estructura del suelo.	12
Figura 2. Fauna principal del suelo.	16
Figura 3. Sistemas de producción de las plantas (angiospermas).	43
Figura 4. Ciclos biológicos en la reproducción de plantas.	44
Figura 5. Proceso de mitosis en la multiplicación asexual de las células en el ciclo vegetativo de crecimiento y multiplicación de las plantas.	45
Figura 6. Reproducción vegetativa a partir de ramas.	46
Figura 7. Estructura de tallo para estacas.	48



www.asohfrucol.com.co